

## Hortalizas y virosis en zacatecas: un patosistema complejo\*

## Vegetables and viruses in Zacatecas: A complex pathosystem

Rodolfo Velásquez-Valle<sup>1§</sup>, Luis Roberto Reveles-Torres<sup>1</sup> y Mario Domingo Amador-Ramírez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Carretera Zacatecas-Fresnillo, km 24.5, Calera de V. R., Zacatecas, México. C. P. 98500. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx.

### Resumen

El cultivo de chile para secado, ajo y cebolla son económicamente importantes para el estado de Zacatecas, México. Sin embargo, epidemias virales han aparecido desde la década de 1990; el Campo Experimental Zacatecas, dependiente del INIFAP ha llevado a cabo investigación fragmentada sobre estas enfermedades, por lo que el objetivo del presente ensayo fue el de revisar y compartir la información sobre la interacción entre los cultivos de chile para secado, ajo y cebolla con algunos patógenos virales, vectores y maleza así como apuntar las áreas con falta de conocimiento donde se requiere nueva o mayor información. Se dio especial importancia a la identificación de virus y sus vectores como un primer paso para el establecimiento de una estrategia de manejo integrado: en pocos años la presencia de Curtovirus, Tospovirus, Carlavirus y Potyvirus, entre otros, ha sido reportada infectando esos cultivos en Zacatecas, México.

**Palabras clave:** Curtovirus, Tospovirus, Carlavirus, Potyvirus, ajo, cebolla, chile para secado.

La producción de hortalizas es la actividad agrícola más importante desde el punto de vista económico en Zacatecas; sin embargo, durante su proceso de producción son afectadas por un número considerable de patógenos de origen fungoso, bacteriano, nematológico y viral (Velásquez *et al.*, 2002; Velásquez y Medina, 2004; Velásquez y Medina, 2005; Velásquez *et al.*, 2010a). A partir de la década de 1990 se

### Abstract

The chili pepper for drying, garlic and onion are economically important crops for the State of Zacatecas, Mexico. However, viral epidemics have emerged since the 1990s; the Experimental Field Zacatecas dependent of the INIFAP has conducted fragmented researches on these diseases, for this reason, the objective of this paper was to review and share information regarding the interaction between these crops with some viral pathogens, vectors and weed as well as striving the areas with the lack of knowledge which may require new or additional information. We have placed special emphasis on the identification of viruses and their vectors as a first step towards the establishment of an integrated management strategy: in a few years the presence of Curtovirus, Tospovirus, Carlavirus and Potyvirus, among others, have been reported infecting these crops in Zacatecas, Mexico.

**Key words:** Curtovirus, Tospovirus, Carlavirus, Potyvirus, garlic, onion, dried chili pepper.

The vegetable production is the most important agricultural activity from the economic point of view in Zacatecas; however, the production process is affected by a number of fungal pathogens, bacterial, nematologic and viral (Velásquez *et al.* 2002; Velásquez and Medina, 2004; Velásquez and Medina, 2005; Velásquez *et al.*, 2010a). Since the 1990s there has been an emergence of

\* Recibido: noviembre de 2012  
Aceptado: mayo de 2013

ha registrado la emergencia de síntomas asociados con enfermedades provocadas por virus en hortalizas; estos brotes epidémicos han sido, al menos parcialmente, objeto de investigación por parte del Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Sin embargo, en éste proceso de investigación poco se ha considerado en forma integral el patosistema formado por varias hortalizas que comparten las áreas de producción, traslapan sus ciclos de cultivo y son afectadas por los mismos patógenos virales y sus vectores.

En los últimos años, en Zacatecas, se han generado avances principalmente en el área de identificación de virus y sus vectores, no obstante, solo constituyen una mínima parte del conocimiento requerido para conducir al manejo exitoso de este tipo de enfermedades. Sin embargo, se debe reconocer que la identificación de los patógenos es un paso imprescindible en el establecimiento de una estrategia de manejo integrado. Por lo tanto, el objetivo de ésta contribución es revisar y compartir la información sobre la interacción entre cultivos hortícolas como el chile (*Capsicum annuum* L.), ajo (*Allium sativum* L.) y cebolla (*A. cepa* L.) con algunos patógenos virales, vectores y maleza que, en forma fragmentada, ha generado el INIFAP en Zacatecas.

### Los hospederos

La estacionalidad de la producción de estas hortalizas en la entidad conduce a una primera visión de la complejidad del patosistema; el chile es un cultivo de primavera verano aunque los almácigos tradicionales (a cielo abierto y con mínimo empleo de tecnología de producción de plántula) se establecen desde enero; se trasplanta principalmente en abril, ocupando alrededor de 39 000 hectáreas anualmente (Bravo *et al.*, 2010) y se cosecha mayormente a partir de agosto pero que frecuentemente se prolonga hasta octubre o noviembre; esto representa un ciclo de cultivo de aproximadamente ocho meses que proporciona el tiempo y hospederos necesarios para el desarrollo de las epidemias de los virus presentes en Zacatecas. Por otro lado, la ocurrencia del temporal pluvial de verano aporta las condiciones óptimas para el desarrollo, desde luego de enfermedades, pero también de maleza que eventualmente sirve como refugio de vectores y hospedera de los virus que infectan esta hortaliza.

Además, durante el ciclo primavera verano es posible encontrar superficies variables de otras solanáceas como papa (*Solanum tuberosum* L.) y tomatillo o tomate de hoja (*Physalis* spp.) que pudieran compartir algunos patógenos virales como los virus del mosaico del pepino (CMV), mosaico del tabaco

symptoms associated with diseases caused by viruses in vegetables; these outbreaks have been, at least partially, under investigation by the INIFAP Experimental Field Zacatecas. However, little research on this process has been considered in a comprehensive manner regarding the pathosystem consisting of several vegetables that share production areas, crop cycle's overlaps and affected by the same viral pathogens and vectors.

In recent years, in Zacatecas, developments were generated primarily in the area of identification of viruses and their vectors; however, this constitute only a fraction of the knowledge required to lead to successful management of these diseases. However, it should be recognized that the identification of pathogens is an essential step in the establishment of an integrated management strategy. Therefore, the aim of this contribution is to review and share information about the interaction between vegetable crops such as chili pepper (*Capsicum annuum* L.), garlic (*Allium sativum* L.) and onion (*A. cepa* L.) with some viral pathogens, vectors and weeds generated in the INIFAP.

### The hosts

The seasonality production of these vegetables in the State leads to a first glimpse of the complexity of the pathosystem; chili is a spring-summer crop, although traditional seedlings (open pit with minimal use of seedling production technology) is established since January, mainly transplanted in April, occupying about 39 000 hectares annually (Bravo *et al.*, 2010) and harvested mostly from August but often lasts until October or even November, this represents a growing cycle of approximately eight months and the hosts provide the time necessary for the development of virus epidemics. On the other hand, rainfed in the summer brings the optimal conditions for its development, and also weed that eventually serves as harbor vectors and host of viruses that infect the crop.

Moreover, during the spring-summer cycle is possible to find other solanaceous variable surfaces such as potato (*Solanum tuberosum* L.) and husk tomato or tomatillo (*Physalis* spp.) that could share some viral pathogens such as cucumber mosaic virus (CMV), mosaic virus (TMV) and tomato spotted wilt virus (TSWV) (De la Torre *et al.*, 2002) or vectors with chili pepper cultivation as in the case of *Circulifer tenellus* Baker acting as a vector of the agent of

(TMV) o marchitez manchada del tomate (TSWV) (De la Torre *et al.*, 2002) o vectores con el cultivo de chile como es el caso de *Circulifer tenellus* Baker que actúa como vector del agente causal de la punta morada de la papa en regiones de Coahuila y Nuevo León (Almeyda *et al.*, 2008) y que transmite un Curtovirus en plantas de chile o, en otro caso, los trips como *Frankliniella occidentalis* (Pergande), vector del virus de la marchitez manchada del jitomate (Johnson *et al.*, 1995).

Por otro lado, Zacatecas es el primer productor de ajo en el país con alrededor de 2 000 hectáreas que permanecen en campo abierto desde mediados de septiembre hasta mediados de junio (Reveles *et al.*, 2009); este periodo también constituye un ciclo de cultivo aún más prolongado, alrededor de 10 meses, con las consecuencias epidemiológicas descritas previamente.

La producción de cebolla es una actividad económicamente importante para Zacatecas, se menciona que la superficie ocupada por este cultivo ha pasado de 776 hectáreas en 1980 hasta 4 110 hectáreas en 2010 (Velásquez *et al.*, 2010c; Reveles *et al.*, 2012) e implica el establecimiento de almácigos a cielo abierto para producción de plántula desde el mes de octubre; el cultivo permanece en campo, gracias a diversas fechas de trasplante y distinta duración de ciclo, hasta septiembre.

Ocasionalmente los productores de Zacatecas llegan a trasladar plántulas de cebolla (cebollín) desde otros estados como Chihuahua o Morelos que podría facilitar el movimiento de diferentes patógenos virales como ha ocurrido en Colorado, EE. UU (Gent *et al.*, 2006). Es frecuente que, debido a las escasas posibilidades de comercialización exitosa, los productores de cebolla abandonen las parcelas permitiendo así el incremento de vectores como trips e inóculo de diferentes virus.

La presencia de ambos cultivos, ajo y cebolla, a cielo abierto durante la temporada otoño - invernal y con ellos la de cierta cantidad de maleza, podría representar un ejemplo del "puente verde" mencionado por Gent *et al.* (2006), para algunos patógenos virales y sus vectores que, eventualmente podrían alcanzar los cultivos de verano, como el caso de chile, con mayores poblaciones insectiles y nivel de inóculo.

Aunque la ocurrencia de enfermedades de tipo viral en estos cultivos a nivel mundial y nacional ha sido plenamente reconocida (Davis, 1995; Murphy y Warren, 2005; Pérez-Moreno *et al.*, 2007), solo recientemente se ha principiado a identificar algunos de los patógenos virales presentes en las hortalizas de Zacatecas así como sus vectores

the purple tip potato in the regions of Coahuila and Nuevo León (Almeyda *et al.*, 2008), which transmits a Curtovirus to the chili plant or, in another case, thrips such as *Frankliniella occidentalis* (Pergande), vector of the spotted wilt virus (Johnson *et al.*, 1995).

On the other hand, Zacatecas is the largest producer of garlic in the country with about 2000 acres that remain in the open-field from mid-September to mid-June (Reveles *et al.*, 2009), this period is an even longer growing season, about 10 months, with the epidemiological consequences just described.

The onion production is economically important in Zacatecas; the area occupied by this crop has grown from 776 hectares in 1980 to 4110 hectares in 2010 (Velásquez *et al.*, 2010c; Reveles *et al.*, 2012) and involves establishing open seedbeds for seedling production from October, the crop remains in the field, thanks to several dates of transplanting and cycle time, until September.

Occasionally, Zacatecas producers move onion seedlings (scallions) from other States such as Chihuahua and Morelos which could facilitate the movement of different viral pathogens as happened in Colorado, USA. UU (Gent *et al.*, 2006). Often, due to the low probability of successful commercialization, onion growers abandon the plots allowing increased thrips vectors and inoculum of different viruses.

The presence of both crops, garlic and onion, cut open during autumn-winter and with them a certain amount of weed, could be an example of "green bridge" mentioned by Gent *et al.* (2006), for some viral pathogens and their vectors that eventually could reach the summer crops, such is the case of chili peppers, with higher insect populations and inoculum level.

Although the occurrence of virus-like diseases in these crops globally and nationally have been fully recognized (Davis, 1995; Murphy and Warren, 2005; Pérez-Moreno *et al.*, 2007), only recently has begun to identify some of the viral pathogens present in vegetables and their vectors in Zacatecas (Velásquez-Valle *et al.*, 2008; Velásquez *et al.*, 2009; Velásquez-Valle *et al.*, 2010b). In here we review the information generated on the pathosystem vegetables (garlic, onion and chili)- virus in Zacatecas, Mexico.

(Velásquez-Valle *et al.*, 2008; Velásquez *et al.*, 2009; Velásquez-Valle *et al.*, 2010b). A continuación se revisa la información generada sobre el patosistema hortalizas (ajo, cebolla y chile) - virus en Zacatecas, México.

## Chile

Aunque ya desde principios de la década de 1990 se mencionaba la presencia de una enfermedad que afectaba las plantas de chile y cuyas principales características incluían enanismo, clorosis y pérdida de estructuras reproductivas y que, inicialmente, los productores de chile denominaron “miada de perro”, es a partir de 2003 cuando se principia a reportar en la región la presencia en líneas avanzadas de chile Mirasol y Ancho originadas en Zacatecas de una enfermedad de posible origen viral que, según los síntomas que manifestaban las plantas infectadas, se asoció con el *Beet curly top virus* y que se denominó “amarillamiento del chile” (Velásquez-Valle *et al.*, 2003) (Cuadro 1).

### Cuadro 1. Incidencia de amarillamientos en líneas avanzadas de chile Ancho y Mirasol en Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México (Velásquez-Valle *et al.*, 2003).

Table 1. Incidence of yellowing in advanced lines of Mirasol and Ancho chili peppers in Pavilion Arteaga, Aguascalientes, Mexico (Velásquez-Valle *et al.*, 2003).

Genotipo Mirasol	Amarillamiento (%)	Genotipo Ancho	Amarillamiento (%)
Criollo Calera	5.4	Criollo Calera	12.9
LEMZ-7	2.1	LEAZ-6	12.1
LEMZ-8	4.0	LEAZ-8	11.5
LEMZ-10	13.0	LEAZ-10	14.2
Criollo Chupaderos	4.3	Ancho San Luis	8.0

En ciclos de cultivo posteriores se comprobó la dispersión de la enfermedad en los estados de Aguascalientes y Zacatecas donde afectaba los principales tipos de chile para secado (Velásquez-Valle *et al.*, 2006). A la fecha no se cuenta con información acerca de la susceptibilidad bajo condiciones controladas del germoplasma local de chile para secado al agente causal de amarillamiento. Aunque en este periodo se generó información acerca de la incidencia, sintomatología y distribución de la enfermedad no se obtuvo ningún avance en cuanto a la identificación puntual del agente causal. Es hasta el ciclo de cultivo 2007 que se envían muestras de plantas de chile con síntomas de la enfermedad al laboratorio de Fitopatología de la Universidad estatal de Nuevo México, EE. UU, a cargo de la Dra. Rebecca Creamer, donde se identifica por primera ocasión en México a un Curtovirus denominado *Beet mild curly top virus* (BMCTV) infectando plantas de chile para secado colectadas en Zacatecas.

## Chili pepper

Even though, since the beginning of the 1990s the presence of a disease affecting chili plants whose main features include stunting, chlorosis and loss of reproductive structures and, initially, chili producers called "dog pee" was mentioned, in 2003 began to report the presence in the region of advanced lines in Mirasol and Ancho chili peppers originated in Zacatecas, a possible viral disease that, according to the symptoms manifested infecting plants associated with the Beet curly top virus and was called "Chili yellowing" (Velásquez-Valle *et al.*, 2003) (Table 1).

In subsequent crop cycles, we showed the spread of the disease in the States of Aguascalientes and Zacatecas which affected the main types of dried chili (Velásquez-Valle *et al.*, 2006). Up to this date, there is no information about the susceptibility under controlled conditions of local germplasm for dried chili causal agent of yellowing.

Although, during this period we generated information about the incidence, symptomatology and distribution of the disease though it hasn't got any progress in terms of the timely identification of the causative agent. It is up to the 2007 growing season samples with symptoms of the disease at the Pathology Laboratory of New Mexico State University, USA. In charge by Dr. Rebecca Creamer, which identifies for the first time in Mexico a Curtovirus called Beet mild curly top virus (BMCTV) infecting dried chili pepper plants collected in Zacatecas.

Simultaneously, confirming the presence of its vector, the leafhopper *C. tenellus* Baker in the chili producing areas for drying in Zacatecas, San Luis Potosí and Aguascalientes (Velásquez-Valle *et al.*, 2008), although the incidence of this insect in Aguascalientes and other northern areas of the country have been mentioned since 1954 (Young and Frazier, 1954), it is not until after this paper that is given the importance

Simultáneamente se confirma la presencia de su vector, la chicharrita *C. tenellus* Baker en las áreas productoras de chile para secado de Zacatecas, San Luis Potosí y Aguascalientes (Velásquez-Valle *et al.*, 2008); aunque la incidencia de este insecto en Aguascalientes y otras áreas del norte del país ya había sido mencionada desde 1954 (Young y Frazier, 1954), no es hasta después de este reporte que se le concede importancia como vector de ese curtovirus. Para 2009 se menciona la presencia de BMCTV en plantas de frijol Aluvori que mostraban amarillamiento, enanismo y follaje coriáceo y que fueron colectadas en Zacatecas (Velásquez-Valle *et al.*, 2009; Velásquez-Valle *et al.*, 2012b); es necesario comprobar que los aislamientos de BMCTV de frijol son capaces de infectar a chile y viceversa, lo cual expandiría considerablemente este patosistema toda vez que en el estado se cultivan alrededor de 600 000 hectáreas anualmente con esta leguminosa (Rincón *et al.*, 2004).

El desarrollo de esta leguminosa durante la primavera-verano coincide parcialmente con los cultivos de ajo y cebolla y totalmente con el de chile. El combate de plagas en frijol, sobre todo en condiciones de temporal, es deficiente por lo que esta leguminosa podría actuar como refugio de *C. tenellus*; el papel del frijol en el patosistema hortalizas-virus permanece indefinido pero puede adquirir una considerable importancia en la reproducción de vectores y BMCTV durante el verano.

Se ha consignado que las poblaciones de chicharrita en California, EUA, son capaces de migrar de áreas cultivadas en el verano hacia áreas arbustivas en el invierno (Creamer *et al.*, 1996); en Aguascalientes y Zacatecas se registró la presencia de la chicharrita durante la temporada invernal (enero-marzo) en manchones de maleza y parcelas de alfalfa localizados dentro del área de cultivo de chile para secado (Velásquez-Valle *et al.*, 2011a) (Cuadro 2), sugiriendo entonces que por lo menos una parte de la población del vector permanece dentro del área de cultivo de chile durante el invierno. Se ha confirmado que en Zacatecas algunas malas hierbas como jaramao (*Eruca sativa* Mill), quelite de perro (*Chenopodium* spp. y mala madre (*Solanum rostratum* L.) pueden albergar al BMCTV durante el invierno (Velásquez-Valle *et al.*, 2012) aunque es necesario determinar la presencia del patógeno en otras malas hierbas así como en áreas dedicadas al pastoreo.

Aunque se conoce la existencia de diversas cepas del patógeno a nivel mundial (Chen *et al.*, 2010), poco se ha avanzado en la detección de otras razas en las plantaciones de

as a vector of that Curtovirus. For 2009, the presence of BMCTV in Aluvori bean plants showing yellowing, stunting and leathery foliage, collected in Zacatecas (Velásquez-Valle *et al.*, 2009; Velásquez-Valle *et al.*, 2012b), it is necessary to probe that BMCTV bean isolates are able to infect chili and vice versa, which greatly expand this pathosystem since in the State are grown about 600 000 hectares annually with this legume (Rincón *et al.*, 2004).

The development of this legume during the spring-summer crop overlaps with garlic and onion and completely with chili. The control of pests in beans, especially in rainfed conditions is poor so, this legume may act as a refuge for *C. tenellus*, the role of beans in the vegetable-virus pathosystem remains undefined so far, but may acquire considerable importance in vector breeding and BMCTV during the summer.

It has been reported that, leafhopper populations in California, USA, are able to migrate from cultivated areas in the summer to shrubby areas in the winter (Creamer *et al.*, 1996), in Aguascalientes and Zacatecas, the presence of a pathogen during the winter season was recorded (January-March) in patches of weeds and alfalfa plots located within the growing area for drying chili (Velásquez-Valle *et al.*, 2011a) (Table 2), suggesting then that at least a part of the vector population remains in the chili growing area during the winter. It was confirmed that in Zacatecas some weeds such as jaramao (*Eruca sativa* Mill) Dog quelite (*Chenopodium* spp.), and bad mother (*Solanum rostratum* L.), can harbor the BMCTV during the winter (Velásquez-Valle *et al.*, 2012) although it is necessary to determine the presence of the pathogen in other weeds and in pastoral areas.

**Cuadro 2. Presencia de *Circulifer tenellus* Baker en manchones de maleza en Zacatecas y Aguascalientes, México (Velásquez-Valle *et al.*, 2011).**

**Table 2. Presence of *Circulifer tenellus* Baker in patches of weeds in Zacatecas and Aguascalientes, Mexico (Velásquez-Valle *et al.*, 2011).**

Sitio	<i>Circulifer tenellus</i>			Composición botánica
	Hembras	Machos	Total	
1	1	1	2	<i>Reseda</i> spp.; <i>Sonchus oleraceus</i>
2	2	1	3	<i>Amaranthus</i> spp.; <i>S. oleraceus</i> L.; <i>Gallinsoga</i> spp.
3	1	0	1	<i>Reseda</i> spp.
4	5	2	7	<i>Eruca sativa</i> Mill.
5	10	0	10	<i>Sisimbrio irio</i> L.

chile y otros cultivos susceptibles en Zacatecas a pesar de que esta actividad es de crucial importancia en el establecimiento de programas de manejo de la enfermedad.

La sintomatología de amarillamientos observada en plantas de chile para secado es compleja e incluye la manifestación de síntomas asociados con la infección por BMCTV y fitoplasmas, tales como los denominados faroles chinos y hoja pequeña (Velásquez *et al.*, 2011b). Además, en Zacatecas y áreas vecinas de los estados de Aguascalientes y San Luis Potosí se ha detectado la presencia en plantas de chile de virus de ARN pertenecientes a diferentes familias virales pero destacadamente Potyvirus, Cucumovirus y Tobamovirus como el del mosaico del tabaco (TMV: *Tobacco mosaic virus*), mosaico del pepino (CMV: *Cucumber mosaic virus*), Y de la papa (PVY: *Potato Virus Y*), moteado del chile (PepMoV: *Pepper mottle virus*) y jaspeado del tabaco (TEV: *Tobacco etch virus*) en infecciones individuales pero más comúnmente en infecciones mixtas (Velásquez-Valle *et al.*, 2011b), lo cual es frecuente en este cultivo a nivel mundial (Murphy y Bowen, 2006; Kim *et al.*, 2010; Rentería-Canett *et al.*, 2011); en Zacatecas se ha detectado la presencia de algunos de los virus de ARN mencionados en malas hierbas como el caso del quelite (*Amaranthus* spp.), jaramao (*E. sativa*) y rodadora (*Salsola kali* L.) que resultaron hospederas de TMV, CMV, PVY, PepMOV y TEV.

La presencia mezclada de este grupo de patógenos (BMCTV, fitoplasmas y virus de ARN) en una sola planta de chile impide que uno o más de los síntomas observados puedan ser asignados a un patógeno específico y que por lo tanto el término "amarillamientos del chile" pudiera describir no solo una enfermedad sino que la sintomatología observada corresponda a diferentes enfermedades por lo que es indispensable que se realicen pruebas de transmisión de esos patógenos en condiciones controladas. En 2007 se indicaba la falta de información acerca de la identidad e información epidemiológica de los amarillamientos de chile (Velásquez-Valle y Amador-Ramírez, 2007); a la fecha se cuenta con información parcial en esos temas pero aún es incompleta.

La presencia del virus de la marchitez manchada del jitomate (TSWV: *Tomato spotted wilt virus*) en Zacatecas ha sido mencionada (Velásquez *et al.*, 2009) bajo condiciones de campo e invernadero infectando plantas de chile y jitomate respectivamente.

En las hortalizas cultivadas en Zacatecas se ha reportado (Velásquez *et al.*, 2009) sólo la presencia de dos especies de trips (*Frankliniella occidentalis* Pergande y *Thrips tabaci*

Although, the existence of different strains of the pathogen is quite aware worldwide (Chen *et al.*, 2010), little progress has been made in the detection of other races in chili pepper plantations and other crops susceptible in Zacatecas, though this activity is of crucial importance in the establishment of programs for disease control.

The symptoms of yellowing observed for dried chili plants is complex and includes the manifestation of symptoms associated with BMCTV and phytoplasma infection, such as the so-called Chinese lanterns and small leaf (Velásquez *et al.*, 2011b). Furthermore, in Zacatecas and the neighboring areas in the States of Aguascalientes and San Luis Potosí has been detected in plants with RNA viruses, chili from different viral families but remarkably Potyvirus, Cucumovirus and Tobamovirus such as the mosaics (TMV: Tobacco mosaic virus), cucumber mosaic (CMV: Cucumber mosaic virus), and potato (PVY: Potato Virus Y), pepper mottle (PepMoV: Pepper mottle virus) and etch (TEV: Tobacco etch virus) in individual infections but more commonly in mixed infections (Velásquez-Valle *et al.*, 2011b), which is common in this global culture (Murphy and Bowen, 2006; Kim *et al.*, 2010; Rentería-Canett *et al.* 2011); in Zacatecas the presence of some RNA viruses have been detected in weeds such as in quelites (*Amaranthus* spp.) jaramao (*E. sativa*) and rodadora (*Salsola kali* L.) hosts for TMV, CMV, PVY, PepMOV and TEV.

The presence of this group, mixed pathogens (BMCTV, phytoplasmas and viruses RNA) in one chili pepper plant prevents one or more of the symptoms observed that can be assigned to a specific pathogen and therefore the term "chili yellowing" could be describe not only as a disease, but the symptoms observed corresponding to different diseases so it is essential to perform transmission tests of these pathogens in controlled conditions. In 2007, indicating the lack of information about the identity and epidemiological information of the chili yellowing (Velásquez-Valle and Amador-Ramírez, 2007), up to this date found partial information on these issues, but it is still incomplete.

The virus of tomato spotted wilt virus (TSWV: Tomato spotted wilt virus) has been mentioned in Zacatecas (Velásquez *et al.*, 2009) under field and greenhouse conditions infecting chili pepper and tomato plants.

On vegetables grown in Zacatecas (Velásquez *et al.*, 2009) the presence of only two species of thrips have been reported (*Frankliniella occidentalis* Pergande and *Thrips tabaci*

Lindeman); ambas especies pueden ser detectadas en flores de diversas hortalizas, leguminosas y plantas silvestres comunes en el norte centro de México (Cuadro 3), pero es necesario no solo determinar si existen otras especies de la plaga en la región sino que se requiere clarificar su potencial papel como vectores de TSWV.

Lindeman), both species can be detected in flowers of various vegetables, legumes, and wild plants common in the north central Mexico (Table 3), but it is necessary not only to determine if there are other species of the pest in the region, but it is required to clarify their role as potential vectors of TSWV.

**Cuadro 3. Hospederos de *F. occidentalis* y *T. tabaci* en el norte-centro de México.**

**Table 3. Hosts of *F. occidentalis* and *T. tabaci* in the north-central Mexico.**

Hospedero	<i>F. occidentalis</i>	<i>T. tabaci</i>	Hospedero	<i>F. occidentalis</i>	<i>T. tabaci</i>
<i>Eruca sativa</i>	+	-	<i>Brassica</i> spp.	+	+
<i>Chenopodium</i> spp.	+	+	<i>Amaranthus</i> spp.	+	+
<i>Solanum eleagnifolium</i>	+	+	<i>Solanum rostratum</i>	+	-
<i>Capsicum annuum</i> L.	+	+	<i>Lycopersicon esculentum</i>	+	-
<i>Bidens pilosa</i>	+	-	<i>Sisimbrio</i> spp.	+	+
<i>Sonchus</i> spp.	+	+	<i>Solanum tuberosum</i>	+	+
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	+	+	<i>Allium cepa</i> L.	+	+
<i>Medicago sativa</i> L.	+	-			

Un estudio reciente (Beltrán *et al.*, 2011) reveló que en flores de diferentes tipos de chile para secado colectadas en Zacatecas la especie predominante parece ser *F. occidentalis* con presencia esporádica de *T. tabaci* (Cuadro 4); el primero ha sido mencionado como el vector más común y responsable de la emergencia del TSWV y otros tospovirus a nivel mundial (Kikkert *et al.*, 1998). En Zacatecas existe poca información sobre la composición específica de las poblaciones de trips en los cultivos hortícolas tanto de verano como de invierno y es prácticamente inexistente acerca del potencial de transmisión de virus como TSWV u otros tospovirus.

A recent study (Beltrán *et al.*, 2011) revealed that different types of flowers for drying chili collected in Zacatecas appear to be the predominant species for *F. occidentalis* with sporadic presence of *T. tabaci* (Table 4), the first one has been mentioned as the most common vector responsible for the emergence of TSWV and other tospoviruses all over the world (Kikkert *et al.*, 1998). In Zacatecas there is little information on the specific composition of the populations of thrips in horticultural crops in both summer and winter and is virtually nonexistent on the potential transmission of viruses such as TSWV and other tospoviruses.

**Cuadro 4. Características de la población de trips en flores de plantas de diferentes tipos de chile en Zacatecas, México. (Beltrán *et al.*, 2011).**

**Table 4. Characteristics of the population of thrips in flowers of plants of different types of chili in Zacatecas, Mexico (Beltrán *et al.*, 2011).**

Variedad	Número total de trips	Adultos	Porcentaje		
			Inmaduros	<i>F. occidentalis</i>	<i>T. tabaci</i>
Mirasol 1	126	16.7	83.3	95.2	4.8
Cora 1	41	51.2	48.8	95.2	4.8
Jalapeño 1	17	23.5	76.5	100	0
Ancho 1	106	29.2	88.7	96.8	3.2
Pasilla 1	121	62	38	97.3	2.7
Cola de Rata	50	58	42	100	0
Ancho 2	20	70	30	100	0
Mirasol 2	28	39.3	60.7	90.9	9.1
Pasilla 2	35	40	60	92.9	7.1

## Ajo

Las enfermedades más importantes en el caso de los cultivos de ajo y cebolla son las de origen fungoso como la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk.) aunque, especialmente en las principales variedades de ajo en Zacatecas, se ha mencionado la sintomatología y presencia de agentes virales de ARN como los virus del enanismo amarillo de la cebolla (OYDV: *Onion yellow dwarf virus*), de la franja amarilla del puerro (LYSV: *Leek yellow stripe virus*), jaspeado del tabaco (TEV: *Tobacco etch virus*) del género *Potyvirus*; latente del shallot (SLV: *Shallot latent virus*) y latente común del ajo (GarCLV: *Garlic common latent virus*) pertenecientes éstos últimos al género *Carlavirus* (Velásquez *et al.*, 2010a; Velásquez-Valle *et al.*, 2010b). (Cuadro 5). Es importante señalar que se requiere generar mayor información acerca de la presencia y efecto de TEV en plantas de ajo ya que es la primera ocasión que se menciona asociado con este cultivo.

## Garlic

The most important diseases for garlic and onion crops are due to fungus and white rot (*Sclerotium cepivorum* Berk.) though, especially in the main varieties of garlic in Zacatecas, symptoms mentioned and the presence of agents viral RNA and onion yellowing dwarf virus (OYDV: *Onion yellow dwarf virus*), of Leek yellow stripe (LYSV: *Leek yellow stripe virus*), etch (TEV: *Tobacco etch virus*) Potyvirus genus; shallot latent (SLV: *Shallot latent virus*) and Garlic common latent (GarCLV: *Garlic common latent virus*) belong to the genus *Carlavirus* (Velásquez *et al.*, 2010a; Velásquez-Valle *et al.*, 2010b). (Table 5). It is important to highlight that it's required generating even more information about the presence and effect of VTE in garlic plants as it is the first mentioned associated with this crop.

**Cuadro 5. Variedades de ajo, tipo de producción y virus detectados durante el ciclo de cultivo 2008 - 2009 en Zacatecas, México (Velásquez-Valle *et al.*, 2010a).**

**Table 5. Garlic varieties, type of production and viruses detected during the growing season 2008-2009 in Zacatecas, Mexico (Velásquez-Valle *et al.*, 2010a).**

Variedad	Producción	TEV	Virus detectados			
			OYDV	GarCLV	LYSV	SLV
Jaspeado Calera	Comercial	+	+	+	+	+
Chino	Comercial	+	+	+	+	+
Perla Zacatecas	Experimental	-	+	+	-	-
Coreano	Experimental	-	+	+	-	-
Chino	Experimental	-	+	+	+	+
Europeo	Experimental	-	+	+	-	-
Ensenada	Experimental	-	+	+	-	-
Jaspeado Calera	Experimental	-	+	+	-	-

Aunque el efecto de la infección viral sobre características agronómicas y de calidad del ajo ha sido cuantificado bajo las condiciones de Guanajuato, México (Pérez-Moreno *et al.*, 2008), no existe información sobre el impacto de estos patógenos en el desarrollo o rendimiento de las variedades de ajo cultivadas de Zacatecas. La presencia de vectores, especialmente áfidos, de estos virus en ajo es bien conocida a nivel mundial; sin embargo, en Zacatecas no se posee información detallada sobre las especies presentes, fluctuación poblacional o su importancia como vectores de esos virus. Por consecuencia, no se cuenta con un esquema de manejo integrado de estos insectos como plaga de importancia económica y como vectores de virus.

Although the effect of viral infection on agronomic and quality characteristics of garlic have been quantified under the conditions of Guanajuato, Mexico (Pérez-Moreno *et al.*, 2008), there is no information on the impact of these pathogens in the development or yield of garlic varieties grown in Zacatecas. The presence of vectors, especially aphids, of these viruses in garlic is well known globally; however, in Zacatecas there is no detailed information about the species, population dynamics and their importance as vectors of these viruses. Consequently, there is no integrated management scheme of these insects as a pest of economic importance as virus vectors.



## Cebolla

La presencia del virus de la mancha amarilla del iris (*Iris yellow spot virus*: IYSV) perteneciente a los tospovirus, se detectó en mayo de 2010 afectando parcelas comerciales de cebolla en varios municipios del sur y centro de Zacatecas (Velásquez-Valle y Reveles-Hernández, 2011). Éste virus se ha reportado a nivel mundial afectando principalmente la producción de semilla de cebolla (Gent *et al.*, 2006). Existen reportes originados en el norte de África, no plenamente confirmados acerca de la naturaleza de la patogenicidad del IYSV sobre plantas de papa, jitomate y chile (Gent *et al.*, 2006); sin embargo, es importante generar información acerca del posible comportamiento del material genético local de chile para secado ante ésta enfermedad toda vez que se ha confirmado que los principales tipos de chile regionales puedan albergar poblaciones del vector (Beltrán *et al.*, 2011).

Las pruebas de transmisión llevadas a cabo por Kritzman *et al.* (2001) demostraron que el IYSV fue transmitido solamente por *T. tabaci*, aunque es necesario resaltar que dos biotipos de *F. occidentalis* no lograron la transmisión del patógeno; sin embargo, en Zacatecas existen poblaciones de *F. occidentalis* en cultivos y maleza durante todo el año que pueden constituirse también en vectores de este virus; es necesario generar información local sobre los biotipos de *T. tabaci* y *F. occidentalis* y su eventual interacción con el IYSV.

Se ha reportado la infección de este virus sobre especies de malas hierbas como *Sonchus asper* (L.) Hill, *Amaranthus retroflexus* L. y *Portulaca oleracea* L. (Gent *et al.*, 2006; Nischwitz *et al.*, 2007) que se encuentran presentes específicamente o a nivel género en las zonas de cultivo de ajo y cebolla en Zacatecas; un muestreo y análisis serológico de maleza realizado alrededor de parcelas de cebolla reveló la presencia de IYSV en plantas de quelite (*Amaranthus* spp.), aceitilla (*Bidens odorata* Cav.), mostacilla (*Brassica campestris* L.), quelite de perro (*Chenopodium* spp.) jaramao (*Eruca sativa* Mill), malva (*Malva parviflora* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.), sisimbrio (*Sisimbrio* spp.) y cerraja (*Sonchus oleraceus* L.); sin embargo, es necesario confirmar estos resultados mediante RT - PCR para determinar posteriormente el valor de éstas malas hierbas en la epidemiología del IYSV.

Dentro del rango de hospederos confirmado del IYSV, a nivel global, se encuentra el ajo (Gent *et al.*, 2006); sin embargo, la inspección continua de parcelas comerciales de esta hortaliza en los ciclos de cultivo 2009-2010 y 2010-2011 no reveló

## Onion

The presence of the Iris yellow spot virus (Iris yellow spot virus: IYSV) belonging to the tospovirus was detected in May, 2010; affecting commercial plots in several municipalities in the south and center of Zacatecas (Velásquez-Valle and Reveles- Hernández, 2011). This virus has been reported worldwide mainly affecting the seed production of onion (Gent *et al.*, 2006). There are reports originated in North Africa, not fully confirmed about the nature of IYSV pathogenicity on potato plants, tomato and pepper (Gent *et al.*, 2006); however, it is important to generate information about the possible behavior of local genetic material for chili for this disease, since it has been confirmed that the main types of regional chili could harbor vector populations (Beltrán *et al.*, 2011).

Transmission tests conducted by Kritzman *et al.* (2001) showed that only IYSV was transmitted only by *T. tabaci*, although we must emphasize that two biotypes of *F. occidentalis* failed the transmission of the pathogen; however, in Zacatecas there are populations of *F. occidentalis* in crops and weeds throughout the year that can also become vectors of this virus, it is necessary to generate local information on the biotypes of *T. tabaci* and *F. occidentalis* and eventual IYSV interaction.

It has been reported that, the infection of this virus on weed species such as *Sonchus asper* (L.) Hill, *Amaranthus retroflexus* L. and *Portulaca oleracea* L. (Gent *et al.*, 2006; Nischwitz *et al.*, 2007) are present on specific or genus level in the growing areas of garlic and onion in Zacatecas; a sampling and weed serological analysis performed around onion plots revealed IYSV also the presence in pigweed plants (*Amaranthus* spp.) aceitilla (*Bidens odorata* Cav.), beaded (*Brassica campestris* L.), pigweed dog (*Chenopodium* spp.) jaramao (*Eruca sativa* Mill), mallow (*Malva parviflora* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.), sisimbrio (*Sisimbrio* spp.) and sow thistle (*Sonchus oleraceus* L.); however, these results need to be confirmed by RT-PCR to determine subsequently the value of these weeds in the epidemiology of IYSV.

Within the host range of IYSV confirmed, globally, is garlic (Gent *et al.*, 2006), but continuous inspection of commercial plots of this vegetable crop cycles in 2009-2010 and 2010-2011 did not reveal the presence of plants with symptoms of the disease in Zacatecas. However, it is appropriated to

la presencia de plantas con síntomas de la enfermedad en Zacatecas. No obstante, es oportuno realizar los estudios necesarios en condiciones controladas que permitan conocer la susceptibilidad o tolerancia de las variedades de ajo utilizadas en la región a este virus.

conduct the necessary studies under controlled conditions that would reveal the susceptibility or tolerance of garlic varieties used in the region in this virus.

*End of the English version*

## Literatura citada

- Almeyda, L. I. H.; Sánchez, S. J. A. y Garzón, T. J. A. 2008. Vectores causantes de punta morada de la papa en Coahuila y Nuevo León, México. *Agric. Téc. Méx.* 34:141-150.
- Davis, R. M. 1995. Onion yellow dwarf. *In: compendium of onion and garlic diseases.* Schwartz, H. F. and Mohan, S. K. The APS Press. St. Paul, MN, USA. 54 p.
- Beltrán, B. M.; Velásquez, V. R. y Reveles, H. M. 2011. Avances de investigación en la bioecología de trips en Chile (*Capsicum annuum* L.) en Zacatecas. *Agrofaz* 11:7-12.
- Bravo, L. A. G.; Lara, H. A.; Lozano, G. J. y España, L. M. P. 2010. Importancia del cultivo del chile. *In: memorias.* Primer foro para productores de Chile. 186 p.
- Chen, L. F.; Vivoda, E. and Gilbertson, R. L. 2010. Genetic diversity in curtoviruses: a highly divergent strain of *Beet mild curly top virus* associated with an outbreak of curly top disease in pepper in Mexico. *Arch. Virol.* 156:547-555.
- Creamer, R.; Luque-Williams, M. and Howo, M. 1996. Epidemiology and incidence of beet curly top geminivirus in naturally infected weed hosts. *Plant Dis.* 80:533-535.
- De la Torre, A. R.; Valverde, R.; Méndez, L. J.; Ascencio-Ibáñez, J. T. y Rivera-Bustamante, R. F. 2002. Caracterización preliminar de un geminivirus en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* B.) en la región centro de México. *Agrociencia* 36:471-481.
- Gent, D. H.; du Toit, L. J.; Fichtner, S. F.; Krishna-Mohan, S.; Pappu, H. R. and Schwartz, H. F. 2006. *Iris yellow spot virus*: an emerging threat to onion bulb and seed production. *Plant Dis.* 90:1468-1480.
- Kikkert, M.; Meurs, C.; van de Wetering, F.; Dorfmüller, S.; Peters, D.; Kormelink, R. and Goldbach, R. 1998. Binding of tomato spotted wilt virus to a 94-kDa thrips protein. *Phytopathology* 88:63-69.
- Kim, M. S.; Kim, M. J.; Hong, J. S.; Hoi, J. K. and Ryu, K. H. 2010. Patterns in disease progress and the influence of single and multiple viral infections on pepper (*Capsicum annuum* L.) growth. *Eur. J. Plant Pathol.* 127:53-61.
- Kritzman, A.; Lampel, M.; Raccach, B. and Gera, A. 2001. Distribution and transmission of *Iris yellow spot virus*. *Plant Dis.* 85:838.
- Murphy, J. F. and Warren, C. E. 2005. Diseases caused by virus. *In: compendium of pepper diseases.* Pernezny, K.; Roberts, P. D.; Murphy, J. F. and Goldberg, N. P. (Eds.). The APS Press. St Paul, MN, USA. 63 p.
- Murphy, J. F. and Bowen, K. L. 2006. Synergistic disease in pepper caused by the mixed infection of *Cucumber mosaic virus* and *Pepper mottle virus*. *Phytopathology* 96:240-247.
- Nischwitz, C.; Gitaitis, R. D.; Mullis, S. W.; Csinos, A. S.; Langston Jr., D. B. and Sparks, A. N. 2007. First report of *Iris yellow spot virus* in the spiny sowthistle (*Sonchus asper*) in the United States. *Plant Dis.* 91:1518.
- Pérez-Moreno, L.; Córdova-Rosales, Z. V.; Rico-Jaramillo, E.; Ramírez-Malagón, R.; Barboza-Corona, E.; Zuñiga-Zuñiga, J.; Ruiz-Castro, S. y Silva-Rosales, L. 2007. Identificación de virus fitopatógenos en ajo (*Allium sativum* L.) en el estado de Guanajuato, México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 25:11-17.
- Pérez-Moreno, L.; Santiago-Gómez, D.; Rico-Jaramillo, E.; Ramírez-Malagón, R. y Mendoza-Celedón, B. 2008. Efecto de virus fitopatógenos sobre características agronómicas y calidad del ajo (*Allium sativum* L.), en el estado de Guanajuato, México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 26:40-48.
- Rentería-Canett, I.; Xoconostle-Cázares, B.; Ruiz-Medrano, R. and Rivera-Bustamante, R. F. 2011. Geminivirus mixed infection on pepper plants: synergistic interaction between PHYVV and PepGMV. *Virol. J.* 8:104-116.
- Reveles-Hernández, M.; Velásquez-Valle, R. y Bravo-Lozano, A. G. 2009. Tecnología para la producción de ajo. Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Calera de V. R., Zac. Libro técnico Núm. 11. México. 272 p.
- Reveles, H. M.; Velásquez, V. R.; Trejo, C. R. y Ruiz, T. J. 2012. Rendimiento de cebolla en camas de siembra con 6 hileras de plantas en Zacatecas. *In: memoria.* VIII Congreso Nacional Sobre Recursos Bióticos De Zonas Áridas. 271-275 pp.
- Rincón, V. R.; Echavarría, C. F. G.; Rumayor, R. A. F.; Mena, C. J.; Bravo, L. A. G.; Acosta, D. E.; Gallo D. J. L. y Salinas, G. H. 2004. Cadenas de sistemas agroalimentarios de Chile seco, durazno y frijol en el estado de Zacatecas: una aplicación de la metodología isnar. Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Gómez Palacio, Durango, México. Publicación especial 14. 157 p.
- Velásquez, V. R.; Medina, A. M. M. y Mena, C. J. 2002. Guía para identificar y manejar las principales enfermedades parasitarias del Chile en Aguascalientes y Zacatecas. Campo Experimental Pabellón, INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. Folleto técnico Núm. 20. 41 p.
- Velásquez-Valle, R.; Medina-Aguilar, M. M. y Macías-Valdez, L. M. 2003. Reacción de líneas avanzadas de Chile (*Capsicum annuum* L.) provenientes de Zacatecas a enfermedades comunes en Aguascalientes, México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 21:71-74.
- Velásquez V. R. y Medina A. M. M. 2004. Enfermedades bacterianas del jitomate en Aguascalientes y Zacatecas. Campo Experimental Pabellón- NIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes. Folleto para productores Núm. 35. México. 22 p.
- Velásquez, V. R. y Medina, A. M. M. 2005. La mancha bacteriana del Chile: una nueva amenaza en Aguascalientes y Zacatecas. Campo Experimental Pabellón, INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. Folleto técnico Núm. 23. 11 p.
- Velásquez-Valle, R.; Amador-Ramírez, M. D. y Medina-Aguilar, M. M. 2006. Descripción e incidencia del amarillamiento del Chile en Aguascalientes y Zacatecas. *Memorias. Tercera Convención Mundial del Chile.* 142-145.

- Velásquez-Valle, R. y Amador-Ramírez, M. D. 2007. Análisis sobre la investigación fitopatológica de chile seco (*Capsicum annuum* L.), realizada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias en los estados de Aguascalientes y Zacatecas, México. Rev. Mex. Fitopatol. 25:80-84.
- Velásquez-Valle, R.; Medina-Aguilar, M. M. and Creamer, R. 2008. First report of *Beet mild curly top virus* infection of chile pepper in north central Mexico. Plant Dis. 92:650.
- Velásquez, V. R.; Mena, C. J.; Amador, R. M. D. y Reveles, H. M. 2009. El virus de la marchitez manchada del jitomate afectando chile y jitomate en Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. Folleto técnico Núm. 20. 24 p.
- Velásquez, V. R.; Mena, C. J.; Reveles, H. M.; Amador, R. M. D. y Schwartz, H. F. 2009. El virus de la mancha amarilla del iris; una nueva amenaza para el ajo y la cebolla en Aguascalientes y Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México. Folleto técnico Núm. 21. 37 p.
- Velásquez-Valle, R.; Reveles-Torres, L. R. y Mena-Covarrubias, J. 2009. Reporte de avances de investigación sobre el amarillamiento del chile (*Capsicum annuum* L.) en el norte centro de México. Memorias. Sexta Convención Mundial del Chile. 158-163.
- Velásquez, V. R.; Chew, M. I. Y.; Reveles, H. M. y Amador, R. M. D. 2010a. Enfermedades provocadas por virus en el cultivo de ajo en el norte centro de México. Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México. Folleto técnico Núm. 22. 62 p.
- Velásquez-Valle, R.; Chew-Madinaveitia, I. Y.; Amador-Ramírez, M. D. y Reveles-Hernández, M. 2010b. Presencia de virus en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) en Zacatecas, México. Rev. Mex. Fitopatol. 28:135-143.
- Velásquez, V. R.; Mena, C. J.; Reveles, H. M.; Amador, R. M. D. y Schwartz, H. F. 2010c. El virus de la mancha amarilla del iris: una nueva amenaza para el ajo y la cebolla en Aguascalientes y Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas- INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, Folleto técnico Núm. 21. México. 37 p.
- Velásquez-Valle, R.; Medina-Aguilar, M. M.; Reveles-Torres, L. R. y Mena-Covarrubias, J. 2011a. Presencia de la chicharrita *Circulifer tenellus* Baker en maleza y cultivos invernales de Zacatecas y Aguascalientes, México. In: memorias. Séptima Convención Mundial del Chile 70-74.
- Velásquez-Valle, R.; Reveles-Torres, L. R. y Mena-Covarrubias, J. 2011b. Incidencia de virus en parcelas comerciales de chile seco en el norte centro de México. In: memorias. Séptima Convención Mundial del Chile. 75-81 p.
- Velásquez-Valle, R. y Reveles-Hernández, M. 2011. Detección del *Iris yellowspot virus* en el cultivo de cebolla en Zacatecas, México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 2:971-978.
- Velásquez, V. R.; Reveles, T. L. R. y Mena, C. J. 2011. Amarillamientos del chile para secado en el norte centro de México. Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México. Folleto técnico Núm. 35. 40 p.
- Velásquez-Valle, R.; Reveles-Torres, L. R.; Amador-Ramírez, M. D.; Medina-Aguilar, M. M. y Medina-García, G. 2012. Presencia de *Circulifer tenellus* Baker y *Beet mild curly top virus* en maleza durante el invierno en el centro norte de México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 3:813-819.
- Velásquez-Valle, R.; Mena-Covarrubias, J.; Reveles-Torres, L. R.; Arguello-Astorga, G. R.; Salas-Luevano, M. A. and Mauricio-Castillo, J. A. 2012. First report of *Beet mild curly top virus* in dry bean in Zacatecas, Mexico. Plant Dis. 96:771.
- Young, D. A. and Frazier, N. W. 1954. A study of the leafhopper genus *Circulifer* Zakhvatkin (Homoptera: Cicadellidae). Hilgardia 23:25-52.