

Terra Latinoamericana

E-ISSN: 2395-8030

terra@correo.chapingo.mx

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

México

Velasco Velasco, Vicente Arturo
Papel de la nutrición mineral en la tolerancia a las enfermedades de las plantas
Terra Latinoamericana, vol. 17, núm. 3, julio-septiembre, 1999, pp. 193-200
Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.
Chapingo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317303>

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

PAPEL DE LA NUTRICION MINERAL EN LA TOLERANCIA A LAS ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS

Role of Mineral Nutrition on Plant Disease Tolerance

Vicente Arturo Velasco Velasco¹

RESUMEN

La nutrición mineral de las plantas, considerada como un factor exógeno, puede manejarse fácilmente. Esta característica constituye un punto fundamental complementario a una serie de actividades que el hombre realiza para hacer frente a las enfermedades y obtener productos que le beneficien. Los nutrientes influyen en el crecimiento y la supervivencia de los patógenos, en la predisposición, tolerancia y resistencia de las plantas. De igual forma, las enfermedades causadas por virus alteran a los nutrientes en su absorción, translocación y concentración en las plantas. Sin embargo, las plantas enfermas desarrolladas con una nutrición balanceada pueden resistir más el efecto de los patógenos, lo cual se traduce en un mejor desarrollo y rendimiento de la propia planta. El efecto que puede causar un nutrimento en las plantas enfermas por virus depende de la especie y etapa fenológica de la planta, el tipo de virus, las condiciones ambientales, el manejo del cultivo y la disponibilidad de nutrientes.

Palabras clave: *Nutrición mineral, fitopatógenos, virus.*

SUMMARY

The mineral nutrition of the plants, considered an exogenous factor, can easily be handled. This characteristic constitutes a complementary fundamental point of a series of activities that men perform to face the diseases and to obtain products that benefit him. The nutrients had influence on growth and survival of the pathogens, the predisposition, tolerance, and resistance of the plants. The diseases caused by

virus alter nutrient absorption, translocation, and plant concentration. Nevertheless, ill plants developed under balanced nutrition can resist deleterious effect of pathogens, having as a result a better development and yield of the own plant. The effect of a nutrient in viral ill plants depends on plant species and phenological stage, virus type, environmental conditions, crop management, and nutrient availability.

Index words: *Mineral nutrition, phytopathogens, virus.*

INTRODUCCION

El manejo nutrimental a través de la fertilización es un control cultural importante en las enfermedades de las plantas y un componente integral de la producción agrícola (Huber, 1989; Fageria *et al.*, 1997). Las plantas que reciben una nutrición mineral balanceada son más tolerantes a las enfermedades; es decir, tienen mayor capacidad para protegerse de nuevas infecciones y de limitar las ya existentes, que cuando uno o más nutrientes son abastecidos en cantidades excesivas o deficientes. Es evidente que la severidad de muchas enfermedades de las plantas puede reducirse mediante control químico, biológico y genético, e incrementarse con la propia nutrición (Huber, 1989).

Los nutrientes pueden, además, incrementar o disminuir la resistencia o tolerancia de los cultivos a los patógenos. La resistencia es la habilidad del huésped para limitar la penetración, el desarrollo y/o reproducción del patógeno invasor, así como limitar la alimentación de las plagas. La tolerancia es la capacidad del huésped para mantener su crecimiento, no obstante la presencia de infección o ataque de plagas (Marschner, 1995).

La resistencia puede ser incrementada por cambios en la anatomía (por ejemplo, células epidermales gruesas con alto grado de lignificación y/o silificación) y en las propiedades fisiológicas y bioquímicas (por ejemplo, alta producción de

¹ Instituto Tecnológico Agropecuario No. 23, Exhacienda de Nazareno Xoxocotlán, Apartado Postal 273, 68000 Oaxaca, Oaxaca. e-mail: vicentevelascov@latinmail.com

Recibido: Febrero de 2000.

Aceptado: Junio de 2000.

inhibidores o substancias repelentes). La resistencia puede particularmente incrementarse cuando la planta responde al ataque de parásitos a través de la formación de barreras mecánicas (lignificación) y la síntesis de toxinas (fitoalexinas) (Marschner, 1995).

Enfermedades Causadas por Deficiencias Minerales

La deficiencia o exceso de nutrientes esenciales causa enfermedades, las cuales generalmente se corrigen mediante el suministro o reducción de su concentración. Los tipos de síntomas dependen principalmente de las funciones que desempeñe cada nutriente en la planta (Huber, 1978).

El diagnóstico de las enfermedades a causa de deficiencias minerales es complicado debido a que: 1) la reducción del crecimiento y la calidad pueden ocurrir por causas diversas, 2) algunos elementos pueden inducir diferentes síntomas en diferentes plantas y en diversas condiciones ambientales, 3) síntomas similares o idénticos pueden resultar de las deficiencias de algunos de los elementos. No siempre es posible diferenciar cuándo una enfermedad es ocasionada por algún parásito o sin él, ya que los parásitos pueden dañar la absorción, translocación o utilización de los nutrientes. Esto es, algunos síntomas asociados con problemas patológicos son similares a los ocasionados por deficiencias minerales como achaparramientos, clorosis, marchitamientos, moteados, formación de rosetas, muerte temprana, manchas en las hojas y crecimiento anormal. El incremento de aminoácidos, auxinas y otros materiales asociados con patógenos son también manifestaciones de deficiencias minerales específicas. La deficiencia de potasio, por ejemplo, causa acumulación de compuestos solubles nitrogenados resultando manchas necróticas en las hojas, similares a los síntomas producidos por patógenos foliares. El achaparramiento, enrosetamiento y el efecto del bronceado del zinc son síntomas comunes de infección de virus y pueden ser corregidos por adición de zinc (Huber, 1978; 1981).

Deficiencias Minerales Causadas por Patógenos

Factores fisiológicos y patológicos que ocasionan un disturbio en la nutrición mineral, pueden tener un mecanismo común de acción. La absorción de

minerales y su organización en nuevas substancias vitales permiten el crecimiento, multiplicación y

reproducción. El problema patogénico de alterar la nutrición mineral reside en la imposibilidad de satisfacer una necesidad específica adecuada. Resulta evidente que la interferencia que ocasionan los patógenos sobre el movimiento ascendente del agua y los nutrientes inorgánicos, o sobre el movimiento descendente de las substancias orgánicas, ocasionará la enfermedad (por deficiencia) de las partes de la planta que carezcan de esos nutrientes; esto se refleja en una disponibilidad alterada de nutrientes para la utilización de la célula, la cual puede tener graves consecuencias en su metabolismo general (Huber, 1978; Agrios, 1985). Los hongos ocasionan inmovilización de los nutrientes; los nemátodos alteran la solubilización, absorción y distribución de ellos; las bacterias alteran la translocación, distribución, la demanda y la eficiencia metabólica; y los virus afectan la absorción, translocación y concentración de ellos en la planta.

Tschen *et al.* (1983), en pasto Pangola cultivado en solución nutritiva de Hoagland e infectado con virus Stunt Pangola, encontraron que la infección causó la deficiencia de K, Ca y B, debilitamiento de los tallos, desarreglo del sistema vascular (floema y xilema) y, en general, detención del crecimiento y enrosetamiento de las hojas.

Hayasaka *et al.* (1989), en plantas de remolacha azucarera infectadas con el Virus Veteado Amarillo Necrótico de la Remolacha (BNYVV), encontraron inhibición de la absorción de nutrientes al haber deficiencias de K, Ca y Fe en las hojas. El contenido de azúcar también disminuyó entre 6 y 27 % en comparación con las plantas sanas.

Pennazio y Roggero (1993) observaron que el Virus Necrosis del Tabaco (TNV), en plantas de soya, provocó disminución en la concentración de nutrientes en las hojas. Dicha disminución se expresó como enrollamiento de las hojas primarias y detención del crecimiento de los tallos.

Ambiente Nutrimental

La nutrición de las plantas puede ser drásticamente alterada por muchos patógenos y es frecuentemente difícil diferenciar entre los factores bióticos (Balachandran *et al.*, 1997) y abióticos que interactúan para ocasionar una deficiencia o exceso

nutrimental (Bergman y Boyle, 1962). Un cambio en cualquier factor del ambiente puede favorecer al huésped, al patógeno o a ambos, e incluso puede favorecer más a uno que al otro, por lo que el curso de una enfermedad se verá afectada de acuerdo con ellos (Agrios, 1985).

El ambiente nutrimental dado por el huésped es especialmente crítico para los parásitos obligados. La concentración y el tamaño de muchos virus es proporcional al estado de crecimiento del huésped. Los excesos y deficiencias minerales reducen el crecimiento vegetativo y pueden reducir la concentración de virus en los tejidos, por lo tanto, los períodos más intensos para la síntesis de virus corresponden a la máxima deficiencia de proteínas en tejidos de las plantas, debido a que los virus se apropian de los nutrimentos preferenciales del huésped (Huber, 1980). La suma de interacciones entre patógeno, huésped, ambiente y tiempo, determina cómo una enfermedad es afectada por la nutrición (Figura 1).

La multiplicación de los virus sólo se realiza en exclusiva de células vivas, y sus requerimientos nutrimentales se restringen a aminoácidos y nucleótidos. Como una regla general, los factores nutrimentales favorecen el crecimiento de la planta además de favorecer la multiplicación viral.

Nutrición Mineral y Enfermedades Causadas por Virus

La influencia de la nutrición mineral sobre las enfermedades virales en las plantas ha sido poco

estudiada. La gran mayoría de los trabajos se han dirigido más bien a estudiar la relación y competitividad entre los virus y los ácidos nucleicos y proteínas constitutivas de éstos (Martin, 1976; Kaplan y Bergman, 1985).

Muchos de los elementos minerales, requeridos por la planta para su crecimiento, incrementan o disminuyen la severidad de algunas enfermedades (Cuadro 1). Los efectos de N, P y K en las enfermedades son los más reportados, debido a su limitada disponibilidad en muchos suelos y a la gran cantidad requerida por las plantas (Huber, 1980; 1981). Varias de las funciones de los micronutrientos en las reacciones metabólicas relacionadas con la resistencia de las enfermedades, sobre todo virales, aún no se determinan (Marschner, 1995). Graham (1983) menciona que el conocimiento de los efectos de los elementos Li, Cr, Ni, Pb, F, Si, Cd y Al sobre las enfermedades permitirá de alguna forma descubrir mecanismos de resistencia en las plantas y que, además, podrá considerarse como una forma de control biológico.

Nitrógeno

El N ha sido intensamente estudiado en relación a la nutrición del huésped y a la severidad de las enfermedades, debido a que es esencial para el crecimiento de las plantas, a su limitada

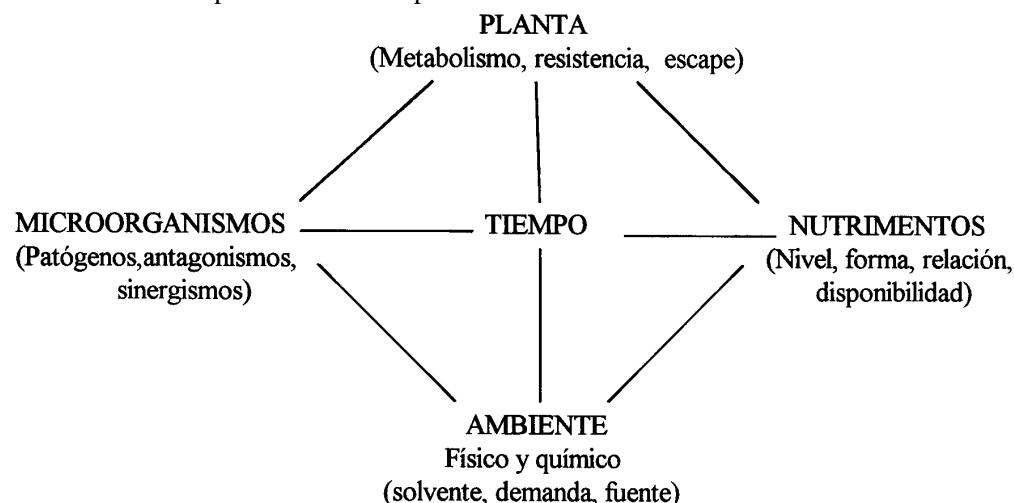


Figura 1. Interacciones dinámicas que influyen en la manifestación de las enfermedades (Huber, 1989).

Cuadro 1. Reporte de algunas interacciones entre nutrientes y enfermedades causadas por virus (Huber, 1980).

Patógeno	Huésped	NO ₃	NH ₄	P	K	Mg	Mn	Fe	Zn	B
Virus-1 del Pepino	Espinaca	I		I	I					
Virus X de la Papa	Tabaco y tomate			D						
Virus Mosaico del Tabaco	Tabaco, tomate y frijol	I	±		D	D	I	D	±	D

I = incremento de la enfermedad; D = decremento de la enfermedad; ± = el efecto de la enfermedad depende de las condiciones del huésped y del medio.

Cuadro 2. Efecto de las formas inorgánicas del nitrógeno en plantas con enfermedad viral (Huber y Watson, 1974).

Patógeno	Huésped	NO ₃	NH ₄
Virus Y de la Papa	Tabaco		Incremento
Virus Y de la Papa	<i>Solanum tuberosum</i>		Decremento
Virus Mosaico del Tomate	<i>Nicotiana glutinosa</i>	Incremento	Decremento
Virus Mosaico del Tomate	Tabaco	Incremento	Decremento
Virus Mosaico del Tabaco	<i>Nicotiana tabacum</i>		Decremento
Virus X de la Papa	<i>Solanum tuberosum</i>		Decremento

disponibilidad en el suelo y a su efecto en el tamaño y grosor de la pared celular. La forma disponible más que la cantidad de N determina la severidad de la enfermedad (Cuadro 2) (Huber y Watson, 1974).

Fósforo

El fósforo y el potasio, en general incrementan la resistencia contra las enfermedades, aunque este efecto es mayor para el potasio. Las aplicaciones de P reducen las enfermedades en semillas, así como enfermedades fungosas en la raíz, al estimular un desarrollo vigoroso que permite a las plantas evadir las enfermedades (Huber, 1980). Puesto que el P es esencial para la multiplicación de los virus, un exceso de éste puede incrementar la susceptibilidad de las plantas a las enfermedades virosas (Cuadro 3) (Huber, 1980; 1981). Thomas y McLean (1967) observaron que con un bajo nivel de concentración de P en la solución nutritiva balanceada hubo menor expresión de síntomas del Virus Mancha Anillada del Tabaco en calabacita (*Cucurbita pepo* L.) y cuando se mantuvo en

cantidades normales observaron un incremento en la expresión de síntomas.

Campillo *et al.* (1981) estudiaron el efecto de la fertilización N P K en plantas de papa infestadas con el virus del enrollamiento de la hoja de la papa (PLRV); encontraron que en ausencia de P el rendimiento disminuyó 40 % y 70 %. En presencia de PLRV el rendimiento disminuyó más de 50 % en comparación con las plantas sanas.

Potasio

La compleja relación de la nutrición del K con las funciones metabólicas y el crecimiento, así como su interrelación con otros nutrientes dentro de la planta y el suelo, permiten al K modificar la resistencia o susceptibilidad a las enfermedades (Cuadro 4). El K probablemente ejerza un gran efecto sobre la enfermedad, a través de una función metabólica específica que altera la compatibilidad de la relación ambiental parásito-huésped (Huber y Arny, 1985).

Cuadro 3. Influencia del fósforo en las plantas enfermas de virus (Huber, 1880, 1981).

Patógeno	Huésped	Efecto del fósforo
Virus Mosaico del Tabaco	Frijol	Decremento
Virus Mosaico del Tabaco	Tomate	Incremento
	Tabaco	Incremento
Virus-1 del Pepino	<i>Nicotiana glutinosa</i>	Incremento
	Espinaca	Incremento
	<i>Nicotiana glutinosa</i>	Incremento
	<i>Nicotiana multivalvis</i>	Incremento
Virus Mosaico Amarillo del Tabaco	Tabaco	Incremento

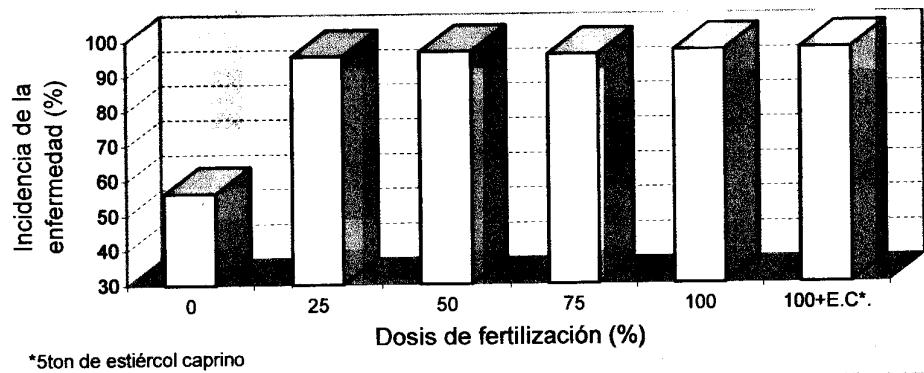
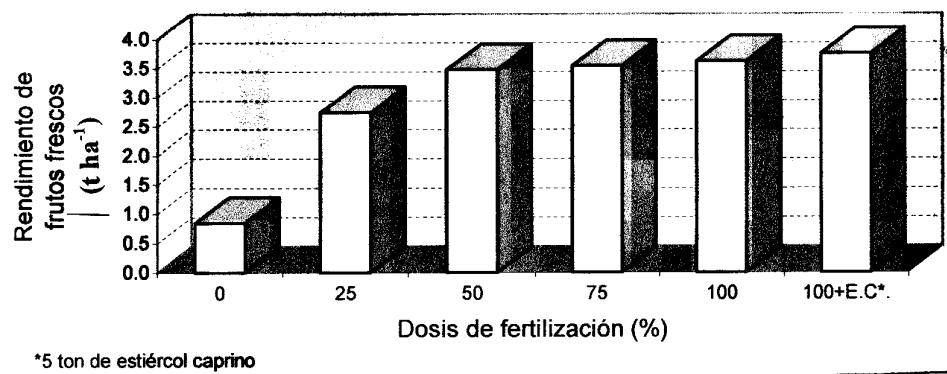
Cuadro 4. Influencia del K en plantas enfermas de virus (Huber y Arny, 1985).

Patógeno	Huésped	Efecto del potasio
Virus Mosaico del Tabaco	Frijol	Decremento
Virus Enanismo Amarillo de la Cebada	Cebada	Decremento
	Avena	Incremento
Virus Enrollamiento de la hoja del Chícharo	Chícharo	Decremento
Virus Mosaico de la Papa	Papa	Decremento
Virus Enrollamiento de la hoja de la Papa	Papa	Decremento
Virus Y de la Papa	Papa	Ninguno
Virus-1 del Pepino	Espinaca	Incremento
Virus Mancha Amarilla del Tabaco	Calabacita	Decremento
Virus Mosaico del Tabaco	Tabaco	Decremento
Virus Mosaico del Tabaco	Tomate	Decremento
Virus Mosaico Amarillo del Tabaco	Tabaco	Decremento

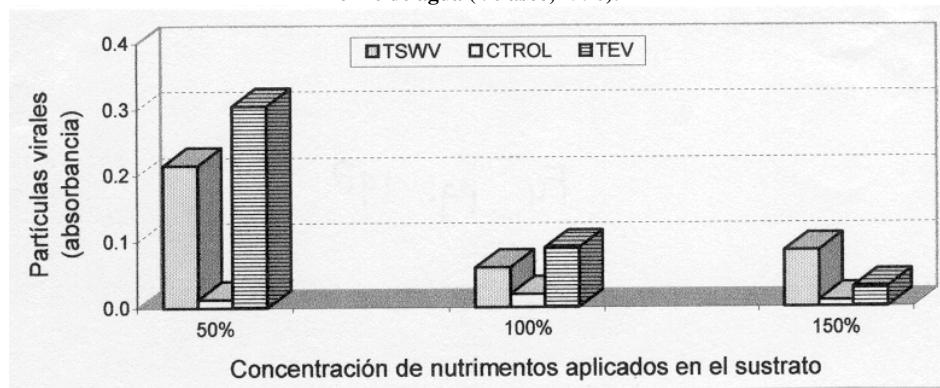
Algunos Ejemplos en México

Velasco (1990), en parcelas de los Valles Centrales de Oaxaca, observó que la fertilización creciente en plantas de chile de agua aumentó el porcentaje de plantas enfermas por el enchinamiento o mosaico (Figura 2) causado por un geminivirus (Guichard

y Ruiz, 1996); esto se atribuyó a que el suministro de fertilizantes permitió a la planta alcanzar un vigor vegetativo que favoreció el desarrollo de la enfermedad; en cambio, cuando el vigor vegetativo fue deficiente, la incidencia de la enfermedad en la planta disminuyó. El rendimiento de frutos (en fresco) incrementó a medida que se aumentó la fertilización

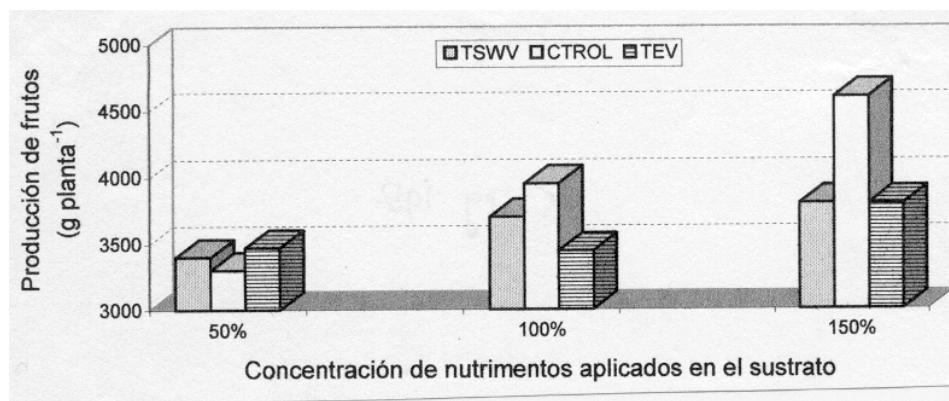
**Figura 2. Efecto de la fertilización N P K sobre la incidencia del chino o mosaico en el cultivo de chile de agua (Velasco, 1990).****Figura 3. Efecto del N P K sobre el rendimiento de frutos frescos en el cultivo de**

chile de agua (Velasco, 1990).



TSWV = Virus Marchitez Manchada del Tomate. TEV = Virus Jaspeado del Tabaco

Figura 4. Efecto de niveles nutrimentales en la concentración de partículas virales en plantas de tomate (González, 1996).



TSWV = Virus Marchitez Manchada del Tomate. TEV = Virus Jaspeado del Tabaco

Figura 5. Efecto de niveles nutrimentales en la producción de frutos en plantas de tomate infectadas del virus Marchitez Manchada del Tomate o virus Jaspeado del Tabaco (González, 1996).

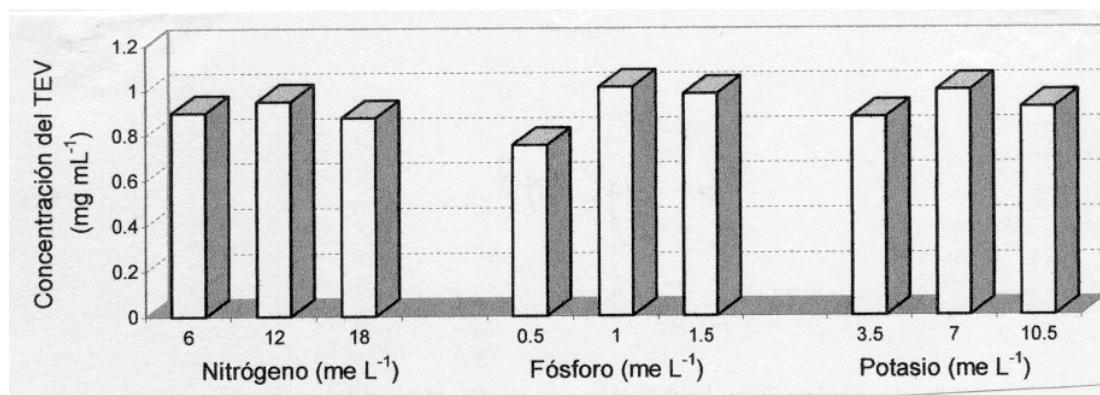


Figura 6. Efecto del N P K en la concentración del virus Jaspeado del Tabaco en plantas de chile jalapeño

(Velasco, 1998, datos no publicados).

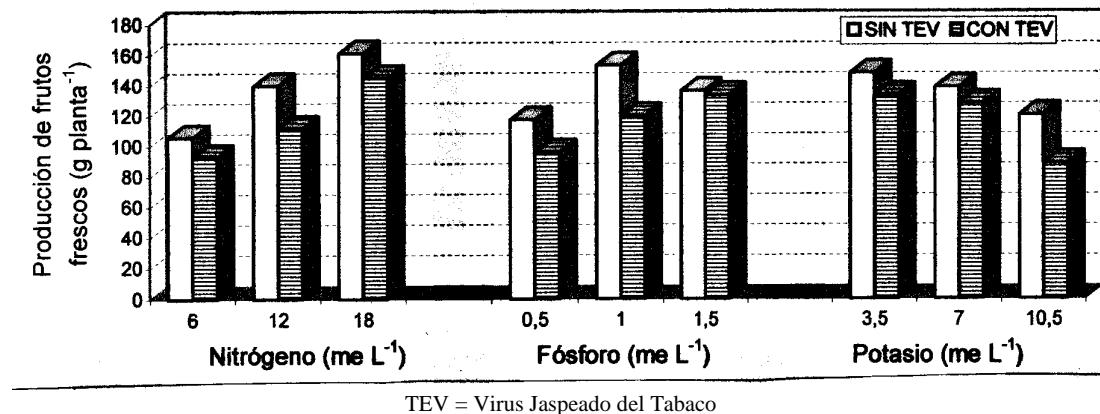


Figura 7. Efecto del N P K en la producción de frutos frescos en plantas de chile jalapeño sanas y con virus Jaspeado del Tabaco (Velasco, 1998, datos no publicados).

(Figura 3), sin embargo, se abatió cerca de 50 % del rendimiento promedio por efecto de la enfermedad.

González (1996) trabajó con plantas de tomate infectadas con el Virus Jaspeado del Tabaco (TEV) y el Virus Marchitez Manchada del Tomate (TSWV), en tres concentraciones nutrimentales (50, 100 y 150 %) en hidroponia e invernadero. Observó que la deficiencia de nutrientes favoreció la acumulación de partículas virales en los tejidos de las plantas (Figura 4); esto es, en una concentración nutrimental baja, las plantas fueron afectadas más severamente, quizás debido a la poca producción de células nuevas. En las plantas que recibieron alta concentración nutrimental, la producción de células nuevas en las etapas de crecimiento probablemente fue mayor, lo que permitió que ocurriera dilución de las partículas virales, debido a que la producción de células nuevas fue más rápida que la replicación de los virus, resultando en una menor severidad de los daños. González (1996) encontró la mayor producción de frutos en plantas sanas (Figura 5); en cambio, en plantas infectadas la producción de frutos disminuyó; pero ésta aumentó en forma proporcional a la concentración nutrimental. Lo anterior demuestra la tolerancia de las plantas infectadas con el TEV o TSWV, manejando adecuada y oportunamente los niveles nutrimentales que las plantas de tomate requieren.

Velasco (1998, datos no publicados), en plantas de chile jalapeño sanas e inoculadas con el TEV, en hidroponia e invernadero, encontró que cuando se suministró N, P y K a las plantas con TEV, la

concentración del virus aumentó al pasar del primer al segundo nivel de cada elemento (Figura 6). Al pasar al tercer nivel de cada elemento la concentración viral disminuyó. Las mayores concentraciones del TEV fueron: 0.95 mg mL⁻¹ con 12 me L⁻¹ de N, 1.01 mg mL⁻¹ con 1 me L⁻¹ de P, y 0.99 mg mL⁻¹ con 7 me L⁻¹ de K. Los resultados mostraron que el P juega un papel importante en la multiplicación del TEV y en segundo lugar el K. El efecto del N fue menos evidente. También observó que la producción de frutos frescos aumentó a medida que se incrementó el suministro de N y P. Por el contrario, con el suministro creciente de K, el rendimiento de frutos frescos disminuyó. Lo anterior ocurrió tanto en plantas sanas como en plantas inoculadas (Figura 7). Las plantas sanas siempre mostraron mayor producción de frutos frescos que las plantas con TEV. La presencia del virus disminuyó significativamente (14 %) la producción de frutos frescos.

CONCLUSIONES

Puesto que la capacidad de las plantas a defenderse está influenciada por su vigor y estado fenológico, muchos mecanismos partícipes en la interacción nutriente-patógeno-huésped aún no están claramente definidos. No obstante, se deduce que:

1. Los virus afectan la asimilación, translocación y concentración de los elementos esenciales en las plantas.

2. Los nutrientes permiten soportar en mayor o menor medida, el efecto de los virus en el desarrollo y rendimiento del cultivo.
3. El efecto que puede causar un nutriente en plantas enfermas por virus, depende del tipo y estado de desarrollo de la planta, el tipo de virus, las condiciones ambientales tanto para la planta como para el patógeno, el manejo del cultivo y la disponibilidad de los nutrientes. Dichos factores determinan en gran medida que un mismo nutriente estimule o contrarreste el efecto del virus en las plantas.

El tema de nutrición de plantas y su efecto sobre la incidencia de patógenos requiere de la participación conjunta de especialistas en nutrición vegetal, fitopatología, genética, entomología y otros, para entender y explicar los fenómenos de respuesta que existen al respecto, evitar la interpretación aislada y establecer conclusiones más completas.

LITERATURA CITADA

- Agrios, N.G. 1985. Fitopatología. Trad. por M. Guzmán O. Editorial Trillas. Méx.
- Balachandran, S., V.M. Hurry, S.E. Kelley, C.B. Osmond, S.A. Robinson, J. Rohozinski, G.G.R. Seaton y D.A. Sims. 1997. Concepts of plant biotic stress. Some insights into the stress physiology of virus-infected plants, from the perspective of photosynthesis. *Physiol. Plant.* 100: 203-213.
- Bergman, E.L. y J.S. Boyle. 1962. Effect of tobacco mosaic virus on the mineral content of potato leaves. *Phytopathology* 52: 956-957.
- Campillo R., R., C. Quezada L. y A. Aguilera C. 1981. Incidencia del virus del enrollamiento de la hoja de la papa en la respuesta a la fertilización NPK. *Agricultura Técnica* 41: 25-29.
- 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.
- 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.). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx.
- Graham, R.D. 1983. Effects of nutrient stress on susceptibility of plants to disease with particular reference to the trace elements. pp. 221-276. In: H.W. Woolhouse (ed.). *Advances in Botanical Res.* Vol. 10. Academic Press, London, UK.
- Guichard, V.J.G. y D. Ruiz G. 1996. Diagnóstico del agente causal del enchinamiento en el chile de agua (*Capsicum annuum* L.). Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 23, ex-hacienda de Nazareno Xoxocotlán, Oax., México.
- 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. *Proc. Sugar Beet Res. Assoc.* 30: 92-99.
- Huber, D.M. 1978. Disturbed mineral nutrition. pp. 163-181. In: J.G. Horsfall y E.B. Cowling (eds.). *Plant disease and advanced treatise.* Vol. 3. Academic Press, New York.
- Huber, D.M. 1980. The role of mineral nutrition in defense. pp. 386-406. In: J.G. Horsfall y E.B. Cowling (eds.). *Plant disease and advanced treatise.* Vol. 5. Academic Press, New York.
- Huber, D.M. 1981. The use of fertilizers and organic amendments in the control of plant disease. pp. 357-394. In: D. Pimentel (ed.). *CRC Handbook of pest management in agriculture.* Vol. 1. CRC Press, Boca Raton, Fl.
- Huber, D.M. 1989. Introduction. pp. 1-8. In: A.W. Engelhard (ed.). *Soilborne plant pathogen: management of disease with macro and microelements.* APS Press. St. Paul, Minnesota.
- Huber D.M. y Arny. 1985. Interactions of potassium with plant disease. pp. 467-488. In: R.D. Munson (ed.). *Potassium in agriculture.* Madison, Wisconsin. USA.
- Huber D.M. y R.D. Watson. 1974. Nitrogen form and plant disease. *Ann. Rev. Phytopathol.* 12: 139-165.
- Kaplan, C.R. y E.L. Bergman. 1985. Virus infection and nutrient elemental content of the host plant: a review. *Commun. in Soil Sci. Plant Anal.* 16: 439-465.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition. Academic Press, London.
- Martin, C. 1976. Nutrition and viruses disease of plants. 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. Plant Phytopathol.* 138: 118-124.
- Thomas, J.R. y D.M. McLean. 1967. Growth and mineral composition of squash (*Cucurbita pepo* L.) as affected by NPK and tobacco ring spot virus. *Agron. 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. Assoc. China* 125: 72-83.
- Velasco V., V.A. 1990. Efecto de algunos nutrientes sobre plantas de chile de agua (*Capsicum annuum* L.) aparentemente enfermas de virus en Valles Centrales de Oaxaca, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx.