



Terra Latinoamericana

E-ISSN: 2395-8030

terra@correo.chapingo.mx

Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo,
A.C.
México

Velasco Velasco, Vicente Arturo; Trinidad Santos, Antonio; Tirado Torres, Juan Luis; Téliz Ortíz, Daniel; Martínez Garza, Ángel; Cadena Hinojosa, Mateo
Efecto de algunos nutrimentos en plantas de chile de agua infectadas con virus
Terra Latinoamericana, vol. 16, núm. 4, octubre-diciembre, 1998, pp. 317-324
Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.
Chapingo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57316404>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

EFFECTO DE ALGUNOS NUTRIMENTOS EN PLANTAS DE CHILE DE AGUA INFECTADAS CON VIRUS

Effect of Some Nutrients on 'Chile de Agua' Plants Infected with Virus

Vicente Arturo Velasco Velasco¹, Antonio Trinidad Santos², Juan Luis Tirado Torres², Daniel Téliz Ortiz³, Angel Martínez Garza⁴ y Mateo Cadena Hinojosa⁵

RESUMEN

El chile de agua (*Capsicum annuum* L.) es una hortaliza que tiene gran importancia económica y social en los Valles Centrales de Oaxaca, donde se cultiva y se consume ampliamente. Desde 1986, las plantas han presentado el "chino" o "mosaico" en el follaje, cuyos síntomas son característicos de la enfermedad ocasionada por los virus. Con el propósito de entender este problema, bajo condiciones de invernadero se llevó a cabo un ensayo con la omisión de uno o más nutrientes en la solución nutritiva, sobre el desarrollo y rendimiento de plantas de chile de agua, sanas y enfermas de virus. Se detectaron los virus del mosaico del tabaco y del jaspeado del tabaco en plantas infectadas. La altura de la planta, la producción de frutos y la producción de biomasa seca total fueron significativamente inferiores en las plantas enfermas de virus que en las sanas. La solución nutritiva permitió un mejor crecimiento y producción en las plantas sanas y enfermas que las otras soluciones con elementos faltantes. Las plantas enfermas mostraron mayor concentración de N y P, y menor concentración de K, Ca y Mg en promedio. En las plantas enfermas de virus se observó alteración en el contenido y distribución nutrimental, comparadas con plantas sanas.

Palabras clave: *Virosis, nutrición, Capsicum annuum L., chile.*

¹ Instituto Tecnológico Agropecuario No. 23, 68120 Oaxaca, Oax. Tel. y fax: (951) 70788.

² Instituto de Recursos Naturales, ³ Instituto de Fitosanidad, ⁴ Instituto de Socioeconomía e Informática, Colegio de Postgraduados, 56230 Montecillo, México. Tel. y fax (595) 41474.

⁵ Campo Experimental Valle de México-INIFAP, 56230 Chapingo, México.

Aceptado: Septiembre de 1998.

SUMMARY

'Chile de agua' (*Capsicum annuum* L.) is a vegetable with high economical and social importance in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico, where it is cultivated and consumed intensively. Since 1986, the plants' foliage showed 'chino' or 'mosaic' symptoms, typical of the disease caused by viruses. With the purpose to understand this problem, an assay was carried out under greenhouse conditions to study the effect of the omission of one or more elements in the nutrient solution on the growth and yield of infected and healthy 'chile de agua' plants. Tobacco mosaic viruses and tobacco etch viruses were detected in infected plants. The height of the plant, yield of fruit and total dry matter were significantly lower in plants infected by virus as compared with healthy plants. The complete nutrient solution treatment favored the growth and yield of both, infected and healthy plants as compared to the other nutrient solutions. The infected plants showed higher concentration of N and P, and lower concentration of K, Ca and Mg. In the plants infected by virus a different pattern of concentration and distribution of nutrients as compared with healthy plants was observed.

Index words: *Viruses, nutrition, Capsicum annuum L., chili.*

INTRODUCCION

El chile de agua (*Capsicum annuum* L.) es un cultivo de gran importancia económica, social y de consumo local en los Valles Centrales de Oaxaca. Anualmente se siembran 1500 ha con un rendimiento promedio de 6 a 8 t ha⁻¹ (información de productores), en donde se ocupan de 120 a 150 jornales ha⁻¹, en las diferentes etapas del desarrollo del cultivo. A partir de 1986 apareció en la región la enfermedad

conocida como "chino" o "mosaico" de la planta. Los síntomas de amarillamiento, achaparramiento, deformación de hojas y frutos son similares a los síntomas reportados por la incidencia de virus en las plantas de chile (Green y Kim, 1991; Black *et al.*, 1993).

Pozo (1983) y Garzón (1984) mencionan que entre los virus más comunes de Chile se reportan los siguientes: del jaspeado del tabaco (TEV), del mosaico del tabaco (TMV), del mosaico del pepino (CMV), del enanismo arbustivo del tomate (TBSV), del moteado del chile (PepMoV) y del cascabelero del tabaco (TRV).

Los estudios han inferido que en la planta, al presentar un desarrollo anormal por infección de algún tipo de virus, pueden haber desarreglos en los procesos de absorción y translocación de nutrientes, de tal manera que puede presentarse alteración en la concentración nutrimental en el tejido vegetal (Allam *et al.*, 1980; Tschén *et al.*, 1983; Kaplan y Bergman, 1985; Hayasaka *et al.*, 1989; Annanurova *et al.*, 1992; Pennazio y Roggero, 1993). En condiciones de deficiencia o concentración excesiva de algún o algunos nutrientes específicos, la planta puede ser más susceptible a la infección viral (Kotuc y Vanek, 1992).

Las observaciones de campo y estudios realizados sobre la fertilización muestran que las plantas que reciben una nutrición balanceada son más tolerantes a las enfermedades, y además presentan una mayor capacidad para resistir nuevas infecciones que cuando uno o más nutrientes se encuentran en cantidades deficientes o desbalanceadas en el medio de cultivo (Graham, 1983; Agrios, 1985; González, 1996). Por lo anterior, un cultivo infectado de virus y desarrollado bajo condiciones de fertilización balanceada, puede ofrecer un mayor rendimiento que cuando no se toma en cuenta esta práctica (González, 1996).

Con relación al efecto de los virus sobre la nutrición mineral de las plantas, Martín (1976) y Kaplan y Bergman (1985) señalan que este tema ha sido poco estudiado. Las enfermedades causadas por virus alteran el contenido nutrimental del hospedero (Kaplan y Bergman, 1985). En varios trabajos se ha observado que la concentración de algunos nutrientes aumenta en las plantas infectadas con algún tipo de virus (Thomas y McLean, 1967; Bergman *et al.*, 1974; Chakraborty *et al.*, 1995; González, 1996), entre ellos el P. Por el contrario, en

otros trabajos se encontró que ciertos nutrientes disminuyeron su concentración, entre ellos, el K con más frecuencia (Cordrey y Bergman, 1979; Tschén *et al.*, 1983; Hayasaka *et al.*, 1989; Hong y Shi, 1991; González, 1996). También existen reportes que indican que la concentración de los nutrientes en las plantas enfermas no cambian (Hoveland *et al.*, 1954; Bergman y Boyle, 1962; Singh y Awasthi, 1969). Estas variaciones de la concentración nutrimental, dependen del tipo de virus, de la especie de la planta, de la disponibilidad de los nutrientes, y de otros factores (Kaplan y Bergman, 1985).

Considerando la información anterior y el problema de virosis que existe en el Chile de agua en los Valles Centrales de Oaxaca, se planteó el presente trabajo con el objeto de identificar el o los virus presentes en las plantas, estudiar la respuesta de las plantas sanas y enfermas a una solución nutritiva completa o soluciones nutritivas con uno o más elementos faltantes sobre la altura de la planta, producción de fruto, producción de biomasa seca total y en el contenido nutrimental.

MATERIALES Y METODOS

Etiología de la Enfermedad

Para identificar el agente viral en el Chile de agua, se trajeron muestras de plantas enfermas de los Valles Centrales de Oaxaca al Colegio de Postgraduados, y se hicieron pruebas serológicas por inmunosorbencia con enzimas conjugadas (ELISA) utilizando el método de Clark y Adams (1976; 1977) y adaptado por Téliz y Mora (1986). Los antisueros y conjugados utilizados fueron para los virus del mosaico del tabaco (TMV), del jaspeado del tabaco (TEV), y virus X (PXV), Y (PYV) y S (PSV) de la papa. Para definir el límite mínimo de la presencia o ausencia del virus, se procedió de acuerdo con la fórmula promedio del testigo negativo, más tres veces su desviación estándar, propuesta por Sutula *et al.* (1986).

Ensayo de Invernadero

En los Valles Centrales de Oaxaca se obtuvieron plantas de Chile de agua de un almácigo puesto en suelo (45 días después de la siembra), de 8 cm de altura en promedio (dos hojas verdaderas), donde se seleccionaron plantas sanas y enfermas que presentaban síntomas del "chino" o "mosaico". En un

invernadero del Colegio de Postgraduados, se instaló el ensayo con plantas sanas y enfermas donde se estudió el efecto de la solución nutritiva completa y soluciones nutritivas con ausencia de uno o más de los siguientes elementos esenciales: N, P, K, Ca y Mg (Cuadro 1). Se formaron 12 tratamientos que se aplicaron a plantas sanas y enfermas. Como sustrato inerte se utilizó arena de río lavada y agrolita en relación 3:1 para favorecer la aireación del sistema radical, en macetas de plástico de 3 L de capacidad. Los tratamientos se distribuyeron en bloques al azar con cuatro repeticiones. Una unidad experimental se integró con una planta colocada en una maceta de plástico; de esta forma, cada grupo de plantas sanas y enfermas tuvo 48 unidades experimentales.

La relación de tratamientos se presenta en el Cuadro 1, y los reactivos empleados y las concentraciones de éstos para preparar las soluciones nutritivas fueron los siguientes: NH_4NO_3 1N, 7 me L^{-1} ; $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 1N, 1 me L^{-1} ; K_2SO_4 0.5N, 4 me L^{-1} ; CaCl_2 0.5N, 2 me L^{-1} ; y $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1N, 1 me L^{-1} . Para los microelementos los reactivos fueron: H_3BO_3 , 50 g L^{-1} ; MnSO_4 , 41 g L^{-1} ; ZnSO_4 , 9.0 g L^{-1} ; y CuSO_4 , 4.5 g L^{-1} . Al preparar las soluciones nutritivas con agua destilada se adicionó 1 mL de la mezcla de micronutrientes por cada litro de solución, y 1 mL de Fe-EDTA, como lo indica Hewitt (1966). Los riegos se efectuaron diariamente por subirrigación. Antes del riego, cada solución nutritiva se aforó al nivel inicial (4.5 L) con agua destilada y se ajustó el pH a 5.5 ± 0.1 con H_2SO_4 1N. Dichas soluciones fueron renovadas cada semana.

Los parámetros analizados fueron: altura de la planta que se midió al final del ensayo, considerando desde la base del tallo hasta el ápice más alto de la planta; rendimiento de fruto, esto se realizó cuando los frutos alcanzaron su madurez comercial, evaluándose a los 115 días después del trasplante en las plantas sanas, y a los 100 días en las plantas enfermas, debido a que estas últimas por efecto de la virosis, ya no presentaban mayor desarrollo; rendimiento de biomasa seca total, se incluyeron las hojas, tallos, raíces y frutos, secados en una estufa con circulación de aire forzado por 72 h a 65 °C. Se evaluó la concentración de los nutrientes N, P, K, Mg y Ca en cada órgano; el N se determinó por el método semi-microkjeldahl para incluir nitratos (Bremner, 1965). Después de la digestión húmeda del tejido vegetal, el P se determinó, por el método de vanadato molibdato amarillo

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el ensayo de plantas de chile de agua, sanas y enfermas de virus, desarrolladas bajo condiciones de invernadero[†].

Trat. No.	Descripción				
1	N	P	K	Ca	Mg
2	-	P	K	Ca	Mg
3	N	-	K	Ca	Mg
4	N	P	-	Ca	Mg
5	N	P	K	-	Mg
6	N	P	K	Ca	-
7	-	-	K	Ca	-
8	N	-	-	-	-
9	-	P	-	-	-
10	-	-	K	-	-
11	-	-	-	Ca	-
12	-	-	-	-	Mg

[†] Todos los tratamientos contienen microelementos.

(Jackson, 1964), K por el método de flamometría (Berneking y Schrenk, 1957; Isaac y Kerber, 1971) y calcio y magnesio por absorción atómica (Bradfield y Spencer, 1965; Isaac y Kerber, 1971). Los nutrientes en el tejido vegetal se determinaron en una sola muestra obtenida de las cuatro repeticiones del ensayo, y no se hizo análisis estadístico.

Para la interpretación de resultados, a cada una de las variables dependientes se les realizó análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey, utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System Institute Inc., 1988).

RESULTADOS Y DISCUSION

Etiología Viral

Por la técnica de ELISA y la fórmula de Sutula *et al.* (1986), en plantas de chile de agua con síntomas de virosis, se detectaron dos virus, el del mosaico del tabaco (TMV) y el del jaspeado del tabaco (TEV).

Altura de Planta, Producción de Frutos y Biomasa Seca Total

El análisis de varianza mostró que la altura de la planta, la producción de fruto y la producción de biomasa seca total, fueron significativamente ($\alpha=0.01$) superiores en las plantas sanas que en las plantas enfermas de virus. En promedio la diferencia en altura de las plantas sanas (37.3 cm) a plantas enfermas (14.9 cm) fue de 22.4 cm que representa 60.1 % con base en la mayor altura (Cuadro 2); la disminución de

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos sobre la reducción en la altura de plantas de chile de agua, sanas (PS) y enfermas (PE) de virus.

Tratamiento	Solución nutritiva	Altura de planta (cm)		Reducción (%)		
		PS	PE	PS [†]	PE [†]	De PS a PE [‡]
1	Completa	68.4a*	30.0a			56.1
2	-N	17.5cd	11.3b	74.2	62.3	35.4
3	-P	53.3bc	11.5b	22.0	61.6	78.4
4	-K	57.5b	20.3b	15.9	2.3	64.7
5	-Ca	62.4a	24.3a	8.7	9.0	61.0
6	-Mg	68.4a	25.5ab	0.0	5.0	62.7
7	-(N, P, Mg)	18.0cd	13.3b	73.6	55.6	26.1
8	-(P, K, Ca, Mg)	50.3b	9.8b	26.4	67.3	80.5
9	-(N, K, Ca, Mg)	14.4	8.5b	78.9	71.6	40.9
10	-(N, P, Ca, Mg)	15.5d	5.1b	77.3	83.0	67.1
11	-(N, P, K, Mg)	12.5d	6.9b	81.7	77.0	44.8
12	-(N, P, K, Ca)	9.9d	12.9b	85.5	57.0	-30.3
Media		37.3	14.9			
DSH $\alpha=0.05$		18.65	7.85			

[†] (trat. 1 - trat. 2,...,12./ trat. 1) X 100, para plantas sanas y plantas enfermas; [‡] (PS - PE/ PS) X 100, de cada tratamiento.

* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$) para cada grupo de plantas sanas y enfermas.

la producción de frutos de plantas sanas (14.2 g) a plantas enfermas (1.6 g) fue de 12.6 g que representa 88.7 % (Cuadro 3); y la disminución de la biomasa seca total de plantas sanas (30.24 g planta⁻¹) a plantas enfermas (7.24 g planta⁻¹) fue de 23.0 g planta⁻¹ que representa 76.1 % (Cuadro 4); dichas reducciones se consideran como consecuencia de la enfermedad virosa. Estos resultados se deben a que, en general, las enfermedades virósicas causan en el hospedero la detención del crecimiento, enrrosetamiento de las hojas, debilitamiento de los tallos y disminución del

rendimiento y calidad del fruto (Allam *et al.*, 1980; Tschen *et al.*, 1983; Kaplan y Bergman, 1985).

En las plantas sanas, la ausencia del N en las soluciones nutritivas (tratamientos 2, 7, 9, 10, 11 y 12) se asoció con una disminución significativa (Tukey, $\alpha=0.05$) de los parámetros evaluados, con respecto a las plantas que recibieron la solución nutritiva completa; en la altura de la planta la reducción fue superior a 70 % (Cuadro 2), y en la producción de fruto (Cuadro 3) y biomasa seca total de más de 95 % (Cuadro 4). En cambio, cuando estuvo presente el N en

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos sobre la reducción en la producción de fruto de plantas de chile de agua, sanas (PS) y enfermas (PE) de virus.

Tratamiento	Solución nutritiva	Rendimiento de fruto fresco (g maceta ⁻¹)		Reducción (%)		
		PS	PE	PS [†]	PE [†]	De PS a PE [‡]
1	Completa	45.21a*	7.32a			83.0
2	-N	0.83cd	0.00b	98.1	100	100
3	-P	12.91bc	0.00b	71.0	100	100
4	-K	15.46b	2.23b	65.8	69.5	85.5
5	-Ca	35.58a	6.22a	21.3	15.0	82.5
6	-Mg	38.71a	3.55ab	14.3	51.5	90.8
7	-(N, P, Mg)	1.16cd	0.00b	97.4	100	100
8	-(P, K, Ca, Mg)	18.22b	0.00b	59.2	100	100
9	-(N, K, Ca, Mg)	0.57d	0.00b	98.7	100	100
10	-(N, P, Ca, Mg)	0.60d	0.00b	98.6	100	100
11	-(N, P, K, Mg)	0.60d	0.00b	98.6	100	100
12	-(N, P, K, Ca)	0.35d	0.00b	99.2	100	100
Media		14.2	1.6			
DSH $\alpha=0.05$		12.2	3.8			

[†] (trat. 1 - trat. 2,...,12./ trat. 1) X 100, para plantas sanas y plantas enfermas; [‡] (PS - PE/ PS) X 100, de cada tratamiento.

* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$) para cada grupo de plantas sanas y enfermas.

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre la reducción en la producción de biomasa seca total de plantas de chile de agua, sanas (PS) y enfermas (PE) de virus.

Tratamiento	Solución nutritiva	Biomasa seca total (g maceta ⁻¹)		Reducción (%)		
		PS	PE	PS [†]	PE [‡]	De PS a PE [‡]
1	Completa	84.64a*	25.67a			69.6
2	-N	3.13c	2.38b	96.3	90.7	23.9
3	-P	30.49b	1.75c	63.9	93.2	94.2
4	-K	41.03b	7.50b	51.5	70.8	81.7
5	-Ca	73.48a	23.13a	13.1	9.8	68.5
6	-Mg	81.69a	20.34a	3.4	20.7	75.1
7	-(N, P, Mg)	4.27c	3.25bc	94.9	87.3	23.8
8	-(P, K, Ca, Mg)	34.35b	1.93c	59.4	92.4	94.3
9	-(N, K, Ca, Mg)	2.44c	1.76c	97.1	93.1	27.8
10	-(N, P, Ca, Mg)	2.67c	1.40c	96.8	94.5	47.5
11	-(N, P, K, Mg)	2.52c	1.59c	97.0	93.8	36.9
12	-(N, P, K, Ca)	2.17c	2.15bc	97.4	91.6	0.92
Media		30.24	7.74			
DSH $\alpha=0.05$		23.60	2.50			

[†] (trat. 1 - trat. 2,...,12./trat. 1) X 100, para plantas sanas y plantas enfermas; [‡](PS - PE/ PS) X 100, de cada tratamiento.

* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$) para cada grupo de plantas sanas y enfermas.

los tratamientos (1, 3, 4, 5, 6 y 8), la reducción con respecto a la solución nutritiva completa fue inferior de 30 % en altura de la planta, de 65 % en la producción de fruto y de 70 % en la producción de biomasa seca total. Esto demuestra que con la ausencia de N en las soluciones nutritivas, la reducción del crecimiento y rendimiento de plantas sanas fue mayor que con la presencia de este elemento (Fageria *et al.*, 1997).

En las plantas enfermas con soluciones nutritivas donde faltó N (tratamientos 2, 7, 9, 10, 11 y 12) se observó una reducción superior a 55 % en la altura de la planta (Cuadro 2), a excepción de los tratamientos 3 y 8; además en estos ocho tratamientos no hubo producción de fruto (100 % de disminución) (Cuadro 3), y en la producción de biomasa seca total (Cuadro 4) la reducción fue superior a 87 %. Esto puede deberse a que la enfermedad virosa por sí sola se asoció con la detención del crecimiento de las plantas y a la falta de nutrientes que contribuyó significativamente (Tukey, $\alpha=0.05$) a los bajos y nulos rendimientos de fruto en las plantas enfermas (Berres y Stellmach, 1990; Campillo *et al.*, 1981).

En general, las plantas sanas y enfermas que recibieron la solución nutritiva completa (tratamiento 1) y en aquellas donde faltó sólo Ca o Mg (tratamientos 5 y 6) mostraron mayor altura, producción de fruto y producción de biomasa seca total, que las plantas que recibieron los otros tratamientos. Esto indica que en este caso particular, el Ca y el Mg fueron los factores menos limitativos

para el crecimiento y producción de las plantas de chile, ya que las disminuciones no pasaron de 25 %, a excepción donde faltó el Mg en que la reducción de frutos fue de 51.5 % en plantas enfermas (Cuadros 2, 3 y 4); también la solución nutritiva completa permitió el buen desarrollo tanto de plantas sanas como enfermas. Resultados semejantes obtuvieron Thomas y McLean (1967) en el cultivo de calabacita con el virus de la mancha anular del tabaco (TRSV).

Considerando que las plantas sanas y enfermas estuvieron sujetas a los mismos tratamientos de soluciones nutritivas, se compararon las sanas con las enfermas, observándose que las plantas enfermas que recibieron la solución nutritiva completa disminuyeron 56.1 % en altura, 83.0 % en producción de fruto y 69.6 % en producción de biomasa seca total (de PS a PE en los Cuadros 2, 3 y 4) y las reducciones de los otros tratamientos se pueden observar en los mismos cuadros. Se podría señalar que estas disminuciones se deben a la presencia del virus en la planta, independientemente de que existan desbalances nutrimentales.

En las soluciones nutritivas donde sólo faltó un elemento (tratamientos 2, 3, 4, 5 y 6), se observó que la ausencia de N y P se asoció a los mayores porcentajes de disminución de altura de planta, producción de fruto y producción de biomasa seca total tanto en plantas sanas como en plantas enfermas (Cuadros 2, 3 y 4); en cambio, en el tratamiento con solución nutritiva completa se favoreció el crecimiento y producción de frutos y biomasa en

ambos grupos de plantas. Quizás esto se deba en parte, a que el N y P son componentes estructurales de la propia planta y de los virus (proteínas y ácidos nucleicos) que favorecen el crecimiento de ambos, como lo indican algunos autores (Huber, 1980; Marschner, 1995). En las soluciones nutritivas donde faltó más de un elemento (tratamientos 7, 8, 9, 10, 11 y 12) los porcentajes de disminución de los parámetros antes mencionados fueron altos, y pudo deberse al desbalance nutrimental y a la presencia de los virus.

Haciendo la comparación de plantas sanas con plantas enfermas (de PS a PE; Cuadros 2, 3 y 4), en los tratamientos donde faltó sólo un elemento se observó que la ausencia del P se asoció con la mayor reducción de altura de planta y biomasa seca total; cuando estuvo ausente sólo el N o el P (tratamientos 2 y 3) no hubo producción de fruto.

Los resultados sugieren que el abastecimiento nutrimental completo en las plantas enfermas de virus es muy importante, porque podría estar aminorando el efecto de la enfermedad en el crecimiento y rendimiento de las plantas (Hong y Shi, 1991; Rashkovich *et al.*, 1993; González, 1996).

Concentración de Nutrientos en las Plantas

Las plantas sanas mostraron en promedio (hojas, tallos, raíces y frutos) menor concentración de N y P y mayor concentración de K, Ca y Mg que las plantas enfermas (Cuadro 5). Estos resultados coinciden con los estudios de Thomas y McLean, (1967), Hong y Shi, (1991) y Chakraborty *et al.* (1995), quienes encontraron mayor concentración de N y P en plantas enfermas de virus. La mayor concentración de estos dos últimos elementos en las plantas enfermas, podría estar relacionada con la baja producción de biomasa seca total que se obtuvo (Thomas y McLean, 1967).

Los tallos de plantas enfermas mostraron mayor concentración de N, P, K, Ca y Mg que las plantas sanas (Cuadro 5). Esta respuesta también se observó en las raíces con excepción del Mg que fue mayor en las plantas sanas. Quizás en las plantas enfermas los virus estén influyendo en forma indirecta en la absorción y translocación de los nutrientes hacia toda la planta (Hayasaka *et al.*, 1989) al ocasionar un desarreglo en el sistema vascular (xilema y floema) (Tschen *et al.*, 1983). Estos resultados indican que los virus se asocian con la alteración en el contenido nutrimental del hospedero (Kaplan y Bergman, 1985).

La distribución de los nutrientes N y P en los órganos de las plantas sanas y enfermas fue: hojas > frutos > raíces > tallos. Los nutrientes K, Ca y Mg en las plantas enfermas difieren en la distribución de las plantas sanas. Esto sugiere que la infección por virus cambia la distribución de los nutrientes en los órganos de las plantas hospederas. Dichos resultados difieren con lo revisado por Kaplan y Bergman (1985) al mencionar que la infección por virus no cambia la distribución de los nutrientes en toda la planta.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo se observó que el "chino" o "mosaico" del chile de agua en los Valles Centrales de Oaxaca es causado por dos virus, identificándose en este caso particular la presencia de los virus del mosaico del tabaco (TMV) y del jaspeado del tabaco (TEV). Las plantas sanas mostraron significativamente ($\alpha=0.01$) mayor altura, producción de fruto y producción de biomasa seca total que las plantas enfermas. Las plantas enfermas de virus desarrolladas en una solución nutritiva completa presentaron mayor crecimiento y rendimiento de fruto y biomasa seca total. La enfermedad virosa en las

Cuadro 5. Concentración de nutrientes en hojas, tallos, raíces y frutos de plantas de chile de agua sanas y enfermas de virus (valor de cuatro repeticiones).

Organo	Plantas sanas					g kg ⁻¹	Plantas enfermas				
	N	P	K	Ca	Mg		N	P	K	Ca	Mg
Hojas	36.7	5.4	52.3	19.6	8.8		41.1	4.6	40.6	12.7	4.4
Tallos	15.0	2.2	37.4	5.8	2.9		30.4	4.5	39.0	10.4	3.5
Raíces	18.0	3.2	39.5	7.6	3.8		32.6	4.7	39.7	9.4	3.4
Frutos	21.8	4.6	33.5	3.0	2.8		33.3	5.7	41.7	2.5	1.8
Media	22.8	3.8	40.6	9.0	4.5		34.3	4.8	40.2	8.7	3.2

plantas de chile de agua se asoció con la alteración en la concentración y distribución de los nutrimentos N, P, K, Ca y Mg, al encontrarse en las plantas enfermas en promedio, mayor concentración de N y P, y menor concentración de K, Ca y Mg.

LITERATURA CITADA

- Agrios, N.G. 1985. Fitopatología. Trad. por M. Guzmán O. Editorial Trillas. México.
- Allam, E.K., A.I. Gabr y A.S. Kamel. 1980. Comparative study on the effect of some mineral deficiencies on healthy and TMV-inoculated tobacco plants (*Nicotiana tabacum* L.). Agricultural Research Review (Egypt) 58: 215-230.
- Annanurova, M.A., M. Rozeyeva, T. Tailakov y L.P. Slavinskaya. 1992. Effect of fertilizers on some physiological processes and fruit quality in tomatoes. Izvestiya Akademii Nauk Turkmenistana Seriya. Biologicheskikh Nauk 3: 49-52.
- Bergman, E.L. y S.J. Boyle. 1962. Effect of tobacco mosaic virus on the mineral content of potato leaves. Phytopathology 52: 956-957.
- Bergman, E.L., S.J. Boyle, E.R. Fries y A.F. Ferretti. 1974. Influence of virus infection on elemental content of selected vegetable crops. Soils and Fertilizers Abstracts 39: 102.
- Bernecking, A.D. y W.G. Schrenk. 1957. Flamephotometric determination of manganese, iron and copper in plant material. J. Agr. Food Chem. 5: 742-745.
- Berres, R.E. y G. Stellmach. 1990. New observations and conclusions on the reaction of virus-infected grafted grapevines to normal and restricted nutrient supplies. Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau und Fruchtverwertung 40: 219-222.
- Black, L.L., S.K. Green, G.L. Hartman y J.M. Poulos. 1993. Enfermedades del chile: una guía de campo. Asian Vegetable Research and Development Center. Trad. por B. Villalon, J.M. Amador y M. Campos. Publicación No. 93-401.
- Bradfield, E.G. y D. Spencer. 1965. Leaf analysis as a guide to the nutrition of fruit crops: determination of magnesium, zinc, and copper by atomic absorption spectroscopy. J. Sci. Food Agr. 16: 33-38.
- Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen. In: C.A. Black (ed.). Methods of soil analysis, part 2, Agronomy 9: 1149-1178. ASA. Madison, Wisconsin.
- Campillo R., R., C. Quezada L. y A. Aguila C. 1981. Incidencia del virus del enrollamiento de la hoja de la papa en la respuesta a la fertilización NPK. Agricultura Técnica 4: 25-29.
- Chakraborty, S., A. Sinha y B.V.B. Reddy. 1995. Post infection changes in total nitrogen, total phosphorus and protein contents of cucurbit plants affected by cucumber mosaic viruses. Advances in Plant Sciences 8: 417-419.
- Clark, M.F. y A.N. Adams. 1976. Laboratory notes on the ELISA technique for plant viruses. E. Malling Res. Stn., Maidstone, Kent, England.
- Clark, M.F. y A.N. Adams. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. J. Gen. Virol. 34: 475-483.
- Cordrey, T.D. y E.L. Bergman. 1979. Influence of cucumber mosaic virus and growth and elemental composition of susceptible (*Capsicum annuum* L.) and resistant (*Capsicum frutescens* L.) pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104: 505-510.
- Fageria, N.K., V.C. Baligar y Ch.A. Jones. 1997. Growth and mineral nutrition of field crops. 2nd edition. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Garzón T., J.A. 1984. Enfermedades virales. In: J.A. Laborde C. y O. Pozo C. (Comp.). Presente y pasado del chile en México. Publicación especial No. 85. SARH-INIA, Méx.
- González, R.M. 1996. Efecto de niveles nutrimentales en las infecciones de los virus Marchitez Manchada del Tomate y Jaspeado del Tabaco en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Programa de Fitopatología, Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. Méx.
- Graham, R.D. 1983. Effects of nutrient stress on susceptibility of plants to disease with particular reference to the trace elements. In: H.W. Woolhouse. (ed.). Adv. Bot. Res. Vol. 10: 221-276.
- Green, S.K. y J.S. Kim. 1991. Characteristics and control of viruses infecting peppers: A literature review. Asian Vegetable Research and Development Center. Technical Bulletin No. 18.
- Hayasaka, M., H. Uchino, E. Imura y K. Kanzawa. 1989. Content of sugar and mineral nutrient of sugar beets (*Beta vulgaris*), classified by type of rhizomania symptoms. Proceedings of the Sugar Beet Research Association (Japan) 30: 92-99.
- Hewitt, E.J. 1966. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. 2nd. ed. Commonwealth Agric. Bureaux. Great Britain.
- Hong, R.B. y M.T. Shi. 1991. Influence of sugarcane mosaic virus (SCMV) on physiological metabolism in sugarcane plants. Fujian Agric. Sci. and Tecnology 4: 14-16.
- Hoveland, C.S., K.C. Berger y H.M. Darling. 1954. The effect of mineral nutrition on the expression of potato leaf roll virus symptoms. Soil Sci. Soc. of Am. Proc. 18: 53-55.
- Huber, D.M. 1980. The role of mineral nutrition in defense. In: J.G. Horsfall and E.B. Cowling (eds). Plant disease, and advanced treatise. Vol. 5: 383-406. Academic Press, New York.
- Isaac, R.D. y J.D. Kerber. 1971. Atomic absorption and flamephotometry: techniques and uses in soil, plant and water analysis. In: L.M. Walsh (ed.). Instrumental methods for analysis of soils and plant tissue. SSSA, Madison, Wis.
- Jackson, M.L. 1964. Análisis químico de suelos. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.
- Kaplan, C.R. y E.L. Bergman. 1985. Virus infection and nutrient elemental content of the host plant: A review. Commun. in Soil Sci. and Plant Anal. 16: 439-465.
- Kotuc, J. y G. Vanek. 1992. Effect of unbalanced plant nutrition on harmfulness of grapevine leafroll virus. Polnohospodarstvo (CSFR) 38: 402-409.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition. Academic Press. London.
- Martín, C. 1976. Nutrition and virus disease of plants. In: Fertilizer use and plant health. Proc. Colloq. Potash Inst. 12: 193-200.
- Pennazio, S. y P. Roggero. 1993. The hypersensitive reaction of soybean cultivars to Tobacco Necrosis Virus does not induce systemic resistance but inhibits plant growth. J. of Plant Phytopathology (Germany) 138: 118-124.

- Pozo C., O. 1983. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo del chile (*Capsicum* spp). Publicación especial No. 99. SARH-INIA. Méx.
- Rashkovich, N.L., Yu. Ts. Martirosyan., V.A. Storozhenko y O.S. Melik. 1993. Characteristics of consumption of nitrate nitrogen by infected and decontaminated potato plant. *Izvestiya Timiryazevskoi Sel'skokhozyaistvennoi Akademii* 4: 196-200.
- Singh, B.P. y D.N. Awasthi. 1969. Influence of cucumber mosaic virus on chemical composition of chilli. *Ind. Phytopath.* 22: 194-200.
- Statistical Analysis System Institute Inc. 1988. SAS User's guide statistics. Release 6.03 Edition. SAS Institute, Inc. Cary, N. Caroline. USA.
- Sutula, Ch.L., J.M. Guillet, S.M. Morrisey y D.C. Ramsdell. 1986. Interpreting ELISA data and establishing the positive-negative threshold. *Plant Disease* 70: 722-726.
- Téliz O., D. y G.A. Mora. 1986. Inmunosorbencia con enzimas conjugadas. *Rev. Méx. Fitopatología* 4: 133-141.
- Thomas, J.R. y D.M. McLean. 1967. Growth and mineral composition of squash (*Cucurbita pepo* L.) as affected by N, P, K, and tobacco ring spot virus. *Agronomy J.* 59: 67-69.
- Tschen, J.S., S.Y. Liao y C.T. Hsieh. 1983. Stunted growth and stunt disease of Pangola grass in relation to nutrient requirement. *J. Agric. Association of China (Taiwan)* 125: 72-83.