

EFFECTO DE LA FERTILIZACION CON P, Fe Y Zn SOBRE SORGO EN DOS SUELOS REGADIOS

Benjamín R. Perez Valenzuela; Silvia Gaviola y José A. Maffei

Cátedra de Edafología, Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Cuyo
Almirante Brown 500 - 5505 - Chacras de Coria
Mendoza

RESUMEN

En una experiencia en invernáculo con *Sorghum bicolor* se evaluó la influencia de la fertilización de P, Fe y Zn en dos Torrifuventes (A y B) de diferentes niveles de fertilidad nativa. El P y Zn fueron agregados como sales solubles al suelo y el Fe en aspersión foliar como FeSO_4 en solución. Todos los tratamientos tuvieron la misma fertilización base de nitrógeno.

Los suelos (A) y (B) contenían, respectivamente, los siguientes contenidos nutrimentales: $\text{P-H}_2\text{CO}_3$ 1:10 4,8 y 2,8 ug g^{-1} ; Fe- DTPA 5,9-1,2 ug g^{-1} y Zn- DTPA 1,5-0,7 ug g^{-1} .

Después de 40 días a partir de la siembra, la producción de materia seca (5 plantas por maceta) osciló en el suelo (A) de 1,44 a 2,18 g/maceta y en (B) de 0,41 a 0,64 g/maceta. Los resultados dieron: en (A) una respuesta positiva al P, una falta de respuesta a Fe y al Zn y una leve influencia negativa a la interacción P x Fe; en (B) solamente respuesta levemente positiva a la interacción P x Fe pero ese efecto no se reflejó en un mejoramiento considerable de las severas condiciones de clorosis que aparecieron en todos los tratamientos a partir de los 10 días de emergencia.

Las plantas más productivas en el suelo (A) presentaron los siguientes contenidos totales de P y Fe en la materia seca: 0,3 g% y 200 ug g^{-1} , respectivamente.

Palabras claves: Fertilización P, Fe y Zn; Torrifuventes regadíos; Clorosis en sorgo.

EFFECT OF P, Fe AND Zn FERTILIZATION ON SORGHUM IN TWO IRRIGATED SOILS

ABSTRACT

A glasshouse fertilizer factorial experiment in two irrigated Torrifuvent soils differing in their available P, Fe and Zn contents was carried out to evaluate their response to these nutrients using *Sorghum bicolor* as the test plant. P and Zn were added as soluble salts to the soils and Fe as a foliar spray of a FeSO_4 solution. All the treatments had the same basic N fertilization.

Soils (A) and (B) had, respectively, the following nutrient contents: $\text{P-H}_2\text{CO}_3$ 1:10 4,8 and 2,8 ug/g ; Fe- DTPA 5,9 - 1,2 ug/g and Zn- DTPA 1,5 - 0,7 ug/g .

After 40 days from the seeding the dry matter production (5 plants per pot) ranged in soil (A) from 1,44 to 2,18 g/pot and in soil (B) from 0,41 to 0,64 g/ pot. The results showed: in (A) a strong positive response to P, no response neither to Fe nor to Zn and a slight but significant negative influence of the interaction P x Fe; in (B) only a slight positive response to the interaction P x Fe but without a clear improvement of the severe chlorotic condition which was apparent in all the treatments in this soil from the 10th day after emergence.

The most productive and healthy plants on soil (A) showed the following total P and Fe dry matter contents: 0,3 g% and 200 ug/g , respectively.

Key words: Fertilization P, Fe and Zn; Irrigated Torrifuvent; Chlorotic sorghum.

INTRODUCCION

Prácticamente todos los años se observa durante la estación primavera-estival, en algunos cultivos agrícolas mendocinos una sintomatología cuya primera manifestación es la de un amarillamiento internerval, que luego puede tornarse totalmente amarilla y que terminan necrosándose.

Existe sensibilidad de ciertos cultivares a esa clorosis, pero por otra parte hay condiciones edáficas y/o de manejo del suelo que junto a estados atmosféricos favorables, coadyuvan a desencadenar estos trastornos.

Para precisar esas condiciones edáficas predisponentes Perez Valenzuela et al. (1987) realizaron un estudio de las propiedades físico-químicas de los suelos en sitios con y sin manifestación de clorosis y determinaron que no existían diferencias significativas entre ellos en la proporción de calcáreo, valores de pH, contenido hídrico, P extraíble con agua carbonatada y Fe-DTPA; entonces atribuyeron a las variaciones de manejo el factor incidente de la clorosis.

Posteriormente y con el objeto de corroborar esto, Perez Valenzuela et al. (1987) lograron provocar clorosis en plantas de vid efectuando un manejo diferencial del agua del suelo.

Estos antecedentes indujeron a plantearse como hipótesis de trabajo que, independientemente del manejo que se realice, deben existir suelos mendocinos que son mucho más predisponentes a provocar trastornos micronutrientales en plantas.

Para demostrarlo se cultivaron plantas sensibles a las deficiencias micronutrientales en dos suelos regadíos, uno calificado como deficiente en Fe y Zn y el otro como suficientemente provisto en dichos elementos, juzgados a través de los niveles críticos citado por Lindsay y Norvell (1978), para cultivos sensibles.

Para realizar el diagnóstico de esas situaciones se interpretaron los efectos que produjeron las fertilizaciones con P, Fe y Zn sobre las plantas de sorgo que crecieron en esos dos tipos de suelos.

MATERIAL Y METODOS

Suelos

Se seleccionaron dos suelos, uno por debajo y otro por encima de los niveles de "respuesta probable" a la

fertilización con P, Fe y Zn; evaluaciones realizadas en laboratorio con las técnicas de extracción carbónica (Nijensohn, 1959) y DTPA (Lindsay y Norvell, 1978).

El de Malargue (A), un Torrifluente ústico, ubicado en el extremo sur-oeste de la provincia, y el de Ugarteche (B), un Torrifluente típico del centro-oeste.

Algunas de las características generales de ellos se consignan en la Tabla 1.

Ensayo en invernáculo

En alícuotas de 500 g de suelo seco al aire de las capas superiores (0-40 cm) de cada uno de los suelos seleccionados, se realizaron los tratamientos de fertilización que surgieron de un factorial dado por dos niveles de P (0 y 80 mg kg⁻¹) colocado como Ca (PO₄H₂)₂H₂O; dos de Zn (0 y 10 mg kg⁻¹) como ZnSO₄ · 7H₂O y dos de Fe en aspersión foliar con una sal inorgánica en solución al 1,5%.

Todos los suelos recibieron una fertilización de base de 100 mg kg⁻¹ de N como urea p.a.

El ensayo se hizo por cuatuplicado y distribuido en diseño completamente al azar.

Los suelos tratados se colocaron en macetas plásticas sin drenaje y se les adicionó agua hasta capacidad hídrica "de recipiente", que es el contenido hídrico del suelo después de que drene el agua gravitacional; valor que es ligeramente superior al de capacidad de campo.

Después de una semana, en cada maceta se sembraron 10 semillas de sorgo (*Sorghum bicolor*) y se ralearon a cinco, a los 6 días a partir de la emergencia.

La humedad se mantuvo en capacidad de recipiente con reposiciones diarias del agua consumida, medida en forma gravimétrica.

A los 15, 22 y 29 días de la emergencia se pulverizaron las plantas a razón de 1000 L ha⁻¹, para introducir el tratamiento de Fe.

Análisis del material vegetal y de los suelos

Las plantas se cortaron a los 40 días de la siembra y se determinó peso seco (70° C) de la parte aérea. Este material, previo lavado con agua desionizada, fue calcinado a 450° C y las cenizas tratadas con CIH al 2%. Luego en ellas se determinó P, con reactivo vana-

Tabla 1: Características físico-químicas de los suelos en estudio.

Parámetros	Origen	
	Malargüe	Ugarteche
Arcilla %	11	7
Limo Internac. %	35	22
Limo Americano %	44	62
pH ₅	7,80	7,90
Volumen de Sedimentación, cm ³ % g	108	88
Materia orgánica, g%	1,40	0,20
Carbonato de calcio g%	3,80	1,80
N total ($\mu\text{g g}^{-1}$)	1.000	180
P-H ₂ CO ₃ 1:10 ($\mu\text{g g}^{-1}$)	4,80	2,80
Contenidos de:		
Fe-DTPA ($\mu\text{g g}^{-1}$)	5,90	1,20
Zn-DTPA ($\mu\text{g g}^{-1}$)	2,00	0,30
Cu-DTPA ($\mu\text{g g}^{-1}$)	1,50	0,70
Mn-DTPA ($\mu\text{g g}^{-1}$)	5,80	3,00

do molibídico y la concentración de Fe y Zn por espectrometría de absorción atómica.

Al principio del ensayo (en siembra) y al final del mismo (cosecha) en las 64 alícuotas de suelo se determinaron contenidos de P con el método de extracción carbónica en relación suelo:agua 1:10 (P-H₂CO₃ 1:10) y los de Fe y Zn con el de extracción con DTPA.

La producción de materia seca fue analizada estadísticamente para cada uno de los suelos, por análisis de la varianza según un diseño completamente al azar con arreglo factorial.

RESULTADOS Y DISCUSION

Manifestaciones visibles

A los diez días de efectuada la siembra comenzaron a manifestarse síntomas evidentes de clorosis en

las plántulas cultivadas en suelo Ugarteche, los que se acentuaron hasta la cosecha, especialmente en los tratamientos sin aplicación de Fe. Las plantas que crecieron en este suelo, tratadas con pulverizaciones de sal ferrosa, presentaron puntuaciones verdosas y, en algunas de ellas, nervaduras verdes.

Todas las plantas que crecieron en suelo Malargüe manifestaron un color verde intenso. Las fertilizadas con fósforo poseyeron hojas más anchas y se observaron puntuaciones necrosadas en algunas hojas pulverizadas con la sal ferrosa.

Como resultado del análisis visual, de la respuesta a la pulverización ferrosa y de los análisis químicos previos (Tabla 1) se llegó a la conclusión que el síntoma de clorosis en las plántulas que crecieron en suelo Ugarteche estaría relacionado con la baja disponibilidad de Fe en el suelo.

Esta manifestación biológica confirma la hipótesis de que ciertos suelos mendocinos serían clorosantes "per se" y comprueba la utilidad de los valores de niveles críticos para Fe en cultivos sensibles, establecidos por Lindsay y Norvell.

Efectos cuantitativos de las fertilizaciones

En las Tablas 2 y 3 se presentan los valores promedios de la producción de materia seca del ensayo biológico de invernáculo y los valores de concentración y acumulación en la parte aérea de P, Fe y Zn de las plantas para cada uno de los suelos.

SUELOS MALARGUE

Materia Seca:

Hubo respuesta significativa al fósforo y también a la interacción fósforo x hierro.

En las Figs. 1 a) y b) se representaron como funciones lineales la variación de los pesos de materia seca en función de un factor, manteniendo constante los otros dos. En ellas se observa la influencia del efecto fósforo, el efecto detrimental de la aplicación de hierro sobre las plantas que crecieron en las alícuotas fertilizadas con fósforo y la nula influencia de la fertilización con zinc.

Tabla 2: Suelo Malargüe. Producción de materia seca de sorgo, concentración de nutrimentos y acumulación en la parte aérea.

Tratamientos	Materia Seca (1) gr/5 plantas	Coefic. Variab. %	Concentración en planta			Relación P/Fe	Acumulación aérea		
			Fe (1) $\mu\text{g g}^{-1}$	Zn (1) $\mu\text{g g}^{-1}$	P (1) %		Fe (1) μg	Zn (1) μg	P (1) mg
P ₀ Fe ₀ Zn ₀	1,47 ± 0,11	7,2	180	37	0,15	8,2	270	53	2,30
P ₀ Fe ₁₅ Zn ₀	1,49 ± 0,14	9,7	830	35	0,18	2,2	1.240	52	2,70
P ₀ Fe ₀ Zn ₁₀	1,44 ± 0,25	17,4	350	76	0,17	4,9	500	109	2,50
P ₀ Fe ₁₅ Zn ₁₀	1,50 ± 0,13	8,5	1.100	63	0,18	1,6	1.650	95	2,70
P ₈₀ Fe ₀ Zn ₀	2,18 ± 0,18	8,3	210	18	0,32	15,0	470	39	6,90
P ₈₀ Fe ₁₅ Zn ₀	2,01 ± 0,13	6,3	830	19	0,34	4,1	1.660	38	6,80
P ₈₀ Fe ₀ Zn ₁₀	2,20 ± 0,05	2,4	220	48	0,31	14,2	480	106	6,70
P ₈₀ Fe ₁₅ Zn ₁₀	2,03 ± 0,16	7,9	740	62	0,29	3,9	1.500	125	6,00

(1) Valores medios de cuatro repeticiones. Los subíndices de P y Zn expresan los mg kg⁻¹ aplicados y el de Fe los mg dm⁻² aplicados.

Tabla 3: Suelo Ugarteche. Producción de materia seca de sorgo, concentración de nutrimentos y acumulación en la parte aérea.

Tratamientos	Materia Seca (1) gr/5 plantas	Coefic. Variab. %	Concentración en planta			Relación P/Fe	Acumulación aérea	
			Fe (1) $\mu\text{g g}^{-1}$	P (1) %	Fe (1) μg		P (1) mg	
P ₀ Fe ₀ Zn ₀	0,41 ± 0,05	12,1	430	0,05	1,2	180	0,21	
P ₀ Fe ₁₅ Zn ₀	0,45 ± 0,08	17,8	1.440	0,05	0,3	650	0,22	
P ₀ Fe ₀ Zn ₁₀	0,41 ± 0,08	19,5	340	0,03	0,9	140	0,12	
P ₀ Fe ₁₅ Zn ₁₀	0,46 ± 0,04	9,5	1.560	0,04	0,3	720	0,18	
P ₈₀ Fe ₀ Zn ₀	0,47 ± 0,05	9,8	400	0,11	2,7	190	0,52	
P ₈₀ Fe ₁₅ Zn ₀	0,69 ± 0,12	17,1	1.860	0,10	0,5	1.280	0,69	
P ₈₀ Fe ₀ Zn ₁₀	0,51 ± 0,09	18,1	260	0,12	4,7	130	0,64	
P ₈₀ Fe ₁₅ Zn ₁₀	0,64 ± 0,15	22,8	1.460	0,11	0,8	940	0,70	

(1) Valores medios de cuatro repeticiones. Los subíndices de P y Zn expresan los mg kg⁻¹ aplicados y el de Fe los mg dm⁻² aplicados.

Fósforo

Este suelo, con un contenido de 4,8 $\mu\text{g g}^{-1}$ de P-H₂CO₃ 1:10 (Tabla 1), fue calificado a priori como bien provisto en este elemento (Nijensohn, 1959), pero la concentración en la planta de 0,17% se considera como nivel crítico para esta especie (Dotzenka et al., citado por Martín y Matocha, 1973). Este criterio se corrobora por la respuesta del vegetal a la fertiliza-

ción fosfórica, la que incrementó la concentración tisular en un 188% llegando a valores que los mismos autores dan como adecuados.

El fósforo edáfico extraíble después de cosecha, disminuyó en los tratamientos de P₀ (Tabla 4). En cuanto al P residual de los tratamientos fertilizados, alcanzó valores medios muy superiores a los de suelos muy bien provistos con este nutrimento y método de extracción.

Hierro:

El nivel de Fe-DTPA en el momento de la siembra estaba dentro de los valores de "respuesta no probable", y motivó en las plantas un contenido medio de Fe de 240 $\mu\text{g g}^{-1}$, valor levemente superior a los adecuados (Lockman, citado por Jones and Eck, 1973).

En los tejidos de las plantas tratadas con hierro se produce mayor acumulación de este elemento, alcanzando valores promedios de 870 $\mu\text{g g}^{-1}$ con un incremento del 364%. Es posible que parte del mismo pueda corresponder a Fe no absorbido y sólo adherido al material vegetal como consecuencia de un insuficiente lavado.

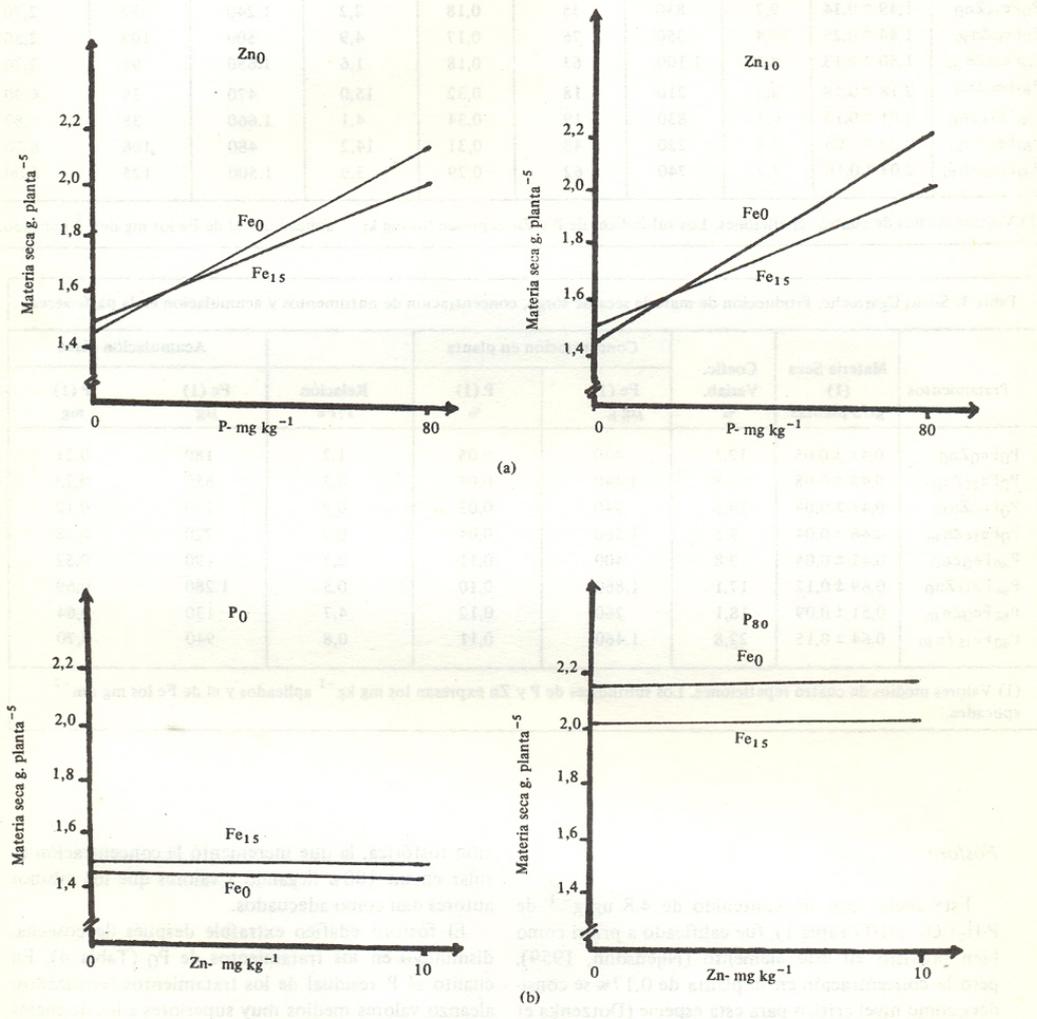


Fig. 1. Suelo Malargüe. Efecto de la fertilización con P, Fe y Zn en la producción de materia seca en sorgo.

Fósforo x Hierro:

El efecto positivo del fósforo en la producción de materia seca, disminuyó al aplicar hierro; probablemente, el exceso de hierro interfirió en la función metabólica normal de P de la planta. Este elemento está en el vegetal en concentración total en el límite de "adecuado" (0,30%), y es posible que al incorporar grandes cantidades de hierro al sistema se incremente el fósforo "precipitado" como fosfato de hierro, en detrimento del "metabólicamente activo", llegando a ser éste el constituyente crítico para la respuesta de materia seca. Olsen (1972) recopiló varias de las posibles causas de esta interacción negativa.

Las relaciones de las concentraciones P/Fe son muy variables, y de la Tabla 2 se desprende que la relación "óptima" estaría alrededor de 15, valor que corresponde a los tratamientos de P_{80} , sin aplicación ferroso, que obtuvieron los máximos rendimientos. Pero esta cifra tendrá la elasticidad que le otorga el "consumo de lujo" de estos nutrimentos.

Zinc:

La falta de respuesta a la fertilización con zinc coincidió con la calificación previa del suelo de "bien provisto" en este nutrimento. Los contenidos tisulares están dentro del rango de "apropiados", de 18 a

48 $\mu\text{g g}^{-1}$ (Lockman, citado por Jones and Eck, 1973) para plantas de sorgo en el estado de crecimiento en que se encontraban.

El valor promedio de Zn-DTPA después de cosecha en los suelos fertilizados con zinc, fue el 60% del Zn-DTPA inicial más el agregado.

Fósforo x Zinc:

Las plantas fertilizadas con fósforo presentaron una disminución en la concentración de zinc en sus tejidos (Tabla 2), llegando a niveles que si bien no provocaron disminución de materia seca, podrían llegar a reducir, en etapas posteriores del desarrollo, el rendimiento en granos (Olsen, 1972).

Como causas de la interacción P-Zn Olsen (1972) enumera: i)- una combinación no disponible entre el P y Zn en el suelo; ii)- idem a nivel de raíces; iii)- un efecto de dilución simple provocado por un mayor crecimiento debido al P; y iv)- que el P inhiba metabólicamente al Zn.

Como lo constatado es una disminución de la concentración de Zn en la parte aérea y no fue un efecto de dilución porque también disminuyó la acumulación del mismo, esta interacción se debe a la combinación P-Zn en suelo y/o raíces. Se descartó la posible inhibición metabólica porque no existió depresión del rendimiento.

Tabla 4: Contenidos edáficos de fósforo, hierro y zinc después de la cosecha de sorgo.

Parámetros	Tratamientos	Suelo	
		Malargüe	Ugarteche
$\mu\text{g g}^{-1}$ (1)			
P- H_2CO_3 1:10	P_0	3,2	1,7
	P_{80}	18,3	7,2
Fe-DTPA	Fe_0	8,1	1,6
	Fe_{15}	8,8	1,8
Zn-DTPA	Zn_0	1,6	0,4
	Zn_{10}	8,7	7,7

(1) Valores medios de 16 alícuotas del suelo.

SUELO UGARTECHE**Materia Seca:**

La producción fue restringida, aún con las máximas dosis de fertilizantes. Esta restricción no se debió a una baja disponibilidad de otros nutrimentos, v.gr. el N tuvo una fertilización adecuada y los suelos mendocinos están muy bien provistos en K.

No se realizaron las determinaciones de los contenidos tisulares de los nutrimentos N, K, porque estos parámetros no se vinculan directamente con los rendimientos en plantas cloróticas. Por el contrario, en ellas se ha detectado gran acumulación de N y K (Nijensohn, 1973; Perez Valenzuela et al., 1987).

Fósforo x Hierro:

El efecto positivo del fósforo en la producción de materia seca, disminuyó al aplicar hierro; probablemente, el exceso de hierro interfirió en la función metabólica normal de P de la planta. Este elemento está en el vegetal en concentración total en el límite de "adecuado" (0,30%), y es posible que al incorporar grandes cantidades de hierro al sistema se incremente el fósforo "precipitado" como fosfato de hierro, en detrimento del "metabólicamente activo", llegando a ser éste el constituyente crítico para la respuesta de materia seca. Olsen (1972) recopiló varias de las posibles causas de esta interacción negativa.

Las relaciones de las concentraciones P/Fe son muy variables, y de la Tabla 2 se desprende que la relación "óptima" estaría alrededor de 15, valor que corresponde a los tratamientos de P₈₀, sin aplicación ferroso, que obtuvieron los máximos rendimientos. Pero esta cifra tendrá la elasticidad que le otorga el "consumo de lujo" de estos nutrimentos.

Zinc:

La falta de respuesta a la fertilización con zinc coincidió con la calificación previa del suelo de "bien provisto" en este nutrimento. Los contenidos tisulares están dentro del rango de "apropiados", de 18 a

48 $\mu\text{g g}^{-1}$ (Lockman, citado por Jones and Eck, 1973) para plantas de sorgo en el estado de crecimiento en que se encontraban.

El valor promedio de Zn-DTPA después de cosecha en los suelos fertilizados con zinc, fue el 60% del Zn-DTPA inicial más el agregado.

Fósforo x Zinc:

Las plantas fertilizadas con fósforo presentaron una disminución en la concentración de zinc en sus tejidos (Tabla 2), llegando a niveles que si bien no provocaron disminución de materia seca, podrían llegar a reducir, en etapas posteriores del desarrollo, el rendimiento en granos (Olsen, 1972).

Como causas de la interacción P-Zn Olsen (1972) enumera: i)- una combinación no disponible entre el P y Zn en el suelo; ii)- idem a nivel de raíces; iii)- un efecto de dilución simple provocado por un mayor crecimiento debido al P; y iv)- que el P inhiba metabólicamente al Zn.

Como lo constatado es una disminución de la concentración de Zn en la parte aérea y no fue un efecto de dilución porque también disminuyó la acumulación del mismo, esta interacción se debe a la combinación P-Zn en suelo y/o raíces. Se descartó la posible inhibición metabólica porque no existió depresión del rendimiento.

Tabla 4: Contenidos edáficos de fósforo, hierro y zinc después de la cosecha de sorgo.

Parámetros	Tratamientos	Suelo	
		Malargüe	Ugarteche
$\mu\text{g g}^{-1}$ (1)			
P- H ₂ CO ₃ 1:10	P ₀	3,2	1,7
	P ₈₀	18,3	7,2
Fe-DTPA	Fe ₀	8,1	1,6
	Fe ₁₅	8,8	1,8
Zn-DTPA	Zn ₀	1,6	0,4
	Zn ₁₀	8,7	7,7

(1) Valores medios de 16 alícuotas del suelo.

SUELO UGARTECHE**Materia Seca:**

La producción fue restringida, aún con las máximas dosis de fertilizantes. Esta restricción no se debió a una baja disponibilidad de otros nutrimentos, v.gr. el N tuvo una fertilización adecuada y los suelos mendocinos están muy bien provistos en K.

No se realizaron las determinaciones de los contenidos tisulares de los nutrimentos N, K, porque estos parámetros no se vinculan directamente con los rendimientos en plantas cloróticas. Por el contrario, en ellas se ha detectado gran acumulación de N y K (Nijensohn, 1973; Perez Valenzuela et al., 1987).

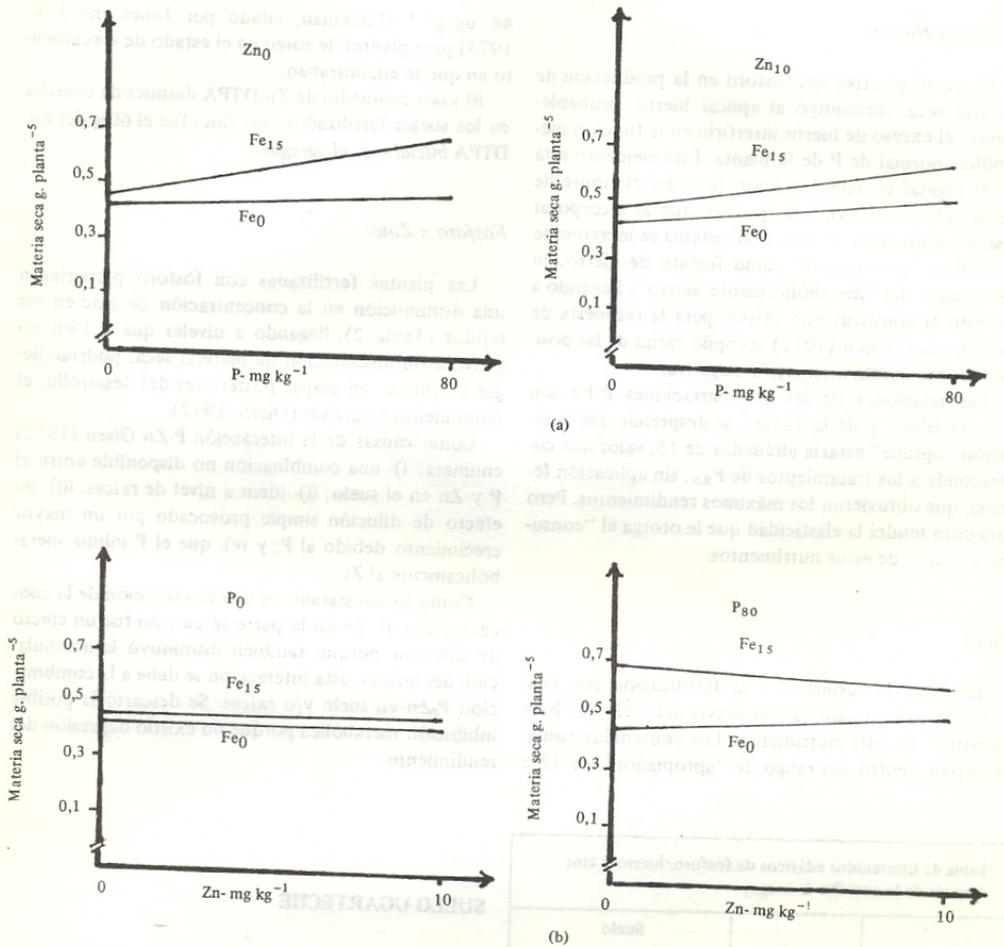


Fig. 2. Suelo Ugarteche. Efecto de la fertilización con P, Fe y Zn en la producción de materia seca en sorgo.

Fósforo:

El $P-H_2CO_3$ 1:10 original es pobre y se manifiesta en el análisis de las plantas con valores muy inferiores a los que Dotzenka et al., citado por Martin y Matocha, (1973) establecen como límite crítico de deficientes (0,14%). Aún con la adición de P_{80} , no se alcanza ese nivel crítico.

Después de cosecha el contenido extraíble del suelo disminuyó 33% en los tratamientos de P_0 y la fertilización realizada dejó un valor medio de fósforo residual apenas superior al nivel de "muy buena" (Tabla 4). Esta capacidad "fijadora" del suelo Ugarteche podría contribuir a la baja captación del P y sería una de las causas de la baja producción de materia seca.

Hierro:

El Fe-DTPA es "pobre" pero ha motivado en las plantas cloróticas concentraciones de Fe total mucho mayores que el "rango normal" (Lockman, 1972): esto podría explicarse porque al ser mínimo el crecimiento vegetativo hubo un efecto de concentración del elemento y a que la capacidad reductora de Fe de las raíces de plantas cloróticas excede a las de las plantas normales (Lingle, Tiffin y Brown, citados por Olsen, 1972). Esta situación se corresponde con resultados obtenidos anteriormente (Perez Valenzuela et al., 1987).

Las aplicaciones ferrosas determinaron que la concentración de Fe total se incrementara en promedio 444%, aunque existe la posibilidad de que parte del mismo corresponda a Fe no absorbido.

La severa clorosis y la respuesta en forma de puntuaciones verdosas al aplicar Fe₁₅, confirman que gran parte de este elemento estaba inactivado metabólicamente y que la determinación total de hierro en los tejidos no es fiel índice de su comportamiento en la nutrición de las plantas.

El Fe-DTPA después de cosecha, también es superior al original (Tabla 4), pero lo importante es que estas variaciones en los contenidos no provoca el cambio de su categoría de disponibilidad.

Fósforo x Hierro:

En este suelo esta interacción fue positiva, pero ese efecto no se reflejó en un incremento considerable de la materia seca como para llegar a valores cercanos a las producciones de plantas normales.

Las relaciones de las concentraciones P/Fe son muy bajas y manifiestan el desbalance nutricional de las plantas de sorgo que vegetan en este suelo y quizás el porqué de la tan baja producción de materia seca, aún en los tratamientos fertilizados con fósforo.

Zinc:

La no respuesta a la fertilización con este elemento, en un suelo calificado como pobre en Zn-DTPA, se puede atribuir a que existen otros nutrimentos - P y/o Fe - más limitantes o críticos que han provocado los bajos niveles de producción y una baja exigencia en dicho elemento.

El valor medio de Zn-DTPA en los tratamientos Zn₀ después de cosecha, es prácticamente similar al original (Tabla 4), pero el del Zn residual en los tratamientos fertilizados en este elemento es muy elevado, 77% de la fertilización realizada.

Los contenidos de Zn en planta no se discuten porque no se logró la determinación analítica de ellos por la escasa materia seca disponible.

CONCLUSIONES

1. Algunos suelos mendocinos son clorosantes "per se".
2. Se comprobó la utilidad de los valores de niveles críticos para Fe en cultivos sensibles, establecidos por Lindsay y Norvell (1978).
3. En el suelo (A) con relación de concentración tisular P/Fe de 15, la aplicación de Fe provocó una disminución del rendimiento.
4. En el suelo (B) las aplicaciones de N, P, Fe y Zn, en las formas y oportunidad utilizadas, no lograron mejorar en forma considerable los rendimientos ni los síntomas de clorosis.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Prof. Ing. Agr. León Nijensohn por la lectura crítica del presente manuscrito.

REFERENCIAS

- Jones, J.B. y H.V. Eck. 1973. Plant analysis as an aid in fertilizing corn and grain sorghum. p. 349-364. En Walsh y Beaton (ed.). Soil Testing and Plant Analysis. Soil Sci. Soc. of Amer.; Madison, Wis.
- Lindsay, W.L. y W.A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am., 42: 421-428.
- Lucas, E. y B.D. Knezek. 1972. Climatic and soil conditions promoting micronutrient deficiencies in plants. p. 265-288. En Mortvedt et al. (ed.). Micronutrients in Agriculture. Soil Sci. Soc. of Amer.; Madison, Wisc.
- Martin, W.E. y J.E. Matocha. 1973. Plant analysis as an aid in the fertilization of forage crops. p. 393-426. En Walsy Beaton (ed.). Soil Testing and Plant Analysis. Soil Sci. Soc. of Amer.; Madison, Wis.
- Nijensohn, L. 1973. Relaciones suelo: planta en la clorosis férrica. Revista Fac. Cienc. Agrarias XIX (1-2): 147-176, Mendoza.
- Nijensohn, L. y D.C. Pizarro. 1959. Reseña edafológica de las Estaciones Experimentales del Instituto de Investigaciones de la Vid y del Vino de la Provincia de Mendoza. Inst. Prov. Agrop., Bol. Tecn. Nro. 1: 245-300.
- Olsen, S.R. 1972. Micronutrient interactions. p. 243-264. In J.J. Mortvedt et al. (ed.). Micronutrients in Agriculture. Soil Sci. Soc. of Amer.; Madison, Wis.
- Pérez Valenzuela, B.R., J.A. Maffei y F.S. Olmos. 1987. Influencia de los contenidos hídricos del suelo en la clorosis férrica de la vid. Actas XI Jornadas de Investigación de la Univ. Nac. de Cuyo, Res. Nro. 179.
- Pérez Valenzuela, B.R., L. Nijensohn, J.A. Maffei y F.S. Olmos. 1987. Clorosis férrica de la vid en Cuyo. I. Parámetros tisulares y edáficos asociados a su presencia. Informes Científicos y Técnicos Nro. 37 del Instituto de Suelos y Riego, Fac. Cienc. Agr., U.N. Cuyo.