

**NOTA DE INVESTIGACION**

**CONCENTRACIONES FOLIARES DE MICROELEMENTOS**

**EN PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.)**

Schroeder, María A; Martínez, Gloria C.  
Cátedra de Química Analítica. Facultad de Ciencias Agrarias. UNNE.

**RESUMEN**

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) requiere para su normal desarrollo y óptima producción niveles adecuados de micronutrientes. En la provincia de Corrientes, no existen parámetros nutricionales adaptados al clima, suelo y manejo del pimiento, utilizándose estándares establecidos para otras zonas de cultivo. Fue objetivo de este trabajo evaluar las concentraciones foliares de Cu, Mn, Fe y Zn en cultivos protegidos de pimiento en la zona de Santa Ana, Corrientes, en distintas épocas del año, en referencia a parámetros estándares existentes para países desarrollados (EE.UU y España). Se tomaron muestras foliares durante tres meses y tres campañas en distintos establecimientos de la zona. Las unidades muestrales fueron plantas seleccionados al azar de invernaderos, con similares condiciones de manejo y fertilización. Se tomaron 50 hojas enteras, jóvenes totalmente maduras con pecíolo durante la floración determinándose las concentraciones de microelementos por espectrometría de absorción atómica.

Se concluyó que las concentraciones foliares de Fe fueron normales al inicio del cultivo, y altas durante los muestreos siguientes. Las de Mn y Zn fueron normales durante todo el ciclo. Y las de Cu altas, debido al uso de productos fitosanitarios. No se registraron concentraciones deficientes de ningún microelemento y las que fueron excesivas, no produjeron síntomas de toxicidad.

**Palabras clave:** Pimiento, *Capsicum*, micronutrientes

**SUMMARY**

Pepper (*Capsicum annuum* L.) crop requires right micronutrient levels for its normal development and optimum yields. In Corrientes province, there is not nutritional parameters adapted to climatic and soil conditions, to pepper crop usual management strategies; therefore, other regions established standards are used. The objective of this work was to evaluate foliar Cu, Mn, Fe and Zn foliar concentrations in pepper crop managed under protection, and to compare statistically these values with existing standard in developed countries (U.S.A. and Spain). Foliar samples were taken

during three months in a three years period in different horticultural farms. Samples units were taken at random in selected greenhouses, with similar management and fertilization conditions. Fifty whole leafs were taken during flowering time; young, completely mature, with petiole. Microelements concentration was determinate with atomic absorption spectrometer.

We conclude that foliar Fe concentrations were normal at crop beginning and high during following samplings. Zn and Mn levels were normal in the complete crop cycle. Cu concentrations were high because of phytosanitary products uses. There were not registers about deficient concentrations for any element, and those that were excessive did not cause toxicity symptoms.

**Key words:** Pepper, *Capsicum*, micronutrient

**ANTECEDENTES**

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una especie perenne, perteneciente a la familia *Solanaceae* y originaria de América del Sur, desde donde se expandió al resto del mundo. En la Argentina, al igual que en otros países de zonas templadas y tropicales, se lo cultiva en forma anual y tiene un alto valor económico. En la provincia de Corrientes, este cultivo es uno de los más importantes para la economía regional. En el Departamento San Cosme, la superficie cultivada con pimiento bajo cubierta plástica es de 3 a 5 hectáreas y el rendimiento promedio obtenido en las campañas 2000, 2001 y 2002 fue de 82,24 tn. ha<sup>-1</sup>, lo que representa aproximadamente el 1,18 % de la producción total de la provincia. Siendo la campaña 2000 en donde se obtuvieron los rendimientos menores (78 tn. ha<sup>-1</sup>) y en la 2002 los mayores (87 tn. ha<sup>-1</sup>) y la producción promedio de la zona es de 8 a 10 kg. m<sup>-2</sup> de fruta.

En este cultivo, el aporte de los micronutrientes se realiza generalmente a través de las fertilizaciones foliares, las que resultan indispensables para lograr el aumento de la producción y calidad de los frutos (Pereira y Mello, 2002). Csizinszky (1986) logró aumentar la producción total de tomates a partir de aplicaciones foliares semanales de biofertilizantes, (Souza, 2000).

Los microelementos participan en los procesos fisiológicos de los vegetales, aquellos que presentan valencias múltiples intervienen en los sistemas enzimáticos actuando en las reacciones de oxidación-reducción, tales como la reducción de nitratos, fotosíntesis, fijación de nitrógeno, oxidaciones terminales, etc. (Loué, 1986).

Las concentraciones de los microelementos de los tejidos vegetales son muy variables, algunos como el hierro y el manganeso pueden superar los 500 mg. Kg<sup>-1</sup>, llegando a ser tóxicos en concentraciones excesivas. Incluso la carencia de un microelemento puede ser provocada por el exceso de otro, que realiza sobre la planta una acción de bloqueo (Chapman y Pratt, 1973; López Ritas y López Mérida, 1990; Loué, 1986).

El análisis foliar es una herramienta que sirve para confirmar la presencia de nutrientes y detectar sus carencias o excesos; es así que las concentraciones foliares de los mismos asociadas al desarrollo de la planta son indicadores de la medida en que los micronutrientes son asimilados (Loué, 1986).

Las plantas tienen necesidad de una alimentación regular de Fe para asegurar su correcto crecimiento. Las deficiencias de este elemento son por lo general deficiencias inducidas, resultantes de una mala asimilación, provocada por diferentes factores: pH elevado del suelo, exceso de iones cálcicos, bicarbonatos en la solución del suelo y las interacciones con otros elementos. Es muy raro encontrar clorosis férricas provocadas por deficiencias de Fe en el suelo, sólo se limita a suelos arenosos, degradados y suelos turbosos (Wood y Kenny, 1968).

El Mn en el vegetal se comporta en forma similar a los metales alcalinos térreos (calcio y magnesio) y los metales pesados hierro y cinc, es por ello que estos cationes y en especial el magnesio pueden afectar la absorción y transporte del manganeso en la planta. A su vez este elemento puede reducir la absorción de los cationes, hierro especialmente (Lohnis, 1960; Maas, *et al* 1969).

El manganeso se transporta a los tejidos meristemáticos, siendo las plantas jóvenes en general, las que presentan las mayores concentraciones de este elemento (Amberger, 1973).

El Zn se desempeña como cofactor de enzimas (anhidrasa carbónica, deshidrogenasas) (López Ritas y López Mérida, 1990; Loué, 1986). El exceso de cinc se da a partir de los 400 mg. Kg<sup>-1</sup> sin que se pueda fijar realmente el umbral de toxicidad. Altos contenidos de este elemento provocan una disminución de las concentraciones de hierro y fósforo (Adriano *et al* 1971).

El Cu participa en ciertas reacciones de oxidación-reducción, como constituyente de numerosas enzimas (oxidasa, citocromo oxidasa, etc.), en la fotosíntesis, metabolismo de las paredes celulares (síntesis de ligninas), fijación de nitrógeno y degradación de las proteínas (López Ritas y López Mérida, 1990; Loué, 1986). El signo más claro del exceso de cobre es la inducción de una clorosis férrica, la toxicidad de este elemento se manifiesta mediante la reducción de la absorción de iones fosfatos y férricos (Spencer, 1966).

La comunicación personal con técnicos y extensionistas de la zona evaluada puso en evidencia la inexistencia de parámetros adaptados al clima, tipo de suelo y características de manejo al que está sujeto el pimiento en nuestra región. Debiendo entonces guiarse a partir de estándares ya establecidos para otras zonas de cultivo.

Fue objetivo de este trabajo evaluar las concentraciones foliares de Cu, Mn, Fe y Zn en cultivos protegidos de pimiento en la zona de Santa Ana, Corrientes, en distintas épocas del año, en referencia a parámetros estándares existentes para países desarrollados (EE.UU y España).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se tomaron muestras foliares de cultivos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo cubierta plástica en los meses de abril, agosto y noviembre de 2000, 2001 y 2002 en establecimientos hortícolas de la localidad de Santa Ana, (Latitud 27°26'60"; Longitud 58°40'00" W; Altitud 62 m.s.n.m.), provincia de Corrientes, Argentina, ubicados sobre suelos Udipsament árgicos, de la serie Ensenada Grande.

Las unidades de muestreo fueron plantas provenientes de veinte invernáculos seleccionados al azar, con similares condiciones de manejo y fertilización, cada invernáculo tiene una superficie aproximada de 1200 m<sup>2</sup>, con 480 a 500 plantas por invernáculo y con una densidad de plantación de 2,5 plantas. m<sup>-2</sup>. La fertilización de base en los mismos consistió en el agregado de 8 a 10 kg. m<sup>-2</sup> de estiércol de vaca, 50 g. m<sup>-2</sup> de cal o dolomita, fosfato diamónico 25 g. m<sup>-2</sup>, sulfato de magnesio y potasio 22 g. m<sup>-2</sup>. Las plantas recibieron fertirriego diario, incorporándose a través de él nitrato de potasio, nitrato de calcio, cloruro de potasio a razón de 6 kg por invernáculo. También durante el período de fructificación se incorporaron nitrato de amonio, sulfato de magnesio y fosfato diácido de potasio. Los micronutrientes fueron suministrados a través de fertilizaciones foliares, Zn y Fe especialmente, intensificando el aporte de Mn y Cu durante el desbrote y deshoje de las plantas para prevenir ataques fúngicos. Los

mismos fueron aportados a través de productos comerciales, como ser fertiloncombi -2 (Mn 3,05%, Fe 4,4%, Cu 0,51%, Zn 4,1%, B 1,4%, Mo 0,06%, Co 0,01%), mancozeb 80% y oxiclورو de cobre.

De cada invernáculo se tomaron 50 hojas enteras, jóvenes totalmente maduras con peciolo durante la floración. Cada muestra fue desecada en estufa a 80 - 100°C hasta peso constante y molida en molinillo tipo Willey de malla 20 determinándose las concentraciones de Cu, Mn, Fe y Zn por espectrometría de absorción atómica.

Debido al intenso ataque de insectos y patógenos fúngicos el muestreo correspondiente al mes de noviembre de 2002 no pudo realizarse.

Se compararon las medias muestrales mediante prueba de "t" al nivel  $\alpha = 0,05\%$ , para cada una de las variables analizadas con los valores medios de concentración para pimiento, determinados en la época de floración, citados por la Junta de Extremadura (1992) y Mills & Benton Jones (1996)

**RESULTADOS**

Las medias de los valores normales extremos considerados como referencia y las concentraciones foliares medias encontradas en los cultivos muestreados se consignan en los Cuadros 1 y 2.

Cuadro 1: Concentraciones medias obtenidas en pimiento y medias de valores normales establecidos por la Junta de Extremadura (1992).

Nutriente	Época de muestreo	Concentraciones medias (mg. Kg <sup>-1</sup> )			Media de referencia (mg. Kg <sup>-1</sup> )
		2000	2001	2002	
Manganeso	Abril	143.7 a	260 b	272.1 b	145 a
	Agosto	306.2 b	236 b	223.3 b	
	Noviembre	120 b	123.7 b	-	
Cobre	Abril	155.5 b	156.1 b	37.31 b	15.5 a
	Agosto	229.3 b	216.05 b	193.22 b	
	Noviembre	248.7 b	393.4 b	-	
Hierro	Abril	90.53 b	466.6 b	111.2 b	140.5 a
	Agosto	260 b	478.5 b	105.03 b	
	Noviembre	284.2 b	394.43 b	-	
Cinc	Abril	71.53 b	135.7 b	143.46 b	42.5 a
	Agosto	26.27 b	111.3 b	90.61 b	
	Noviembre	41.25 a	28.75 b	-	

Letras iguales no hay diferencia significativa ( $\alpha = 0,05$ )

Cuadro 2: Concentraciones medias obtenidas en pimiento y medias de valores normales establecidos por H. Mills & Benton (1996).

Nutriente	Época de muestreo	Concentraciones medias (mg. Kg <sup>-1</sup> )			Media de referencia (mg. Kg <sup>-1</sup> )
		2000	2001	2002	
Manganeso	Abril	143.7 a	260 b	272.1 b	150 a
	Agosto	306.2 b	236 b	223.3 b	
	Noviembre	120 b	123.7 b	-	
Cobre	Abril	155.5 b	156.1 b	37.31 b	15.5 a
	Agosto	229.3 b	216.05 b	193.2 b	
	Noviembre	248.7 b	393.4 b	-	
Hierro	Abril	90.53 b	466.6 b	111.2 b	180 a
	Agosto	260 b	478.5 b	105.3 b	
	Noviembre	284.2 b	394.43 b	-	
Cinc	Abril	71.53 b	135.7 b	143.4 b	110 a
	Agosto	26.27 b	111.3 a	90.61 b	
	Noviembre	41.25 b	28.75 b	-	

Letras iguales no hay diferencia significativa ( $\alpha = 0,05$ )

### **Hierro:**

La media de las concentraciones foliares de Fe del mes de abril fue significativamente inferior ( $p < 0,05$ ) a las concentraciones medias consideradas como referencia, para las campañas 2000 y 2002, pero fue significativamente mayor a esa media en la campaña 2001. Las concentraciones de Fe detectadas en las distintas unidades muestrales se encontraron dentro de los valores considerados normales para este cultivo por ambas referencias bibliográficas ( $60$  y  $300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ).

En los muestreos de agosto y noviembre correspondientes a las campañas 2000 y 2001, se obtuvo una media de concentraciones foliares de hierro significativamente mayor a las medias de referencia, siendo sólo en el 2001, las concentraciones de Fe superiores a  $300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  para la mayoría de las unidades muestrales y por lo tanto, altas de acuerdo a lo establecido por la Junta de Extremadura (1992) y Mills & Benton (1996). En tanto que la media obtenida para agosto de la campaña 2002 fue significativamente inferior, aunque estas concentraciones foliares estuvieron dentro del rango considerados normales para el pimiento.

En estudios realizados para once cultivos diferentes, entre los cuales se encuentra el pimiento, Walliham (1966) determinó concentraciones que le permitieron establecer intervalos de deficiencias y de valores óptimos para este nutriente. En general admite que los contenidos inferiores a  $50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (en relación a materia seca) corresponden a estados de deficiencia, apareciendo signos de clorosis con cantidades del orden de  $30$  a  $40 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . El rango de concentraciones normales es amplio, de  $50$  a  $500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Trabajos realizados por Loué (1986), indican que el contenido de hierro en plantas jóvenes es más elevado, sin especificar a cuál especie se refiere, generalmente no sobrepasan los  $400 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . En este trabajo se observó que el pimiento tuvo un comportamiento totalmente distinto, ya que las mayores concentraciones de hierro se obtuvieron hacia el final del ciclo del cultivo y fueron más bajas en las plantas jóvenes.

### **Manganeso:**

La media de las concentraciones foliares de manganeso obtenidas no difirieron a las medias de referencia en abril del 2000, pero fueron significativamente mayores para el mismo momento de muestreo en las dos campañas siguientes. En agosto la media fue significativamente mayor durante las tres campañas. En tanto que fue significativamente

inferior a las medias citadas por ambas bibliografías en el mes de noviembre de 2000 y 2001, pero estas concentraciones de manganeso se mantuvieron siempre dentro del rango considerado normal para este cultivo ( $90$  a  $250 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Sólo se presentaron valores superiores a los normales en aquellas unidades muestrales que fueron tratadas con productos fitosanitarios ricos en este elemento (mancozeb).

Loué (1986) demuestra que los contenidos de manganeso en las plantas, en general, presentan una gran variabilidad de valores. Las plantas deficientes en este elemento son generalmente aquellas con concentraciones foliares inferiores a  $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Los contenidos normales están entre  $20$  y  $500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Existen pocas referencias acerca de los contenidos excesivos y tóxicos. Pero se admite que la toxicidad comienza a partir de las  $500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . El nivel crítico de deficiencia foliar para numerosas especies se sitúa a las  $15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  en las hojas (Loué, 1986). En este trabajo no se obtuvieron valores extremos, inferiores a  $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  o superiores a  $500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  para este cultivo.

### **Cobre:**

Las concentraciones foliares de cobre fueron significativamente mayores en todos los momentos de muestreo de las tres campañas consideradas, obteniéndose concentraciones por encima de  $20$  y  $25 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , por lo que se hallan dentro del rango de valores considerados altos por la bibliografía consultada. El contenido de cobre es considerado deficiente cuando es menor a  $4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  y normal entre  $5$  y  $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , el exceso se iniciaría a partir de  $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . La fertilización foliar con productos cúpricos anticriptográficos constituye una fuente considerable de error en caso de que no se tomen las precauciones necesarias en el muestreo y en el lavado de las hojas (Loué, 1986). Los fungicidas pueden presentar cantidades no despreciables de microelementos relativamente asimilables por los cultivos (Trocmé, 1970), incluso pueden prevenir y corregir problemas de deficiencias en algunos de ellos, sobre todo en el caso del cobre, donde los tratamientos fúngicos aportan cantidades de este elemento muy superiores a las necesidades de los cultivos y acarrear problemas de toxicidad. A través de la comunicación personal con los técnicos dedicados al manejo de las explotaciones que fueron objeto de estudio, se pudo corroborar el aporte intenso de manganeso y cobre durante el desbrote y deshoje de los plantas para prevenir ataques fúngicos, lo que explicaría los valores tan altos de este elemento detectados en los cultivos, que en ningún

momento pusieron en evidencia signos de toxicidad.

#### Cinc:

En la campaña 2000, la media de las concentraciones foliares de cinc fue significativamente inferior a la media de referencia citada por la Junta de Extremadura ( $42,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), para el muestreo de agosto y superior en el de abril, pero no se encontraron diferencias significativas en el mes de noviembre. En tanto que, al comparar la media de las concentraciones foliares obtenida con la media citada por Mills y Benton (1996) ( $110 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), se encontró que fue significativamente inferior a ella durante toda la primer campaña, aunque dentro de rangos normales para el cultivo ( $20 - 200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). En las campañas siguientes, 2001 y 2002, las medias encontradas fueron significativamente mayores a ambas medias de referencia, a excepción de agosto y noviembre de 2001, donde fue significativamente inferior a la misma. Si tomamos como referencia los contenidos de cinc normales citados por la Junta de Extremadura (1992) (entre  $20$  y  $60 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), las concentraciones foliares obtenidas de este elemento fueron normales en el año 2000, noviembre del 2001 y altas en los restantes muestreos de las campañas 2001 y 2002; mientras que si tomamos como referencia los contenidos de cinc considerados normales por Mills & Benton (1996), las concentraciones foliares de este elemento se mantuvieron normales durante las tres campañas analizadas. Según Chapman (1966) para un gran número de plantas, el contenido foliar de cinc correspondiente a la deficiencia son inferiores a  $25 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (en relación a la materia seca), en tanto que los normales van desde  $25$  a  $150 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  y el exceso comenzaría recién a partir de los  $400 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . en el presente trabajo nunca se obtuvieron valores que puedan considerarse excesivos y se observó que el contenido de cinc disminuye para este cultivo en el tercer muestreo; esto último coincide con lo expresado por Loué (1986), quien sostiene que el contenido de este elemento tiende a disminuir a medida que la planta se acerca a la madurez, por lo que las hojas superiores son en general más ricas que las inferiores.

#### CONCLUSIONES

Las concentraciones foliares de Fe fueron normales durante el inicio del cultivo, tendiendo a aumentar y continuar altas durante los muestreos siguientes.

Las de Mn, se encuentran dentro de rangos considerados normales durante todo el ciclo del cultivo, para las tres campañas consideradas. Las de Cu, en cambio, son altas durante todo el ciclo del cultivo, debido fundamentalmente al excesivo uso que se hace de productos fitosanitarios que contienen este elemento, y las de Zn son normales durante todo el ciclo del cultivo.

En ningún momento se registraron concentraciones foliares deficientes de ninguno de los microelementos considerados, y si bien en algunos casos se encontraron concentraciones de Fe y Cu por encima de los valores considerados normales, no se observaron síntomas de toxicidad.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Adriano, D.C.; Paulsen, G.M.; Muephy, L.S. 1971. Phosphorus – iron and phosphorus – zinc relationships in corn seedlings as affected by mineral nutrition. *Agron. J.* 63: 36 – 39.
- Amberger, A.L. 1973. Die roll des mangans in stoffwechsel der pflanzen. *Agrochimica* 17: 69 – 83.
- Chapman, H. D. 1966. Diagnostic criteria for plants and soils. Univ. Of California.
- Chapman, H.D. y Pratt, F. P. 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Ed. Trillas. México. 195 pp.
- Csizinszky, A.A. 1986. Response of tomatoes to foliar bioestimulant sprays. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. Vol. 99: 353 –358.
- Junta De Extremadura. 1992. "Interpretación de análisis de suelo, foliar y agua de riego. Consejo de Abonado (Normas Básicas)". Ed. Mundi Prensa. Cap II: 210.
- López R. y López Mérida, J. 1990. El diagnóstico de suelos y plantas. Ed. Mundi Prensa. Madrid. IX: 252 - 253.
- Lohnis, M. P. 1960. Effect of magnesium and calcium supply on the uptake of manganese by various crop plants. *Plant Soil* 12, 339 - 376.
- Loué, A. 1986. Los microelementos en agricultura. Ed. Mundi Prensa. Madrid. 166 pp.
- Maas, E.V.; Moore, D.F. y Mason, B.J. (1969) Influence of calcium and magnesium on manganese absorption. *Plant Physiol* 44, 796 - 800.
- Mills, H.A. y Benton Jones, J. Jr. 1996. *Plant Analysis Handbook II*. Pág. 361
- Pereira H. S; Mello, S. C.. 2002. Foliar fertilizer applications on nutrition and yield of sweet pepper and tomato. *Hortic. Bras. Brasilia*. Vol. 20.
- Souza, J. L. 2000. Nutricao organica com biofertilizantes foliares na cultura do pimentao en sistema organico. *Hort. Bras. Brasilia*. Vol 18: 828- 929. (suplemento)
- Spencer, W. F. 1966. Effect of cooper on yield and uptake of phosphorus and iron by citrus seedlings grown at various phosphorus levels. *Soil Sci.* 102 : 296 – 299.
- Trocmé, S. 1970. Influence de la fertilisation et de diverses techniques de culture sur l' alimentation des plantes en oligo - éléments. *Ann. Agron.* 21, 519 -548.
- Walliham, E. F. 1966. Iron, In diagnostic criteria for plants and soils. Univ. Of California. 15 : 203 – 212.
- Wood, M.J.; Kenny, T. 1968. Nutricional and cultural aspects of peat as a growing medium for tomatoes. *Proc. of 6<sup>th</sup> Colloq. Int. Pot. Inst.* 342 – 351.