

Distribución de la materia seca en plantas de chile con síntomas de yema grande**Dry matter distribution in chili pepper plants with big bud symptoms**

Rodolfo Velásquez-Valle^{1*}, Manuel Reveles-Hernández² y José Ángel Cid-Ríos²

¹ Campo Experimental Pabellón – INIFAP, Km. 32.5 Carretera Aguascalientes – Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. CP 20660.

² Campo Experimental Zacatecas – INIFAP, Km. 24.5 Carretera Zacatecas – Fresnillo, Calera de V. R., Zacatecas, México. CP 98500.

*Autor para correspondencia: velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx

RESUMEN

La producción de chile para secado, *Capsicum annuum* L. es una de las principales actividades agrícolas en el norte centro de México. Las plantas de chile son afectadas por un gran número de patógenos entre los que destacan los fitoplasmas. Los fitoplasmas causan alteraciones en el floema y desbalance hormonal que conducen a cambios metabólicos. Muy poco es conocido acerca del impacto fenotípico de la infección de plantas de chile por fitoplasmas por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar la tendencia de acumulación de materia seca en plantas de chile con síntomas de infección por fitoplasma. Un número de plantas sintomáticas y asintomáticas de chile se colectaron en una parcela comercial en Zacatecas, México. Las estructuras reproductivas, hojas, tallo y ramas se cortaron y pesaron separadamente. En plantas enfermas la materia seca se acumuló en hojas y ramas, por el contrario, las estructuras reproductivas fueron el tejido con menos acumulación de materia seca. En plantas asintomáticas la materia seca se acumuló en los tejidos de las estructuras reproductivas; el tallo obtuvo la menor acumulación de materia seca.

Palabras clave: Fitoplasma, tejidos vegetales, pérdida de peso.

ABSTRACT

Yield of chili pepper, *Capsicum annuum* L. is one of the toppest agricultural activities in the north center región of Mexico. Pepper plants are affected by a great number of pathogens, among them, phytoplasmas are outstanding. Phytoplasma cause phloem alterations and hormonal unbalance that lead to metabolic changes. Very few is known about the phenotypic impact of phytoplasma infection in pepper plants consequently the aim of this work was to determine the distribution trend of dry matter in pepper plants with phytoplasma infection symptoms. A number of symptomatic and asymptomatic pepper plants were collected in a commercial field in Zacatecas, Mexico; Reproductive structures, leaves, stem, and branches were separately cut and weighed. In diseased plants dry matter was accumulated in leaves and branches, on the contrary, reproductive structures was the tissue with fewest accumulated dry matter. In asymptomatic plants dry matter was accumulated in the reproductive structures tissues; stem was the tissue with the fewest accumulated dry matter.

Keywords: Phytoplasma, plant tissues, weight losses.

INTRODUCCIÓN

La producción de chile para secado, *Capsicum annuum* L., es una de las actividades agrícolas más importantes en los estados de Aguascalientes, Durango y Zacatecas. En su mayor parte la producción de esta hortaliza se realiza bajo condiciones de cielo abierto que permite la exposición de las plantas a un número considerable de enfermedades provocadas por diversos patógenos, entre los que destacan los fitoplasmas. Estos organismos son bacterias carentes de pared celular que requieren para su supervivencia y diseminación de una planta hospedera y de un vector; en las plantas se les encuentra únicamente en el floema (Dermastia, 2019). En Zacatecas se reportó la presencia de *Candidatus Phytoplasma trifolii* (16SrVI) (CPT) asociado con plantas de chile que manifestaban síntomas como una deformación floral conocida como yema grande (YG), amarillamiento y rizado foliar (Mauricio-Castillo *et al.*, 2015). CPT también ha sido identificado en Líbano, Estados Unidos de América y Siria en plantas de chile y jitomate cuya sintomatología coincide total o parcialmente con la reportada en Zacatecas (Choueiri *et al.*, 2007; Randall *et al.*, 2009; Khalil *et al.*, 2019). Los síntomas causados por los fitoplasmas indican una alteración del contenido del floema y una pérdida del balance hormonal causada a su vez por la reducción del ácido indolacético, bloqueo del transporte de auxinas, incremento de precursores hormonales, presencia de inhibidores de síntesis de hormonas, entre otros (Arismendi *et al.*, 2010). En Zacatecas Reveles-Torres *et al.* (2018) encontraron que las plantas de chile infectadas por CPT tendían a mostrar un incremento progresivo en los fenoles totales, flavonoides, taninos condensados y antocianinas. Aunque se ha generado conocimiento acerca de los cambios metabólicos en diversas plantas, incluyendo chile, producidos por la infección por fitoplasmas, poco es conocido, fuera de la frecuentemente somera descripción de síntomas, acerca del impacto fenotípico de la enfermedad por lo que el objetivo del trabajo fue el de determinar el patrón de distribución

de materia seca en plantas de chile con síntomas de yema grande.

MATERIALES Y METODOS

En una parcela comercial localizada en Morelos, Zac., se colectaron al azar plantas de chile para secado tipo mirasol que mostraban el síntoma típico de infección por fitoplasma, la presencia de yema grande, así como clorosis y rizado de follaje asociados a la infección por ese patógeno. Adicionalmente, en la misma parcela se colectaron plantas asintomáticas para utilizarlas como testigo. Para cada planta enferma se registró la altura (cm) y severidad de la enfermedad (expresada como el porcentaje del follaje total de una planta con síntomas de la enfermedad); las plantas dañadas se separaron de acuerdo con una escala arbitraria de daño: leve (follaje dañado en menos del 49.9% de la planta); medio (follaje dañado entre 50 y 79.9% de la planta) y severo (follaje dañado en 80% o más de la planta). Posteriormente, para cada planta se pesaron por separado hojas, ramas, tallo, estructuras reproductivas (botones, flores y frutos) (ER) y flores modificadas (YG). Cada estrato se secó al medio ambiente por separado y sus valores se registraron como porcentaje del peso total de cada planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron 51 plantas de chile tipo Mirasol con síntomas de YG y 10 asintomáticas. La mayoría de las plantas sintomáticas (82.3%) mostraban daño severo, solamente el 7.8 y 9.8% de las plantas colectadas tenían daños medio y leve, respectivamente. El promedio de daño en cada categoría fue de 96.9, 57.5 y 38.0% para las plantas con daño severo, medio y leve, respectivamente.

Uno de los síntomas asociados con la infección por fitoplasmas es la proliferación de brotes (Wei *et al.*, 2019) que podría conducir a un incremento en la producción y peso de hojas. En las plantas con daño atribuido a la infección por fitoplasma, independientemente de la severidad de la enfermedad, se observó la misma tendencia de daño; el peso del follaje

representó la mayor parte del peso total de la planta y varió desde 34.1, 35.4 y 37.8% para las plantas con daño leve, medio y severo, respectivamente. En comparación, el peso (%) del follaje de las plantas sanas representó el 20.8% del peso total de la planta, lo cual fue menor al de las plantas dañadas en un rango variable entre 14 y 17%.

El peso seco (%) de tallo con respecto al total de la planta fue de 14.1, 9.8 y 13.2% para las categorías de daño severo, medio y leve, respectivamente; en las plantas aparentemente sanas el peso de este órgano constituyó únicamente el 6.8% del peso total de esas plantas, lo cual es cercano a la mitad del peso en el tallo de plantas con síntomas severos y leves.

En el peso de ramas se observó que la mayor pérdida de peso se registró en las plantas con un nivel leve de daño (36.4%) seguido por el de plantas con daño medio (35.0%) y por el de plantas con daño severo (31.9%); el peso de ramas en las plantas aparentemente sanas correspondió al 15.8% del peso total, lo cual es menor a la mitad de las plantas en cualquiera de las tres categorías de daño mencionadas previamente.

El peso (%) de estructuras reproductivas (botones, flores y frutos) en las plantas aparentemente sanas representó el 55.7% del peso total; mientras que en las plantas sintomáticas constituyó el 6.1, 13.7 y 9.6% del peso total de la planta; es posible que la producción de frutos en las plantas sintomáticas provenga de floraciones previas al momento de infección ya que la presencia de YG evita la formación de botones, flores o frutos. Por el contrario, la presencia de YG en las plantas asintomáticas significó el 9.9, 6.0 y 6.6% del peso total de las plantas en las categorías de daño severo, medio y leve, respectivamente; las plantas asintomáticas no mostraban YG.

El patrón de acumulación de materia seca registró una tendencia común entre las plantas sintomáticas: la materia seca combinada de hojas y ramas representó 69.7, 70.0 y 70.5% del peso total de las plantas enfermas con daño severo, medio y leve, respectivamente.

Este mismo porcentaje en las plantas aparentemente sanas fue de 46.6% (Figura 1).

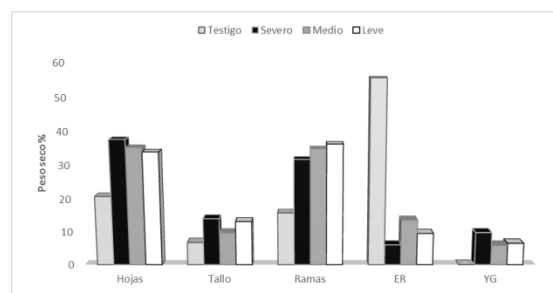


Figura 1. Distribución de la materia seca de plantas de chile tipo Mirasol con síntomas severos, medios y leves de yema grande y asintomáticas. ER: estructuras reproductivas; YG: yemas grandes.

El peso seco del tallo en las plantas enfermas fue superior, independientemente de la severidad de la enfermedad, al de plantas asintomáticas (6.8%), aunque el contraste es más notable con el de plantas con daño severo y leve (14.1 y 13.2%, respectivamente) (Figura 1).

El síntoma típico de la enfermedad es la producción de cálices (YG), en su mayoría con los sépalos fusionados donde el fruto alcanza un desarrollo mínimo o no existe crecimiento alguno; en las plantas asintomáticas no se registró la presencia de YG, sin embargo, la presencia de YG en las plantas enfermas no mostró una tendencia clara de respuesta a alguna de las características de hojas, tallo, ramas o estructuras reproductivas dentro de su propia categoría de daño (Figura 1).

En plantas aparentemente sanas las estructuras relacionadas con la reproducción concentraron más de la mitad de la materia seca (55.6%) seguidas por las hojas, principales órganos fotosintéticos (20.8%). El peso de los órganos o estructuras de soporte y conducción en este tipo de plantas (tallo y ramas) aportaron poco menos del 23%. En cambio, las estructuras relacionadas con la reproducción en plantas sintomáticas representaron sólo el 7% del peso total, independientemente de la severidad de la enfermedad; las hojas aportaron 37.3% del peso total, que en comparación con el de plantas aparentemente sanas significa poco

menos de 80% de incremento en el peso de hojas de las plantas enfermas. En forma combinada estas dos variables, representaron el 44.3% del peso total de las plantas enfermas; aproximadamente 11% menos que en las plantas aparentemente sanas. Los órganos de sostén y conducción (tallos y ramas) en las plantas enfermas significaron el 46.2% del peso total, el doble que en las plantas aparentemente sanas (Figura 2).

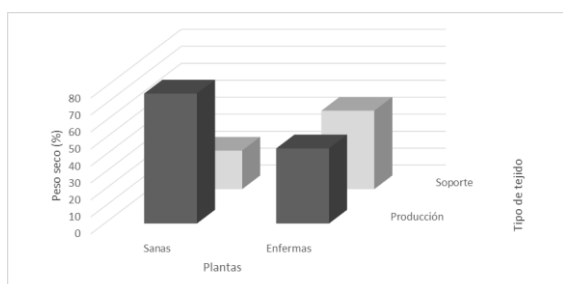


Figura 2. Distribución de la materia seca (%) en tejidos de producción (hojas, botones, flores y frutos) y de soporte (tallos y ramas) en plantas de chile Mirasol aparentemente sanas y enfermas.

Es importante acotar que el tamaño de muestra, sobre todo en las categorías de daño medio y leve es reducido (cuatro y cinco plantas, respectivamente), por lo que futuros estudios deberán utilizar tamaños de muestra mayores a fin de obtener mejores resultados. Por otro lado, es recomendable incluir el dimensionamiento de la raíz que podría ayudar a explicar, al menos parcialmente, la expresión y severidad de síntomas en la parte aérea de la planta.

CONCLUSIONES

En plantas de chile para secado Mirasol con síntomas de yema grande la materia seca tendió a acumularse en hojas y ramas, por el contrario, el tejido con estructuras reproductivas acumuló menor cantidad de materia seca.

En plantas de chile para secado Mirasol aparentemente sanas la materia seca tendió a acumularse en el tejido correspondiente a estructuras reproductivas mientras que el tallo

fue la estructura con menos materia seca acumulada.

La materia seca acumulada en tejidos de producción (hojas, botones, flores y frutos) de plantas sanas representó casi el doble que la de plantas enfermas, mientras que el tejido de soporte (ramas y tallos) de plantas enfermas constituyó cerca del doble que el de plantas aparentemente sanas.

LITERATURA CITADA

- Arismendi, N., Carrillo, LIR y Andrade, SN. 2010. Mollicutes fitopatógenos transmitidos por insectos : interacciones y efectos en sus vectores. *Agro Sur* 38:55-67.
- Choueiri, E., Salar, P., Jreijiri, F., El Zammar S., Massaad R., Abdul-Nour, H., Bové, J-H., Danet, J-L., and Foissac, X. 2007. Occurrence and distribution of '*Candidatus Phytoplasma trifolii*' associated with diseases of solanaceous crops in Lebanon. *European Journal of Plant Pathology* 118:411-416.
- Dermastia, M. 2019. Plant hormones in phytoplasma-infected plants. *Frontiers in Plant Sciences* 10 Article 477. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2019.00477>
- Khalil, H., Yousef, RN., Girsova, NV, Bogoutdinov, DZ, and Kastalyeva, TB. 2019. First report of tomato "big bud" disease in Syria caused by "*Candidatus Phytoplasma trifolii*"-related strain. *Plant Disease* 103:578.
- Mauricio-Castillo, JA, Salas-Muñoz, S., Velásquez-Valle, R., Ambriz-Granados, S. y Reveles-Torres, LR. 2015. "*Candidatus Phytoplasma trifolii*" (16SrVI) en chile mirasol (*Capsicum annuum* L.) cultivado en Zacatecas, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 38:389-396.
- Randall, JJ, Bosland, PW, and Hanson, SF. 2009. Brote grande, a new phytoplasma-associated disease of chile peppers. *Plant Disease* 93:968.

- Reveles-Torres, LR, Velásquez-Valle, R., Salas-Muñoz, S., Mauricio-Castillo, JA, Esqueda-Dávila, KCJ, and Herrera, MD. 2018. *Candidatus* Phytoplasma trifolii (16SrVI) infection modifies the polyphenols concentration in pepper (*Capsicum annuum* L.) plant tissues. Journal of Phytopathology 166:555-564. <https://doi.org/10.1111/jph.12717>
- Wei, W, Davis, RE, Bauchan, GR, and Zhao, Y. 2019. New symptoms identified in phytoplasma-infected plants reveal extra stages of pathogen-induced meristem fate-drailment. Molecular Plant-Microbe Interactions 32:1314-1323.