



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**  
**INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE FITOSANIDAD**

**FITOPATOLOGÍA**

**TRIPS Y VIRUS ASOCIADOS A CEBOLLA (*Allium cepa* L.), SU  
EFECTO EN EL RENDIMIENTO EN ATLACHOLOAYA, MORELOS**

**KESIA MAGOS GARCÍA**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE**

**MAESTRA EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO**

**2011**

La presente tesis titulada: **TRIPS Y VIRUS ASOCIADOS A CEBOLLA (*Allium cepa* L.), SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO EN ATLACHOLOAYA, MORELOS**, realizada por la alumna: **Magos García Kesia**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS**

**FITOSANIDAD**

**FITOPATOLOGÍA**

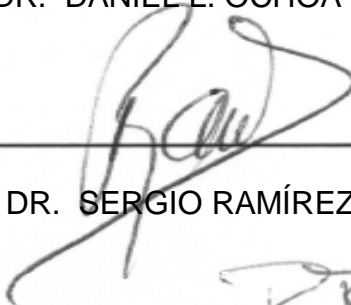
**CONSEJO PARTICULAR**

CONSEJERO:



DR. DANIEL L. OCHOA MARTÍNEZ

ASESOR:



DR. SERGIO RAMÍREZ ROJAS

ASESOR:



DR. ROBERTO RUIZ MEDRANO

Montecillo, Texcoco, Estado de México, 9 de Agosto de 2011

# TRIPS Y VIRUS ASOCIADOS A CEBOLLA (*Allium cepa* L.), SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO EN ATLACHOLOAYA, MORELOS

Kesia Magos García, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2011

Los objetivos del presente estudio fueron: 1) conocer los virus asociados al cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en Atlacholoaya, Morelos, 2) el efecto de estos en el rendimiento y 3) identificar las especies de trips portadoras de virus. Se realizó la prueba DAS-ELISA modalidad fosfatasa alcalina para detectar los virus presentes en trips y tejido foliar de 21 variedades de cebolla; las muestras de trips fueron positivas al *Iris yellow spot virus* (IYSV) y negativas para el *Onion yellow dwarf virus* (OYDV), *Leek yellow stripe virus* (LYSV) y *Garlic common latent virus* (GarCLV). Morfológicamente solo se identificó a *Thrips tabaci* en las muestras colectadas en la parcela experimental. Con respecto a la presencia de virus, en 20 variedades, a excepción de la variedad “Cirrus”, se detectó al IYSV. No se encontró una asociación entre el número de virus presentes con la disminución del peso de bulbos, ya que variedades como “Magia Blanca F1” mostraron mayor rendimiento que “Rosali F1” aun cuando en la primera variedad se detectaron a los cuatro virus en estudio mientras que en la segunda solamente a dos (IYSV y LYSV). No se observó relación alguna entre altura de planta (cm) y peso de bulbo (kg/m<sup>2</sup>), de hecho la variedad “Magia Blanca F1” presentó una mayor altura aun cuando obtuvo bajo rendimiento. Los rendimientos más altos se registraron en las variedades “Blanca Morelos”, “Doña Blanca F1”, “Línea INIFAP 19” y “Chona” mismas en las que se detectó al IYSV. En la zona de estudio se reporta por primera vez la presencia de OYDV, LYSV y GarCLV en cebolla.

**Palabras clave:** *Thrips tabaci*, *Iris yellow spot virus*, *Onion yellow dwarf virus*, *Leek yellow stripe virus*, *Garlic common latent virus*.

# THRIPS AND VIRUS ASSOCIATED TO ONION (*Allium cepa* L.), ITS EFFECT ON YIELD IN ATLACHOLOAYA, MORELOS

Kesia Magos García, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2011

The objectives of this study were: 1) to know the viruses associated with the onion (*Allium cepa* L.) in Atlacholoaya, Morelos, 2) their effect in the yield and 3) to identify the species of thrips carrying viruses. They were tested by DAS-ELISA method (alkaline phosphatase) to detect viruses in thrips and leaf tissue of 21 varieties of onion. Thrips samples were positive for *Iris yellow spot virus* (IYSV) and negative for the *Onion yellow dwarf virus* (OYDV), *Leek yellow stripe virus* (LYSV) and *Garlic common latent virus* (GarCLV). Morphologically only *Thrips tabaci* was identified in samples collected in the experimental plot. With regard to the presence of virus in 20 varieties, with the exception of the 'Cirrus' variety, IYSV was detected. No association was found between the number of viruses with decreased weight of bulbs, varieties such as 'Magia Blanca F1' showed better yield than 'Rosali F10' even though in the first variety were detected the four viruses studied while in the second only two (IYSV and LYSV). There was no relationship between plant height (cm) and bulb weight (kg/m<sup>2</sup>), in fact the variety 'Magia Blanca F1' presented the highest plant height and low yield. The highest yields were recorded in the varieties 'Blanca Morelos', 'Doña Blanca F1', 'Línea INIFAP 19' and 'Chona'. IYSV was detected in them. In the study area is reported for the first time the presence of OYDV, LYSV and GarCLV in onion.

**Key words:** *Thrips tabaci*, *Iris yellow spot virus*, *Onion yellow dwarf virus*, *Leek yellow stripe virus*, *Garlic common latent virus*.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para financiar mis estudios de maestría.

Al Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas en especial al Posgrado de Fitosanidad-Fitopatología por ser una valiosa herramienta para mi formación profesional y con ello alcanzar una meta más.

Al Dr. Daniel L. Ochoa Martínez por la dirección en la presente investigación, gracias por la paciencia, confianza, tiempo y observaciones hechas durante la realización de dicho trabajo.

El más sincero de los reconocimientos a los miembros de mi comité académico, Dr. Sergio Ramírez Rojas y Dr. Roberto Ruiz Medrano por todas las atenciones, sugerencias y colaboración brindados en el desarrollo de mi investigación.

A Edgar Villar Luna por su comprensión, amistad e incondicional apoyo, gracias por compartirme parte de tus conocimientos, creer y confiar en mí, vivimos gratos momentos.

Al Dr. Roberto Johansen Naime del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México por la colaboración en la identificación de *Thrips tabaci* L.

A los profesores que fueron parte de mi formación académica.

A todos aquellos que de una u otra manera aportaron algo para la realización de este trabajo y que hicieron agradable mi estancia en el Colegio de Postgraduados.

Al FIDEICOMISO REVOCABLE DE ADMINISTRACIÓN E INVERSIÓN No. 167304, por el apoyo financiero obtenido para cubrir en parte los gastos realizados en este trabajo de tesis.

## DEDICATORIA

En primer lugar a nuestro creador Jehová Dios a quien le dedico mi vida y mi adoración, gracias por todas las bendiciones que de ti gran todopoderoso recibo a diario, ser un siervo tuyo y hacerte feliz, no hay un mayor honor para mí.

A mis padres a quienes debo la educación, tiempo, cuidado y amor con que me han criado, y que hoy día me permiten ser la persona que soy, este logro les pertenece a ustedes, jamás podría pagar todo lo que hacen por mí a diario, muchas gracias, los amo, son mi vida.

A mis hermanos por su comprensión, amor y apoyo incondicional siempre mostrado en esta y todas las etapas importantes de mi vida, su presencia es imprescindible y fundamental, no se haría sin ustedes. ¡Nunca olviden que aun entre risas y lágrimas siempre estaremos juntos!.

A mis abuelitos y tíos, no hay palabras suficientes que describan lo importantes y especiales que son para mí, gracias porque aun con la distancia siempre han estado cerquita confiando en que puedo lograr cuanto me proponga.

A mi mejor amiga, doy gracias a Jah por permitirme conocer el verdadero valor de la amistad tu lado y por todos los momentos que nos ha permitido disfrutar juntas. Deseo continúe bendiciéndonos con este hermoso regalo por la eternidad.

Es insuficiente el espacio para escribir el nombre de todos aquellos a quienes dedico este trabajo sin embargo no por eso son menos importantes, por eso a los que me han regalado un lugarcito en su corazón ayudándome así a ser mejor persona y dándome la fuerza necesaria para alcanzar mis metas, gracias.

*“Si quieres hallar tu camino en la vida, escucha lo que Dios te dice. Cultiva por él un amor sin medida y sigue su guía con fe. Jehová premiará todo el tiempo que inviertas al darle a su reino tus fuerzas. Un gran porvenir tienes hoy a las puertas, veras años de dicha y paz. Si cumples su ley, te dará su cariño, por siempre te bendecirá. Vive la verdad, tenla en el corazón. Haz de Dios el centro de tu vida; solo así serás feliz”*  
(snlp-S 64 Vive la verdad– Prov. 3:1, 2)

## CONTENIDO

	Página
<b>RESUMEN</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	v
<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL</b> .....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Importancia del cultivo .....	5
Virus detectados en cebolla a nivel mundial .....	6
<i>Onion yellow dwarf virus</i> (OYDV-Enanismo amarillo de la cebolla) .....	7
<i>Leek yellow stripe virus</i> (LYSV-Virus estriado amarillo del puerro) .....	8
<i>Iris yellow spot virus</i> (IYSV-Virus mancha amarilla del iris).....	9
<i>Garlic latent common virus</i> (GarCLV-Virus latente común del ajo) .....	11
Manejo de virosis en cebolla.....	11
LITERATURA CITADA.....	15
<b>CAPÍTULO 2. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE TRIPS PORTADORAS DE VIRUS EN ATLACHOLOAYA, MORELOS</b> .....	21
RESUMEN .....	21
ABSTRACT .....	21
INTRODUCCIÓN .....	22
MATERIALES Y MÉTODOS .....	27
Localización del área de estudio.....	27
Colecta de trips .....	27
Plántulas .....	27
Separación e identificación de Individuos con base en morfología .....	28

Análisis y detección de virus en las muestras .....	28
RESULTADOS .....	29
Colecta de trips .....	29
Separación e identificación de individuos con base en morfología .....	29
Análisis y detección de virus en las muestras .....	31
DISCUSIÓN .....	32
CONCLUSIÓN .....	34
LITERATURA CITADA.....	35
<b>CAPÍTULO 3. VIRUS ASOCIADOS A CEBOLLA (<i>Allium cepa</i> L.) Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO EN ATLACHOLOAYA, MORELOS .....</b>	<b>40</b>
RESUMEN .....	40
ABSTRACT .....	40
INTRODUCCIÓN .....	41
MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
Localización del área de estudio .....	46
Establecimiento del cultivo .....	46
Preparación de almácigo.....	46
Trasplante .....	47
Manejo del cultivo .....	48
Muestreo .....	48
Peso de bulbos y altura promedio de la planta .....	48
Incidencia .....	48
Análisis y detección de virus en las muestras.....	48
RESULTADOS.....	50
Muestreo .....	50
Peso de bulbos y altura de planta .....	50
Incidencia.....	55
Análisis y detección de virus en las muestras .....	55
DISCUSIÓN .....	58
CONCLUSIONES .....	62



LITERATURA CITADA.....	63
<b>ANEXOS</b> .....	<b>67</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa de localización del municipio Atlacholoaya, Morelos.....	27
Figura 2. Lesiones causadas por la alimentación de trips en hojas de cebolla.....	29
Figura 3. <i>Thrips tabaci</i> Lindeman, identificación de individuos colectados en hojas de cebolla cultivada en Atlacholoaya, Morelos. (a) vista dorsal, (b) 7 segmentos antenales, (c) línea de setas en el margen posterior del pronoto, (d) base del ala anterior sin hilera continua central de espinas y (e) alas anterior y posterior sin venas y flecadas con pelos muy largos.....	30
Figura 4. Mapa de localización del municipio Atlacholoaya, Morelos.....	46
Figura 5. Hojas de plantas de cebolla con síntomas atribuibles a virosis consistentes en: (a) amarillamiento y (b) lesiones alargadas con el centro marrón claro .....	50
Figura 6. Peso promedio de bulbos ( $\text{kg/m}^2$ ) de 21 variedades de cebolla ( <i>Allium cepa</i> L.) en parcela sembrada a cielo abierto en Atlacholoaya, Morelos ( <sup>1</sup> Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS $\alpha=0.05$ ) .....	52
Figura 7. Altura de planta (cm) de 21 variedades de cebolla ( <i>Allium cepa</i> L.) en parcela sembrada a cielo abierto en Atlacholoaya, Morelos. ( <sup>1</sup> Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS $\alpha=0.05$ ) .....	53
Figura 8. Porcentaje de incidencia de plantas con síntomas de virosis en 21 variedades de cebolla ( <i>Allium cepa</i> L.) de parcela sembrada a cielo abierto en Atlacholoaya, Morelos .....	54

## LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Virus detectados en trips por medio de la prueba serológica DAS-ELISA colectados en enero y febrero 2010 en una parcela sembrada con 21 materiales de cebolla ( <i>Allium cepa</i> ) en Atlacholoaya, Morelos .....	31
Cuadro 2. Materiales de cebolla ( <i>Allium cepa</i> L.) sembrados en Atlacholoaya, Morelos, 2009. ....	47
Cuadro 3. Peso promedio de bulbos, altura de planta e incidencia de plantas con síntomas putativos a virus de 21 materiales de cebolla ( <i>Allium cepa</i> L.) obtenidos en una parcela sembrada a cielo abierto en Atlacholoaya, Morelos .....	51
Cuadro 4. Virus detectados por medio de la prueba serológica DAS-ELISA de muestras colectadas en febrero de 2010 en una parcela sembrada con 21 materiales de cebolla ( <i>Allium cepa</i> L.) en Atlacholoaya, Morelos.....	56

## CAPÍTULO 1

### INTRODUCCIÓN GENERAL

El género *Allium* incluye diversas especies cultivadas, incluido el cebollino (*A. schoenoprasum*), ajo (*A. sativum*) y la cebolla (*Allium cepa* L.), siendo esta última la más valiosa económicamente (Gent *et al.*, 2006). A nivel mundial, se cosechan anualmente 53 millones de toneladas de bulbos de cebolla de las casi 3 millones de hectáreas sembradas en todo el mundo. En México, la cebolla es el quinto cultivo más importante de las hortalizas cultivadas. Dentro de los principales estados productores se encuentra Morelos ocupando el octavo lugar (SIAP, 2009).

El cultivo debe su importancia a sus diversas propiedades por lo que resulta altamente demandante en el mercado. La cebolla, el ajo, y sus familiares, aunque se cultivan principalmente para la alimentación, también se utilizan en la medicina tradicional, incluyendo el tratamiento de la varicela, resfriado común, gripe, sarampión y reumatismo. Miembros del género también poseen características antimicrobianas probablemente como resultado de la producción de compuestos de azufre. La investigación ha demostrado que los extractos de cebolla y ajo contribuyen en el descenso de los niveles de azúcares, lípidos, y la agregación plaquetaria, aumentando la fibrinólisis en la sangre, lo que indica que estas plantas pueden ayudar a prevenir la arteriosclerosis y otras enfermedades cardiovasculares (EPPO, 2004).

Sin embargo, aunque la demanda de especies del género *Allium* es mucha, los precios de la cebolla fluctúan de año a año, este es un problema global en el mercado por lo que es poco lo que los productores de una región pueden hacer para controlar y estabilizar los precios. Los constantes ataques por plagas y enfermedades demeritan la cantidad y calidad del producto; aunado a esto la situación se hace más difícil cuando la comercialización del producto debe cumplir con estrictos estándares de calidad (Brewster, 2008).

Entre los principales problemas fitosanitarios que afectan a la cebolla encontramos la presencia de enfermedades fungosas, bacterianas y virales. Algunos virus reportados en cebolla son *Onion yellow dwarf virus* (OYDV), *Leek yellow stripe virus* (LYSV) e *Iris yellow spot virus* (IYSV) (Koike *et al.*, 2006; Pérez *et al.*, 2004). Los potyvirus causantes del enanismo amarillo de la cebolla (*Onion yellow dwarf virus*: OYDV) y virus rayado amarillo del puerro (*Leek yellow stripe virus*: LYSV), y varias especies del género *Allexivirus* (GarV-A, B, C, D y X) son los patógenos virales más extendidos en los cultivos del género *Allium* a nivel mundial (Cafrune *et al.*, 2006). Los virus OYDV y LYSV de la familia *Potyviridae* son los más comunes y probablemente los más dañinos del género *Allium* y, por consiguiente, los que más afectan el rendimiento y la calidad de los bulbos en el mundo (Dovas *et al.*, 2001). Messiaen (1994) reportó en Francia reducciones del rendimiento de ajo por efecto de las infecciones virales del 25 al 50% dependiendo del cultivar sembrado. Lot *et al.*, (1998) compararon en Francia los rendimientos de ajo libre de los virus OYDV y LYSV contra material de propagación comercial, y observaron que la infección simultánea de ambos virus causa reducciones significativas en peso y desarrollo del bulbo, estimando una pérdida del rendimiento atribuible a la infección de los virus de aproximadamente un 50%. En Argentina, cuando las plantas de ajo son infectadas por el LYSV, el virus afecta la germinación de los bulbillos, además reduce la altura y el número de hojas de las plantas, lo cual se traduce en reducción del rendimiento (Lunello *et al.*, 1999). Infecciones causadas por LYSV causan pérdidas de rendimiento de hasta 54% y las plantas infectadas reducen su resistencia al frío y tienen una vida de anaquel más corta después de la cosecha.

Desde 1999, el IYSV, está incluido en la lista de alerta de la Organización Europea y Mediterránea para la Protección de las Plantas (EPPO), al ser un peligro potencial para los cultivos de iris y cebolla, dado que su vector (Kritzman *et al.*, 2001a; Nagata *et al.*, 1999) está ampliamente distribuido (EPPO, 2004) y la enfermedad está asociada con presencia en campo de elevadas poblaciones del mismo (Gera *et al.*, 1998; Kritzman *et al.*, 2001b). Estudios llevados a cabo en Israel señalan que un 45% de los trips de la cebolla son portadores del virus (Kritzman *et al.*, 2001a),

presentando una eficiencia de entre el 33 y 50% en la transmisión del virus (Kritzman *et al.*, 2001b).

En 1991 se describió en Estados Unidos una nueva enfermedad en cebolla (Hall *et al.*, 1993) que más tarde se diagnosticó como un aislado del IYSV. La enfermedad en Israel, en 1997, era conocida por los cultivadores de cebolla como "straw bleaching", debido a la decoloración pajiza que presentaban las hojas de las plantas enfermas, citándose incidencias entre el 50-60% con importantes pérdidas en la producción de bulbos, siendo diagnosticado el agente causal como *Iris yellow spot virus* (Gera *et al.*, 1998). El virus fue identificado de forma ocasional en *Iris hollandica* Tub en Holanda (Derks and Lemmers, 1996) y en puerro (*Allium porrum* L.) (Gera *et al.*, 1998). La sintomatología observada en iris fue asociada a la presencia de un nuevo tospovirus, el *Iris yellow spot virus* (Cortes *et al.*, 1998). Los síntomas foliares descritos en la bibliografía para esta enfermedad incluyen lesiones de color pajizo marrón claro y secas, con forma de huso o de diamante en cebolla (*A. cepa*), puerro (*A. porrum*) y cebollino inglés (*Allium fistulosum*) (Schwartz *et al.*, 2003). Los campos muy afectados presentan una sintomatología similar a la causada por la podredumbre basal producida por *Fusarium*, pero no se observa pudrición de las raíces ni del bulbo (Pelter, 2001).

El sistema de propagación vegetativa lleva a la acumulación de virus en las plantas de cebolla, permitiendo su diseminación e induciendo pérdidas del rendimiento (Davies, 1994). El cultivo de meristemas es un método bien establecido para eliminar los virus de ajo y cebolla (Verbeek *et al.*, 1995) y la termoterapia ayuda en la eliminación de virus (Conci *et al.*, 1991; van Dijk, 1993; Peiwen *et al.*, 1994). Existen otras medidas de control, sin embargo, aun necesitan hacerse más estudios que permitan aumentar el rendimiento y calidad en los cultivos que beneficiarán de igual manera al productor.

Debido a la importancia económica que representan las enfermedades virales en la producción mundial y nacional de cebolla, es necesario proponer un manejo

adecuado para solucionar este problema, por lo que se plantean los siguientes objetivos:

- 1) Conocer los virus asociados al cultivo de cebolla en el estado de Morelos.
- 2) Observar el efecto de éstos en el rendimiento de cebolla.
- 3) Identificar especies de trips portadoras de virus en la zona.

Con base en estos antecedentes, en la presente investigación se probaron las siguientes hipótesis: “1) La incidencia de un virus o incluso la asociación de varios en el cultivo de cebolla (*A. cepa*) afectan directamente el rendimiento en la producción; 2) La presencia de trips en el cultivo está relacionada con la incidencia de infecciones virales”.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Importancia del cultivo

Los miembros comestibles del género *Allium*, son cultivos importantes en todo el mundo. Con base en estadísticas de la FAO, como promedio durante los años 2002-2004 en lo que se refiere al comercio internacional, el 46% es para las cebollas de bulbo seco, 31% para los ajos, 13% para cebollas verdes y el 10% para los puerros y otras especies. En EE. UU. el valor promedio del comercio internacional en *Allium* para los años 2002-2004 fue de 2167 millones dólares, y el rendimiento total fue de 6,7 millones de toneladas. Como promedio, durante los años 2002-2004, las producciones del mundo en millones de toneladas fueron: 54,2 para el bulbo seco cebolla, 13,4 para el ajo y 4,4 para las cebollas verdes, y, en promedio, durante los años 2003-2005, 1,78 para los puerros y otros (FAO, 2007).

La producción mundial de cebolla de bulbo seco subió 2,34 veces entre 1978 y 2002, mientras que la población aumentó 1,45 veces. La superficie dedicada al cultivo creció en un factor de 1,9 hasta 2,95 millones de hectáreas en este intervalo, y el promedio mundial incrementó los rendimientos de 14.04 a 17.4 t/ ha<sup>-1</sup>. Los precios de la cebolla de exportación aumentaron de 191 a 226 dólares por tonelada en 1977, mientras que en el período 2002-2004 se tuvo una caída de los precios. Los cambios para el ajo son más dramáticos. La producción se incrementó constantemente en un factor de 3,08 entre 1978 y 2002. La superficie cultivada aumentó en 1,92 veces a 1,12 millones de hectáreas y en el mundo los rendimientos promedio subieron 1,6 veces a 11,2 t ha<sup>-1</sup>. Los precios de exportación eran de 794 dólares / ton en 1977, y de 465 dólares / t de 2002 a 2004.

La producción mundial de cebolla (*Allium cepa*) superó los 70 millones de toneladas en 2008, en una superficie cercana a 4 millones de hectáreas, donde China ocupa el primer lugar en producción, seguido de India y Estados Unidos, mientras que México se encuentra en el onceavo lugar (FAO, 2007), con una superficie sembrada de 42,756.93 hectáreas, una producción total de 1,195,818.11 toneladas siendo el



rendimiento promedio de 28.66  $\text{tha}^{-1}$ ; resultando el valor de la producción total del país de 3,673,781.09 (miles de pesos) (SIAP, 2009).

En nuestro país es el quinto cultivo más importante de las hortalizas. Los principales estados productores son: Baja California, Guanajuato, Tamaulipas, Chihuahua y Puebla. Morelos ocupa el octavo lugar con una superficie sembrada de 2,082.10 hectáreas, una producción de 62,151.00 toneladas, el rendimiento promedio está por encima del nacional siendo de 29.85  $\text{t ha}^{-1}$ , y para el ciclo Otoño-Invierno 2009 el valor de la producción fue de 161,441.60 (miles de pesos) (SIAP, 2009).

En México se destina aproximadamente un 85% para consumo nacional en fresco, 12% para industrialización (sazonada, aderezada, en hojuelas, deshidratada, granulada, picada o rebanada), y el 3% restante para elaborar aceites. Anualmente se exportan alrededor de 176 mil toneladas (equivalente al 15% de la producción nacional) a Estados Unidos, su principal comprador. Las variedades más cultivadas son: blanca, granex, amarilla, granex amarilla, roja globo y roja, con un valor aproximado de 127 millones de dólares (SIAP, 2009).

El cultivo de la cebolla ocupa un importante lugar a nivel mundial dentro del grupo de las hortalizas debido a sus propiedades alimenticias, su cultivo continuo y su facilidad de almacenamiento permiten que el producto se encuentre disponible a la venta durante todo el año, lo que representa un gran beneficio para los productores (Brewster, 2008).

### **Virus detectados en cebolla a nivel mundial**

Los síntomas de moteado amarillo (mosaico) o la aparición de bandas en las hojas, distorsión de los brotes y las reducciones en rendimiento causadas por infecciones virales son muy comunes en plantas del género *Allium*. Los virus son partículas subcelulares que consisten en una cubierta proteica alrededor de una línea central de RNA, que lleva la información genética (Agrios, 2005). La mayoría de los virus

que infectan especies del género *Allium* son en forma de varilla flexible siendo el más grande de unos 800 nm de largo y 12 nm de ancho. Después de la infección, los procesos de replicación de la célula huésped se desvían hacia la proliferación del virus y por lo tanto en la mayoría de los casos la aparición evidente de síntomas. Los virus se transmiten de una planta a otra de diversas maneras siendo las más importantes las llevadas a cabo por áfidos, ácaros o trips, por lo que la epidemiología de las enfermedades virales se vincula con la biología de estas plagas (Brewster, 2008). La importancia de dichas enfermedades radica en el daño que ocasionan en la producción. Messiaen *et al.*, (1994) reporta en Francia reducciones en el rendimiento del 25 al 50%. En Checoslovaquia, las plantas de cebolla infectadas por virus pueden reducir más del 45% el número de bulbos, comparado con los producidos por las plantas sanas (Havranek, 1974). Los principales virus que causan enfermedades en cebolla se citan a continuación:

### ***Onion yellow dwarf virus* (OYDV – Virus enanismo amarillo de la cebolla)**

El OYDV se encuentra distribuido ampliamente; se han detectado niveles de infección del 52% y 86% en plantas provenientes de Europa y Asia, respectivamente. En Argentina fue reportado en cebolla y ajo. Los hospedantes del OYDV incluyen la cebolla (*A. cepa*) y chalote (*A. ascalonicum*), aunque también se reporta atacando ajo, puerro y en especies ornamentales del género *Allium* y *Narcissus* (Sutic, 1999).

Es la enfermedad responsable del retraso en el crecimiento de plantas de cebolla durante el primer año, también causa el deterioro durante el almacenamiento y germinación prematura de los bulbos. En plantas de cebolla jóvenes se observan bandas cloróticas y encrespamiento de hojas, posteriormente se tiene una distorsión de tallos florales, reducción del número de flores y semillas y el deterioro de la calidad de la semilla (Brewster, 2008).

Los síntomas típicos aparecen primero en las hojas, emergiendo directamente de bulbos infectados con numerosas rayas llamativas cortas amarillas, con manchas en la base de cada hoja. La infección primaria se hace evidente en hojas, mientras que las anteriores parecen saludables (Sutic, 1999). Algunas hojas son arrugadas y aplanadas y tienen a caerse. Los bulbos se mantienen firmes, pero son inferiores. Tallos de flores de las plantas infectadas muestran un amplio amarillamiento, las agrupaciones son más pequeñas en comparación con las plantas sanas. Las semillas de plantas infectadas son de calidad pobre (Schwartz *et al.*, 1995). La vida de almacén de bulbos infectados disminuye drásticamente y puede tenerse un brotamiento prematuro.

El OYDV tiene partículas en forma de varilla flexible con una longitud de 722 nm de largo y 16 nm de diámetro. Se transmite por propagación vegetativa y por el áfido *Myzus persicae* y otras especies de pulgones de manera no persistente (Schwartz *et al.*, 1995). No se ha detectado que el virus pueda transmitirse a través de semilla, aunque si se encontró la presencia de éste, en el polen de las plantas infectadas de cebolla (Brewster, 2008).

### ***Leek yellow stripe virus (LYSV – Virus estriado amarillo del puerro)***

El LYSV es común en los lugares donde se cultiva el puerro, y es considerado uno de los más importantes y perjudiciales patógenos de este cultivo en varios países de Europa. Los tallos de plantas infectadas por LYSV son delgados y pequeños, lo cual reduce sustancialmente su calidad, son sensibles a las heladas, y mueren, ya sea durante el invierno o después de hibernar (Sutic, 1999).

Según Smith (1992), la gama de hospedantes es muy limitada, ya que de 32 especies de *Allium* estudiadas, sólo nueve resultaron susceptibles y en su mayoría las infecciones fueron asintomáticas y/o muy difíciles de infectar; la mayor parte de ellas solo se infecta en raras ocasiones. En el puerro aparecen síntomas de rayado amarillo clorótico más o menos severo según el cultivar y el momento de la infección.

Las heladas afectan gravemente la calidad de las plantas infectadas. Las infecciones mixtas por LYSV y *Shalot latent virus* (SLV) agravan los síntomas debidos a LYSV.

En otras ocasiones se observan manchas cloróticas fácilmente distinguibles en las hojas infectadas cerca de la base y gradualmente se diseminan hacia la punta, con rayas cortas o largas en mosaico, durante el desarrollo de la enfermedad. La propagación de estas rayas amarillas abarcan todas las hojas, las cuales se tornan completamente cloróticas. Las hojas se manifiestan torcidas y arrugadas. Las plantas crecen lentamente y llegan a morir durante el invierno o la primavera (Sutic, 1999).

Este virus pertenece a la familia *Potyviridae*; sus partículas son flexibles de 815 a 820 nm de longitud. El punto de inactivación térmica es de 50 a 60°C (Sutic, 1999). Según Pérez (2004) y Fernández (1995), el LYSV es transmitido por áfidos de manera no persistente; experimentalmente se ha logrado su transmisión por *Myzus persicae* y *Aphis fabae*, mecánicamente por savia infectada y hasta la fecha no hay reportes de transmisión por semilla.

### ***Iris yellow spot virus* (IYSV – Virus mancha amarilla del iris)**

En 1991 se describió en Estados Unidos una nueva enfermedad en cebolla (Hall *et al.*, 1993) que más tarde se diagnosticó como un aislado del IYSV. Este virus era el causante de una enfermedad potencialmente devastadora y de amplia distribución en este cultivo en la zona oeste de Estados Unidos (Gent *et al.*, 2004). Actualmente el virus se considera endémico en Colorado, Washington, Idaho, Oregon, Utah, California, Arizona, Nevada y Nuevo México (EPPO, 2004). En Brasil se describía una enfermedad en este cultivo con el nombre de "sapecá", que provocaba una disminución de la producción de bulbos y semillas, pudiendo alcanzar una incidencia del 100%, pero fue más tarde cuando se asoció a la presencia del IYSV (Pozzer *et al.*, 1999). En México a partir de 2006 se detectó la presencia de una nueva enfermedad en cebolla, mediante pruebas serológicas (DAS-ELISA) de extractos de

hojas de plantas con síntomas de clorosis o amarillamiento utilizando antisueros específicos y se determinó que la infección era causada por el IYSV.

Los síntomas foliares descritos incluyen lesiones de color pajizo marrón claro y secas, con forma de huso o de diamante en cebolla (*A. cepa*), puerro (*A. porrum*) y cebollino inglés (*Allium fistulosum*). Algunas lesiones tienen el centro verde, con bordes amarillentos o de color marrón claro; otras lesiones aparecen como anillos concéntricos o alternando coloraciones de tejidos verdes y amarillos o marrón claro (Schwartz *et al.*, 2003). Estas lesiones contribuyen a una temprana senescencia foliar (Pelter, 2001), pudiendo también aparecer manchas en el escapo floral (Schwartz *et al.*, 2003).

La infección ha sido detectada en cultivos de cebollas tiernas, así como en cultivos de cebollas para semilla y bulbos (Coutts, 2003). Las plantas infectadas pueden aparecer diseminadas o presentarse de forma generalizada (Schwartz *et al.*, 2003). Su incidencia a menudo alcanza porcentajes de 50 ó 60%, produciendo elevadas pérdidas de producción de bulbos (Kritzman *et al.*, 2001a). Según Ockey and Thomson (1994), plantas de cebolla infectadas son capaces de producir bulbos de buena calidad en algunos casos, sin embargo, indican que la infección hace altamente susceptibles a las plantas a condiciones adversas como sequía, exceso de riego y temperaturas muy altas; bajo esas situaciones desfavorables las porciones aéreas de las plantas mueren y se paraliza el engorde de los bulbos.

El IYSV pertenece a la familia *Bunyaviridae*, género *Tospovirus*. Su genoma es RNA monocatenario de sentido negativo y tripartita; cada segmento es de diferente tamaño. La partícula viral es isométrica con membrana fosfolípida, de 80-120 nm de diámetro (Cortez *et al.*, 2002). El IYSV es transmitido por el trips de la cebolla, *Thrips tabaci*. Estudios en Israel han demostrado una relación positiva entre la incidencia de *T. tabaci* en cultivos de cebolla y la incidencia de plantas infectadas con IYSV (Gent *et al.*, 2006).

### ***Garlic latent common virus (GarCLV – Virus latente común del ajo)***

El GarCLV es el segundo carlavirus en importancia que infecta plantas del género *Allium* y está ampliamente distribuido en Europa y muchos países asiáticos y americanos. Se transmite mecánicamente a la cebolla y al puerro, a los que infecta sistémicamente pero sin síntomas (Smith, 1992).

Presenta partículas en forma de varilla flexible de 600 a 700 nm X 13 nm de diámetro, compuesta por una cadena de ARN. Se transmite mecánicamente y por áfidos de manera no persistente. Los miembros de este género se caracterizan por formar inclusiones en forma de cuerpos bandeados en el citoplasma de las células constituidos por partículas de virus; pero además, inclusiones para-cristalinas como en el caso de los virus S y M de la papa (Cárdenas, 1999).

### **Manejo de virosis en cebolla**

El OYDV y LYSV se transmiten en las piezas bucales de los áfidos de planta a planta y los insecticidas de uso común para su manejo no tienen una acción lo suficientemente rápida para prevenir la propagación a partir de plantas infectadas. Sin embargo, resulta práctico manejar el uso de barreras envenenadas para los vectores, evitando así infecciones tempranas (Brewster, 2008).

Las fuentes de infección para los cultivos sembrados en primavera son las plantas enfermas que quedan de ciclos tardíos (denominadas plantas "voluntarias"). Estudios recientes indican que al dejar de sembrar cebolla en un período de tiempo entre los diversos ciclos de producción anual, evitando que los cultivos recién plantados no coexistan temporalmente con los de mayor edad (infectados), la transmisión del virus se rompe y la enfermedad puede ser controlada. De igual manera ha resultado muy útil la eliminación de cualquier cebolla "voluntaria" infectada y todas aquellas plantas remanentes de cosechas anteriores que presenten síntomas de virosis (Brewster, 2008).

Para reducir la incidencia de LYSV es recomendable la protección de los semilleros y la eliminación selectiva de las primeras plantas infectadas. Se han probado numerosos cultivares y todos han resultado ser susceptibles; sin embargo, la detección de una fuente de inmunidad en *Allium ampeloprasus* que se ha cruzado con *A. porrum*, parece ser prometedora (Smith, 1992).

Una estrategia de manejo de virosis muy eficiente que se ha desarrollado a partir de la década de 1970, es el cultivo de meristemos con el objetivo de producir individuos libres de virus. Otra técnica que ha tomado relevancia en el manejo es la termoterapia, ya que se ha encontrado en muchos casos la eliminación de virus en ajo (Verbeek, van Dijk and van Well, 1995).

Puesto que el vector del IYSV es *Thrips tabaci*, se han realizado estudios para seleccionar materiales tolerantes al ataque de trips. Diversos mecanismos de antixenosis (características morfológicas, físicas y estructurales de la planta que impiden o inhiben a los herbívoros encontrarla, colonizarla o aceptarla como hospedante) y antibiosis (características de la planta que impiden o inhiben el desarrollo o reproducción de los herbívoros) se han asociados con la resistencia a los trips en cebolla (Lewis, 1997). En Colorado, E.U en 2004 y 2005, la rotación de aplicaciones de extracto de neem y espinosad, en combinación con paja, redujeron en gran número infestaciones de trips en comparación con una rotación de los productos convencionales Lambda-cyhalothrina y Methomyl, además de lograr un aumento en el rendimiento de los bulbos (Fichtner *et al.*, 2004). También se han utilizado abonos para el manejo de insectos plaga en muchos sistemas de cultivo (Díaz-Pérez *et al.*, 2003; Momol *et al.*, 2004). Mantillos reflectantes pueden reducir poblaciones de trips al perturbar su capacidad para reconocer a las plantas hospedantes (Díaz-Pérez *et al.*, 2003; Momol *et al.*, 2004; Terry, 1997).

La relativamente limitada gama de hospedantes de IYSV hace muy eficiente la rotación de cultivos, lo que puede ayudar a limitar la propagación del virus dentro de

una región. Por otro lado, la temporada de cosecha de semillas de cebolla proporciona un "puente verde" para la supervivencia de IYSV y sus vectores durante el invierno, por lo que la producción de cebolla para la obtención de bulbos y para la obtención de semillas deben estar aislados geográficamente. Del mismo modo, otros hospederos de IYSV (por ejemplo ajo y puerro), no deben ser cultivados en las cercanías de cultivos de cebolla (du Toit *et al.*, 2004).

La nutrición equilibrada tiene una función importante en los cultivos al afectar su resistencia o susceptibilidad a las enfermedades, ya que los elementos minerales están directamente involucrados en los mecanismos de defensa de la planta, al formar parte de compuestos estructurales o funcionales de las células y de procesos metabólicos. La incidencia de plagas y enfermedades puede ser un indicador de un mal manejo nutrimental del cultivo (Pound, 1961; Huber and Watson, 1974; Jarvis, 1997).

Muchas sustancias simples, como aminoácidos libres, azúcares y nitratos, constituyen el alimento básico de diferentes microorganismos, y pueden estar relacionadas con la menor formación de proteínas en la planta. El mayor daño de patógenos puede ocurrir cuando hay inhibición de la síntesis de proteínas o cuando hay un exceso en la producción de aminoácidos libres. La inhibición de la síntesis de proteínas puede ser consecuencia del uso de agrotóxicos (Chaboussou, 1967). Velasco (1999), menciona que el desbalance nutrimental influye en el crecimiento y la supervivencia de los patógenos, así como en la predisposición, tolerancia y resistencia de las plantas a éstos. La influencia de la nutrición mineral en la actividad patogénica de los hongos y virus ha sido documentada por Jarvis (1997) y Pacumbaba *et al.* (1997); se reconoce que las enfermedades causadas por virus alteran la absorción, translocación y concentración de nutrimentos en las plantas (Velasco, 1999). Además de la adición de los nutrimentos clásicos, se ha propuesto el uso alternativo de compuestos naturales como la miel de abeja como una manera de disminuir la severidad ocasionada por virus en las plantas (Ramírez *et al.*, 2006).



Un manejo propuesto para las enfermedades de las plantas causados por tospovirus en se ha logrado mediante la inducción de resistencia sistémica adquirida (RSA), la mayoría de las veces a través de la aplicación exógena de productos químicos como ácido acetil salicílico o sus análogos estructurales (Cole, 1999; Gorchach *et al.*, 1996; Kessman *et al.*, 1994). Villegas *et al.* (2001), señalan que la aplicación de miel de abeja al follaje favorece el depósito de aproximadamente 33 % de glucosa, misma que al difundir y penetrar en la hoja aumenta el nivel de energía para la absorción activa favoreciendo la incorporación de nutrimentos, mismos que incrementan el vigor de las plantas (Sosa *et al.*, 1973; Rodríguez *et al.*, 1980; Germani and Reversat, 1982; Vawdery and Stirling, 1997; CDA, 2000; El-Nagdi and Youssef, 2004). Por otro lado, las plantas producen muchos compuestos o sustancias químicas con acción antimicrobiana, dentro de las cuales, los compuestos de naturaleza proteica, polisacáridos o taninos interfieren con las infecciones virales (Sadasivam *et al.*, 1991).

La potencialidad existe para introducir resistencia a muchas enfermedades mediante transformación genética. Se han logrado identificar las secuencias de DNA que codifican varios potyvirus y la incorporación de genes de proteínas virales en el genoma de las plantas ha conferido resistencia en varios cultivos (Eady, 2002).

Existen por lo tanto diversas técnicas en el manejo de enfermedades virales sin embargo, aun así la mejor manera de evitar infecciones es mediante la propagación de material “certificado” disponible comercialmente y libre de patógenos (van Dijk, 1993).

## LITERATURA CITADA

- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Fifth Edition. Elviesier Academic Press. London, UK. 530 p.
- Brewster, J. L. 2008. Onions and other vegetable alliums. CAB International. Second Edition. Oxon, UK. 433 p.
- Cárdenas, S. E. 1999. Diagnóstico de virus mediante inclusiones virales. Colegio de Postgraduados. México. 147 p.
- Cafrune, E. E., Perotto, M. C. and Conci, V. C. 2006. Effect of two Alexivirus isolates on garlic yield. Plant Disease 90:898–904.
- CDA (Centro De Desarrollo De Agronegocios). 2000. Uso de melaza para el control de nematodos. Boletín Técnico de Producción # 9. Honduras. 17 p.
- Chaboussou, F. 1967. La trophobiose ou les rapports nutritinels. Revista Chapingo Serie Horticultura 12(2): 239-243.
- Cole, D. L. 1999. The efficacy of acibenzolar- S-methyl, an inducer of systemic acquired resistance, against bacterial and fungal diseases of tobacco. Crop Protection 18:267-273.
- Conci, V. C. and Nome, S. F. 1991. Virus free garlic (*Allium sativum* L.) plants obtained by thermotherapy and meristem tip culture. Journal of Phytopathology 132:186–192
- Cortês, I., Livieratos, I. C., Derks, A., Peters, D. and Kormelink, R. 1998. Molecular and serological characterization of *Iris yellow spot virus*, a new and distinct tospovirus species. Phytopathology 88:1276–1282.
- Cortez, I., Saaijer, J., Wongjkaew, K. S., Pereira, A. M., Goldbach, R., Peters, D., and Kormelink, R. 2002. Identification and characterization of a novel tospovirus species using a new RT-PCR approach. Archives of Virology 146:265–278.
- Coutts, B. A., Mcmichael, L. A., Tesoriero, L., Rodoni, B. C, Wilson, C. R., Wilson, A. J., Persley, D. M. and Jones, R. A. C. 2003. *Iris yellow spot virus* found infecting onions in three Australian states. Australasian Plant Pathology 32(4):555-557.
- Davies, J. and Taylor, J. 1994. Bulb onion: forecasting of bacterial rots and the monitoring of stores. Horticultural Development Council Project News July, 9.

- Derks, A. F. L. M. and Lemmers, M. E. C. 1996. Detection of tospoviruses in bulbous crops and transmissibility by vegetative propagation. *Acta Horticulturae* 432:132-139
- Diaz-Perez, J. C., Batal, K. D., Granberry, D., Bertrand, D., Giddings, D., and Pappu, H. 2003. Growth and yield of tomato on plastic film mulches as affected by *Tomato spotted wilt virus*. *Hort Science* 38:395-399.
- Dovas, C. I., Hatziloukas, E., Salomon, R., Barg, E., and Katis, N. I. 2001. Incidence of viruses infecting *Alliums* spp. in Greece. *European Journal of Plant Pathology* 107: 607-684.
- du Toit, L. J., Pelter, G. Q., and Pappu, H. R. 2004. IYSV challenges to the onion seed industry in Washington. Pages 213-217 *In: Proc. Natl. Allium Res. Conf., Grand Junction, CO. Colorado State University, Fort Collins.*
- Eady, C. C. 2002. Genetic transformation of onions. *In: Rabinowitch, H.D. and Currah, L. (eds) Allium Crop Science: Recent Advances.* CAB International, Wallingford, UK, pp. 119–144.
- El-Nagdi, W. M. A. and Youssef, M. A. 2004. Sugarcane residues soil amendments for improvement and citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans* management on mandarin under sandy (calcareous) soil conditions. *Egypt. Australian journal of agricultural research* 82(2):11-25.
- EPPO. 2004. EPPO Alert List (on line). Disponible en [http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert\\_List/viruses/irysxx.htm](http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/viruses/irysxx.htm)
- FAO. 2007. Agriculture Production and Trade Statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome (available at: <http://faostat.fao.org>).
- Fernández, M. V. 1995. Virus Patógenos de las plantas y su control. Tomo I. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Argentina. 128-138 p.
- Fichtner, S. M., Gent, D. H., Schwartz, H. F., Cranshaw, W. S., Mahaffey, L., and Khosla, R. 2004. Geospatial relationships of *Iris yellow spot virus* and thrips to onion production in Colorado. Pages 149-151 *In: Proc. Natl. Allium Res. Conf., Grand Junction, CO. Colorado State University, Fort Collins.*
- Gent, D. H., Schwartz H. R. and Khosla R.. 2004. Distribution and incidence of IYSV in Colorado and its relation to onion plant population and yield. *Plant Dis.* 88:446-425.
- 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.

- Gera, A., Lesemann, D. E., Cohen, J., Franck, A., Levy, S. and Salomon, R. 1997. The natural occurrence of turnip mosaic potyvirus in *Allium ampeloprasum*. *Journal of Phytopathology* 145: 289–293.
- Gera, A., Cohen, J., Salomon, R., and Raccach, B. 1998. *Iris Yellow Spot Tospovirus* detected in onion (*Allium cepa*) in Israel. *Plant Dis.* 82:127-131
- Germani, G. and Reversat, G. 1982. Effect of two nematicides, DBCP and EDB, and of an organic amendment on groundnut yields in Senegal. *Oleagineux* 37(11):521-524.
- Gorlach, J., Volrath, S., Knauf-Beiter, G., Hengy, G., Beckhove, U., Kogel, K. H., Oostendorp, M., Staub, T., Ward, E., Kessman, H., and Ryals, J. 1996. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. *Plant Cell* 8: 629-643.
- Hall, J. M., Mohan, K., Knott, E. A., and Moyer, J. W. 1993. Tospoviruses associated with scape blight of onion (*Allium cepa*) seed crops in Idaho. *Plant Dis.* 77:952.
- Havranek, P. 1974. The effect of virus diseases in the yield of common. *Plant Dis.* 10(4):251-256
- Huber D., M.; Watson, R. D. 1974. Nitrogen form and plant disease. *Annual Review of Phytopathology* 12:139-164.
- Jarvis, R. W. 1997. *Managing Diseases in Greenhouse Crops*. APS PRESS. St. Paul Minesotta, U.S. A. 288 p.
- Kannan, H. O. and M. B. Mohamed. 2001. The impact of irrigation frequency on population density of *Thrips tabaci* Rom (Thripidae, Thysanoptera) and yield of onion in El Rahad, Sudan. *Annals of Applied Biology* 138:129-132.
- Kessman, H., Staub, T., Hofmann, C., Maetzke, T., Herzog, J., Ward, E., Uknes, S., and Ryals, J. 1994. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. *Annual Review of Phytopathology* 12:439-459.
- Koike, S. T., Gladders P. and Paulus A. O. 2006. *Vegetable diseases: a color handbook*. Gulf Professional Publishing. 448 pp.
- Kritzman, A., Lampel, M., Raccach, B., and Gera, A. 2001a. Distribution and transmission of *Iris yellow spot virus*. *Plant Dis.* 85:838-842.
- Kritzman, A., Raccach, B. and Gera, A. 2001b. Transmission of *Iris Yellow Spot Tospovirus*. *Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera*. 2-7 julio 2001, Reggio Calabria, Italia.

- Lewis, T. 1997. Thrips as Crop Pests. CAB Int., New York.
- Lot, H., Chovelon, V., Souche S., and Delecolle, B. 1998. Effects of *Onion yellow dwarf* and *Leek yellow stripe viruses* on symptomatology and yield loss of three French garlic cultivars. *Plant Disease* 82:1381-1385.
- Lunello, P., Ducasse, D. and Conci, V. 2005. Improved PCR detection of potyviruses in *Allium* species. *European Journal of Plant Pathology* 112: 371–378.
- Messiaen, C. M. 1994. Thirty years of France experience in production of disease-free garlic and shallot mother bulbs. *Acta Horticulturae* 358:275-279.
- Momol, M. T., Olson, S. M., Funderburk, J. E., Stavisky, J., and Marois, J. J. 2004. Integrated management of tomato spotted wilt on field grown tomatoes. *Plant Dis.* 88:882-890
- Nagata, T., Almeida, A. C. L., Resende, R. de O. and de Ávila, A. C. 1999. The identification of the vector species of *iris yellow spot tospovirus* occurring on onion in Brazil. *Plant Dis.* 83:399.
- Ockey, S. C. and Thompson, S. 1994. *Iris yellow spot virus* (IYSV). Tospovirus. Exotic Pest Monitoring Series [on line]. Disponible en: [http://extension.usu.edu/plantpath/exoticpests/iris\\_yellow\\_spot\\_virus.pdf](http://extension.usu.edu/plantpath/exoticpests/iris_yellow_spot_virus.pdf).
- Pacumbaba R., P., Brown G., F., Pacumbaba R. and O. Jr. 1997. Effect of fertilizers and rates of application on incidence of soybean diseases in northern Alabama. *Plant Disease* 81:1459-1460.
- Peiwen, X., Huisheng, S., Ruijie, S. and Yuanjun, Y. 1994. Strategy for the use of virus-free seed garlic in field production. *Acta Horticulturae* 358:307-314
- Pelter, G. 2001. A Newly Identified Onion Virus. *Agrifocus* [on line]. Disponible en [http://grantadams.wsu.edu/agriculture/agrifocus\\_newsletters/Sept2001.htm](http://grantadams.wsu.edu/agriculture/agrifocus_newsletters/Sept2001.htm)
- Pérez, M. L. and Rico, J. E. 2004. Virus fitopatogénos en cultivos hortícolas de importancia económica en el estado de Guanajuato. Universidad de Guanajuato. México. 143 p.
- Pérez-Moreno, L., Rico-Jaramillo. E. Sánchez-Palé, J. R., Ascencio-Ibáñez, J. T., Díaz-Plaza, R., and Rivera-Bustamante, R.F. 2004. Identificación de virus fitopatogénos en cultivos hortícolas de importancia económica en el estado de Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 22:187-197.
- Peters, D., Wijkamp, I., van de Wetering, F. and Goldbach, R. 1996. Vector Relations in the transmission and epidemiology of Tospoviruses. *Acta Hort.*(ISHS) 431:29-43 [http://www.actahort.org/books/431/431\\_2.htm](http://www.actahort.org/books/431/431_2.htm)

- Pozzer, L., Nagata, T., Lima, M. I., Kttajima, E. W., Resende, R. de O. and de Ávila, A.C. 1994. "Sapeca": An onion disease in the Sub-Médio So Francisco region, Brazil, is caused by a tospovirus with a serologically distinct nucleocapsid protein. *Fitopatología Brasileira* 19:321.
- Pound, G. S. 1961. Growth aspects of plant virus infections, pp. 136-151. *In*: Zarrow, M. X. (ed.) *Growth in Living Systems*. Basic Books, Inc., New York.
- Ramírez, F. J., Ochoa, M. L. D., Rodríguez, M. N. and Mora, A. G. 2006. Efecto del ácido acetil-salicílico, miel y melaza en la movilidad y concentración de TSWV. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. 12(2): 239-243
- Rodríguez K., R.; King G P., S. 1980. Use of mixtures of urea and blackstrap molasses for control of root-knot nematodos in soil. *Nematropica* 10(1): 38-44.
- Sadasivam, R., Rajamaheswari, S. and Jeyarajam, R. 1991. Inhibition of certain plant viruses by plant extract. *Journal of Ecobiology (India)* 3(1):53-57.
- Schwartz, H. F. and Mohan, K. S. 1995. *Compendium of onion and garlic diseases*. APS The American Phytopathological Society.
- Schwartz, H., Brown, W., Blunt, T. y Gent, D. New onion disease in Colorado. 2003. *Iris Yellow Spot Virus* (tospovirus) [on line]. Disponible en <http://www.coopext.colostate.edu/TRA/PLANTS/inex.html#http://www.colostate.edu/Depts/CoopExt/TRA/PLANTS/iysv.html>
- SIAP. 2009. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Avance de siembras y cosechas ciclo otoño-invierno 2008-2009. Disponible en [http://reportes.siap.gob.mx/Agricola\\_siap/ResumenProducto.do?producto=7400&invitado=true&ciclo=1](http://reportes.siap.gob.mx/Agricola_siap/ResumenProducto.do?producto=7400&invitado=true&ciclo=1) (verificado 6 de Julio de 2009).
- Smith, M. L. 1992. *Manual de enfermedades de las plantas*. Mundi-Prensa. España. 67 p.
- Sosa M., C. and Weihs A., H. 1973. Use of molasses on bean to control *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood (Nematoda:Heteroderidae). *Nematropica* 3(1): 18-19.
- Sutic, D. D. 1999. *Handbook of plant virus disease*. CRC, New York. 553 p.
- Terry, L. I. 1997. Host selection, communication and reproductive behaviour. Pages 175-196 in: *Thrips as Crop Pests*. T. Lewis, ed. CAB Int., Wallingford, UK.
- Van Dijk, P. 1993. Survey and characterization of potyviruses and their strains of *Allium* species. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 99:1-48

- Vawdery L., L. and Stirling G., R. 1997. Control of root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on tomato with molasses and other organic amendment. Australian Plant Pathology 26(3):179-187.
- Velasco V. V. A. 1999. Papel de la nutrición mineral en la tolerancia a las enfermedades de las plantas. Terra 17(3): 193-200.
- Verbeek, M., Van Dijk, P. and Van Well, M. A. 1995. Efficiency of eradication of four viruses from garlic (*Allium sativum*) by meristem-tip culture. European Journal of Plant Pathology 101:231–239
- Villegas T., O. G., Rodríguez, M., M. N., Trejo T., L. I. and Alcántar G., G. 2001. Potencial de la miel de abeja en la nutrición de plántulas de tomate. Terra 19(1): 97-102.

## CAPÍTULO 2

### IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE TRIPS PORTADORAS DE VIRUS EN ATLACHOLOAYA, MORELOS

#### RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue identificar especies de trips portadoras de virus en cebolla en Atlacholoaya, Morelos. Se realizó la prueba DAS-ELISA modalidad fosfatasa alcalina para detectar los virus presentes en trips. Dichas muestras fueron positivas al *Iris yellow spot virus* (IYSV) y negativas para el *Onion yellow dwarf virus* (OYDV), *Leek yellow stripe virus* (LYSV) y *Garlic common latent virus* (GarCLV). Morfológicamente solo se identificó a *Thrips tabaci* en las muestras colectadas en la parcela experimental. La presencia de trips (*Thrips tabaci* L.) en cebolla (*Allium cepa* L.) está íntimamente relacionada con la incidencia de infecciones virales, al demostrarse que dicha especie es vector de IYSV.

**Palabras clave:** *Thrips tabaci*, *Iris yellow spot virus*, *Onion yellow dwarf virus*, *Leek yellow stripe virus*, *Garlic common latent virus*.

#### ABSTRACT

The objective of this study was to identify species of onion thrips carrying viruses in Atlacholoaya, Morelos. They were tested by DAS-ELISA method (alkaline phosphatase) to detect viruses in trips. These samples were positive to Iris yellow spot virus (IYSV) and negative for the Onion yellow dwarf virus (OYDV), Leek yellow stripe virus (LYSV) and Garlic common latent virus (GarCLV). Morphologically only *Thrips tabaci* was identified in samples collected in the experimental plot. The presence of thrips (*Thrips tabaci* L.) in onion (*Allium cepa* L.) is closely related to the incidence of viral infections, demonstrating that the specie is a vector of LYSV.

**Key words:** *Thrips tabaci*, *Iris yellow spot virus*, *Onion yellow dwarf virus*, *Leek yellow stripe virus*, *Garlic common latent virus*.



## INTRODUCCIÓN

Los principales insectos plaga del cultivo de cebolla son miembros del Orden *Thysanoptera*, Suborden *Terebrantia*, Familia *Tripidae* y Subfamilia *Tripinae*. Estos insectos se caracterizan por ser diminutos y en su mayoría de color marrón, aunque se pueden encontrar en tonalidades desde amarillo claro hasta negro (Carrillo, 1985; Delahaut, 2001; Medina, 1961). Dentro de esta familia, *Thrips tabaci* Lindeman y especies del género *Frankliniella* son considerados los trips de mayor importancia económica en el cultivo de cebolla, ocasionando daños que pueden alcanzar hasta un 100% (Shelton *et al.*, 2006). Además de los daños directos que pueden causar al destruir las células epidermales, éstos son considerados vectores de varios virus del género *Tospovirus*. (Gent *et al.*, 2004; Mound, 2002). A nivel mundial, estos virus causan pérdidas económicas severas en vegetales y plantas ornamentales producidas en campo e invernadero (Daughtrey *et al.*, 1997; German *et al.*, 1992; Goldbach y Peters, 1994). Diez especies de trips han sido confirmadas como vectores de virus del género *Tospovirus*: *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *F. schultzei* (Trybom), *F. intonsa* (Trybom), *F. fusca* (Hinds), *F. bispinosa* (Morgan), *F. zuchini* (Nakahara y Monteiro), *Thrips setosus* (Moulton), *T. palmi* (Karny), *T. tabaci* (Lindeman) y *Scirtothrips dorsalis* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) (Mound, 2002). Por citar un ejemplo el IYSV es transmitido por *Thrips tabaci* y aunque la transmisión de este virus no ha sido reportada en *Frankliniella occidentalis* o *F. schultzei*, estas especies de trips tienen una amplia gama de hospedantes y son eficientes vectores de otros tospovirus en numerosas plantas (Nagata *et al.*, 1999b).

Vierbergen and Mantel (1991) señalan que *Frankliniella schultzei* está distribuido entre las latitudes 40° al norte y 40° al sur en el Ecuador, con formas de color oscuro y pálido. Las formas oscuras son principalmente encontradas al norte del Ecuador y las formas pálidas al sur del Ecuador. Las formas oscuras son consideradas vectores eficientes de cuatro tospovirus: *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Tomato chlorotic spot virus* (TCSV), *Groundnut ring spot virus* (GRSV) y *Chrysanthemum stem necrosis virus* (CSNV). La forma oscura está distribuida a través de Sudamérica, donde se reporta como un vector importante de tospovirus en Brasil y

Argentina. Morfológicamente, se caracteriza por presentar especímenes con variación en colores, cuerpo marrón con partes amarillas y cuerpo amarillo con partes color marrón. Posee antenas de 8 segmentos, tres pares de setas ocelares, un par de setas postocular I, pronoto con cinco pares de setas largas y un par corto (Moritz *et al.*, 2004). Una característica importante de esta especie, utilizada para diferenciarla de *F. fusca*, es la ausencia del par de sensilas campiniformes en el metanoto (Mound and Marullo, 1996). Esta especie no presenta peine en el tergito VIII aunque, algunos científicos argumentan que ciertos especímenes pueden tener pequeños dientes laterales (Mound and Marullo, 1996).

*F. occidentalis*, es original del oeste de los Estados Unidos pero, desde 1970 se ha reportado en regiones de Asia, África, América Central, América del Sur, Europa y Oceanía (OEPP/EPPO, 2002; OEPP/EPPO, 2003-2005). Esta especie es comúnmente encontrada en países de gran elevación como lo son Kenya y Malasia (Moritz *et al.*, 2004). El rango de hospederos de esta especie incluye cerca de 250 especies de plantas en 62 familias (OEPP/EPPO, 2002). *F. occidentalis* ataca plantas en condiciones de campo e invernadero (OEPP/EPPO, 1998). Esta especie puede causar pérdidas de hasta 20% en la producción de invernadero (OEPP/EPPO, 1998). Es un problema serio como vector de varios virus dentro del género *Tospovirus*. Las poblaciones observadas hasta el momento son bajas y están presentes en ambas épocas de producción del cultivo de cebolla (octubre a febrero y de enero a mayo) (Feliciano *et al.*, 2006). Morfológicamente, se caracteriza por ser de color amarillo a marrón, con antenas de 8 segmentos. Posee tres pares de setas ocelares, un par de setas postoculares, cinco pares de setas largas y un par corto en el pronoto, un par de sensilas campiniformes en el metanoto y la presencia de un peine en el tergito VIII en las hembras (Moritz *et al.*, 2004).

El trípido de la cebolla (*Thrips tabaci* Lindeman), es una plaga polífaga que causa serios daños a hortalizas y ornamentales en aproximadamente 140 especies de plantas, pertenecientes a 40 familias alrededor del mundo (MacIntyre *et al.*, 2005; Murai, 2000). Es una plaga de gran importancia económica en plantas de la familia

*Alliaceae* tales como cebolla (*Allium cepa* L.) y puerro (*Allium porrum* L.) (Lewis, 1997; McKenzie *et al.*, 1993). Alrededor del mundo se considera la plaga principal del cultivo de cebolla, principalmente en países orientales y regiones de los Estados Unidos (Kannan and Mohamed, 2001; Kisha, 1977; MacIntyre *et al.*, 2005; Shelton *et al.*, 2006). En el estado de Nueva York, puede llegar a infestar el 100% de las 53,000 ha de cebolla sembradas anualmente (Shelton *et al.*, 2006). En regiones de Sudan, se reportan pérdidas hasta de 57% en la producción bajo ataques severos del insecto (Kannan and Mohamed, 2001). *Thrips tabaci* puede colonizar cultivos a una altura de 200 metros sobre el nivel del mar y su ataque puede ser más severo en climas secos y con altas temperaturas (Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development Global Crop Pest, 2005). El mayor daño de *T. tabaci* en la producción ocurre durante el desarrollo del bulbo (Kendall and Capinera, 1987). Bajo condiciones de invernadero, un total de 10 trips por planta reducen la producción en 7%. Morfológicamente, *T. tabaci* se caracteriza por poseer alas sin venas y flecadas con pelos muy largos, antenas de siete segmentos y una línea de setas o pelos en el margen posterior del pronoto (Delahaut, 2001; Medina, 1961). Los adultos son de color marrón oscuro y las ninfas amarillo pálido (Medina, 1961). El tamaño y el color de *T. tabaci* puede ser influenciado por la temperatura y la humedad, observándose especímenes que varían de marrón claro a amarillo y entre 965 µm hasta 1043 µm de largo (Murai and Toda, 2002). Se sabe que el vector más eficiente del IYSV es *Thrips tabaci*, sin embargo, la especificidad del vector y la eficiencia de transmisión varía entre otras especies de trips y tospovirus. De igual manera la competencia y eficiencia de la transmisión de IYSV por otras especies de trips o biotipos de *T. tabaci* no se conocen (Wijkamp *et al.*, 1995)

Es importante mencionar que los individuos adultos no pueden adquirir el virus aunque se alimenten en plantas infectadas porque las partículas virales no pasan el epitelio del intestino medio y no pueden llegar a las glándulas salivales (Sakimura, 1962). Solamente pueden adquirirlo cuando se alimenta sobre plantas infectadas en su estado larvario segundo (larvario II) para posteriormente en la etapa adulta transmitirlo a hospederos sanos (Black, 1954; Bald and Samuel, 1931). En trabajos

realizados con *Thrips tabaci* se ha comprobado que para adquirir el virus, el insecto tiene que pasar como mínimo un cuarto de hora alimentándose en una planta infectada y cuanto más tiempo pasan en ella, el porcentaje de trips virulíferos aumenta. Después de la adquisición del virus hay un periodo de latencia o incubación (4-18 días) y se puede transmitir desde la fase larvaria II hasta 1-4 días después de la emergencia del adulto. Por tanto, la infectividad perdura de manera continua y el periodo en que un trips puede transmitir el virus puede llegar a 24-43 días según la especie (Harris and Maramorosch, 1980). El periodo de retención de un virus varia, siendo como máximo 22-24 días para *F. schultei*, 30 días para *F. occidentalis* y *T. tabaci* y 43 días para *F. fusca* (Sakimura, 1962). Los trips virulíferos pueden invernar como ninfas y ser portadores en la primavera siguiente cuando aparecen en forma de adultos. La relación del IYSV con *Thrips tabaci* parece del tipo persistente propagativo, esto quiere decir que la concentración del virus en el cuerpo del vector aumenta con la edad del insecto, y por otro lado que la longevidad y fecundidad resultan disminuidos en los insectos virulíferos (Conti, 2001).

Según Lewis (1997) las pérdidas resultantes de las infestaciones de trips dependen de múltiples factores, incluyendo el tamaño de las poblaciones, condiciones climáticas para el crecimiento de las poblaciones, etapa de crecimiento de la planta, momento de la infestación, y la susceptibilidad de los cultivares al daño de estos insectos por alimentación, ovoposición y la infección por virus. Se han detectado diversos mecanismos de antixenosis y antibiosis asociados con la resistencia a los trips en cebolla. Por ejemplo, una mayor apertura entre las hojas aumenta la exposición a enemigos naturales de los trips que buscan espacios reducidos, tales como vainas de las hojas e inflorescencias, para vivir y reproducirse.

Brar *et al.* (1993) seleccionaron 61 cultivares de cebolla resistentes a *T. tabaci* y concluyeron que su susceptibilidad al insecto no se correlaciona necesariamente con el color del bulbo, sino más bien con el color de las hojas, sugiriendo que los cultivares de cebolla con follaje verde azulado pueden sufrir más daño de trips que los que tenían follaje verde, probablemente debido a diferencias en la química de

las ceras de la hoja (McKenzie *et al.*, 1993) lo que provoca una disminución en la ovoposición de huevecillos así como en el proceso de incubación y alimentación de larvas (Rösingh, 1980).

Es de vital importancia para evitar presencia de virus tener un programa de manejo de vectores. En el cultivo de cebolla es común encontrar altas poblaciones de trips lo que aumenta el potencial grado de transmisión de tospovirus. Muchos agricultores hacen aplicaciones de insecticidas, sin embargo, utilizar solo este método de control resulta ser ineficaz pues no se logra combatir totalmente las poblaciones y en muchos de los casos se desarrolla resistencia a productos químicos lo que incrementa la dificultad en el manejo. Estudios recientes sugieren el control biológico mediante la aplicación de hongos entomopatógenos o usando enemigos naturales como *Orius* spp. Es importante que el manejo incluya prácticas culturales y métodos de sanitización, tales como la eliminación de malezas y de restos de cultivo anteriores sobre todo antes de realizar una nueva plantación y la colocación de trampas adhesivas azules antitrips desde el inicio del cultivo para realizar un seguimiento de las poblaciones de adultos. Estas medidas en conjunto con los métodos antes mencionados pueden reducir potencialmente poblaciones de trips y por lo tanto epidemias de tospovirus (Cho *et al.*, 1989; Parrella, 1995 a,b,c).

Debido a lo anterior se hace evidente que el ataque de virus en el cultivo de cebolla está íntimamente relacionado con la presencia de vectores y por ende los graves efectos en la producción mundial y nacional, lo que hace necesario un estudio detallado para un correcto manejo de ambos. Por lo anterior, se realizó el presente estudio con el siguiente objetivo: Identificar especies de trips portadoras de virus en cebolla en Atlacholoaya, Morelos.

En la presente investigación se probó la siguiente hipótesis: “La presencia de trips en el cultivo está relacionada con la incidencia de infecciones virales”.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del área de estudio

El trabajo se realizó en una superficie sembrada con 21 materiales de cebolla en la localidad de Atlacholoaya, municipio de Xochitepec en el estado de Morelos. Esta región se encuentra en las coordenadas 18° 74' latitud norte y 99° 22' longitud oeste, a una altitud de 1090 msnm (Figura 1).

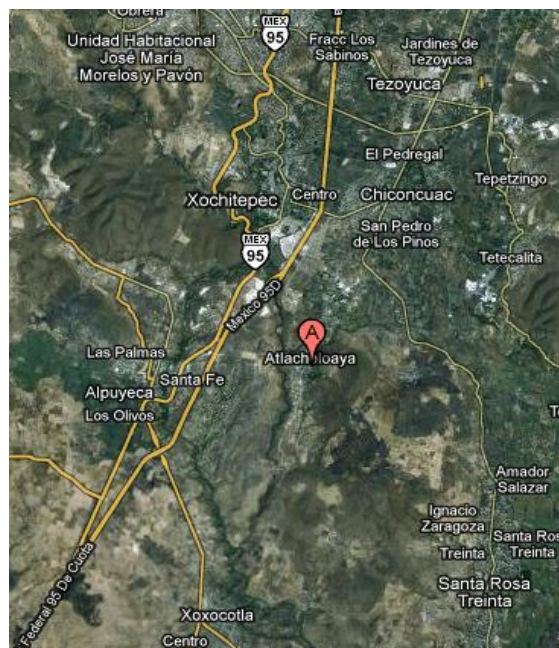


Figura 1. Mapa de localización del municipio Atlacholoaya, Morelos<sup>1</sup>

### Colecta de trips

Los insectos fueron colectados cortando el verticilo de las plantas con trips y se sumergían en frascos con etanol al 70% en plantas de cebolla que mostraban síntomas evidentes de infección por virus así como signos de ataque de trips. Los frascos se etiquetaron con los siguientes datos: fecha de colecta, localidad, cultivo y nombre del colector.

---

<sup>1</sup> <http://www.google.com/mapmaker?ll=18.74,-99.240189&spn=atlacholoaya+morelos&hl=es&source=maps-top>

## **Separación e identificación de individuos con base en morfología**

Posteriormente a la colecta, las muestras se llevaron al laboratorio de la Universidad Nacional Autónoma Chapingo, donde se separaron individuos adultos y ninfas, y con base a morfología se hizo la diferenciación de especies colectadas. Se realizó la técnica de montaje en portaobjetos descrita por Johansen and Mójica (1997) (Anexo 1). La identificación de las especies encontradas fue realizada mediante la observación al microscopio óptico, uso de claves taxonómicas (Mound and Marullo, 1996; Mound and Kibby, 1998; Palmer *et al.*, 1989) y con la supervisión del Dr. Roberto Johansen Naime del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

## **Análisis y detección de virus en las muestras**

Con el propósito de conocer los virus presentes en los trips colectados, las muestras fueron llevadas al laboratorio de virus fitopatógenos del Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo, para detectar su presencia mediante la prueba serológica con la variante de sándwich de doble anticuerpo ELISA-DAS para fosfatasa alcalina (Clark and Adams, 1997; Cho *et al.*, 1988). Se emplearon antisueros de Agdia Inc., para lo virus OYSV, GarCLV, IYSV y LYSV por ser los más comúnmente reportados en cebolla. De cada una de la muestras se analizaron 20 individuos adultos tomados al azar. Los valores de absorbancia de cada muestra se obtuvieron en un fotocolorímetro automático, a una longitud de onda de 405 nm. La reacción se consideró positiva cuando la lectura fue mayor al valor promedio de los controles negativos más dos veces la desviación estándar (Sutula *et al.*, 1986).

## RESULTADOS

### Colecta de trips

Se realizaron dos muestreos, el primero en enero 2010 y el segundo en Febrero de este mismo año; en ambos eran evidentes los daños y heridas causados por la alimentación de los trips, destacando lesiones de coloración blanquecina (Figura 2), e incluso en hojas con ataques severos presentaban tonalidad bronceada y de aspecto arrugadas.



Figura 2. Lesiones causadas por la alimentación de trips en hojas de cebolla.

### Separación e identificación de individuos con base en morfología

Del total de trípidos obtenidos durante los 2 muestreos (enero y febrero 2010 respectivamente) el 63.5% fueron adultos y 36.5% ninfas. Los adultos colectados fueron identificados y en los 30 montajes realizados se identificó solamente a la especie *Thrips tabaci* Lindeman. Las principales características de identificación de esta especie fueron la presencia de siete segmentos antenales, línea de espinas en el margen posterior del pronoto, ala anterior y posterior sin venas, ambas flecadas con pelos muy largos, destacando el ala anterior por la ausencia de espinas en la costilla central de la base (Figura 3).



No se encontró ningún individuo perteneciente a otra especie de trips, aun cuando *F. occidentalis* y *F. schultzei* han sido reportadas como plagas del cultivo de cebolla.

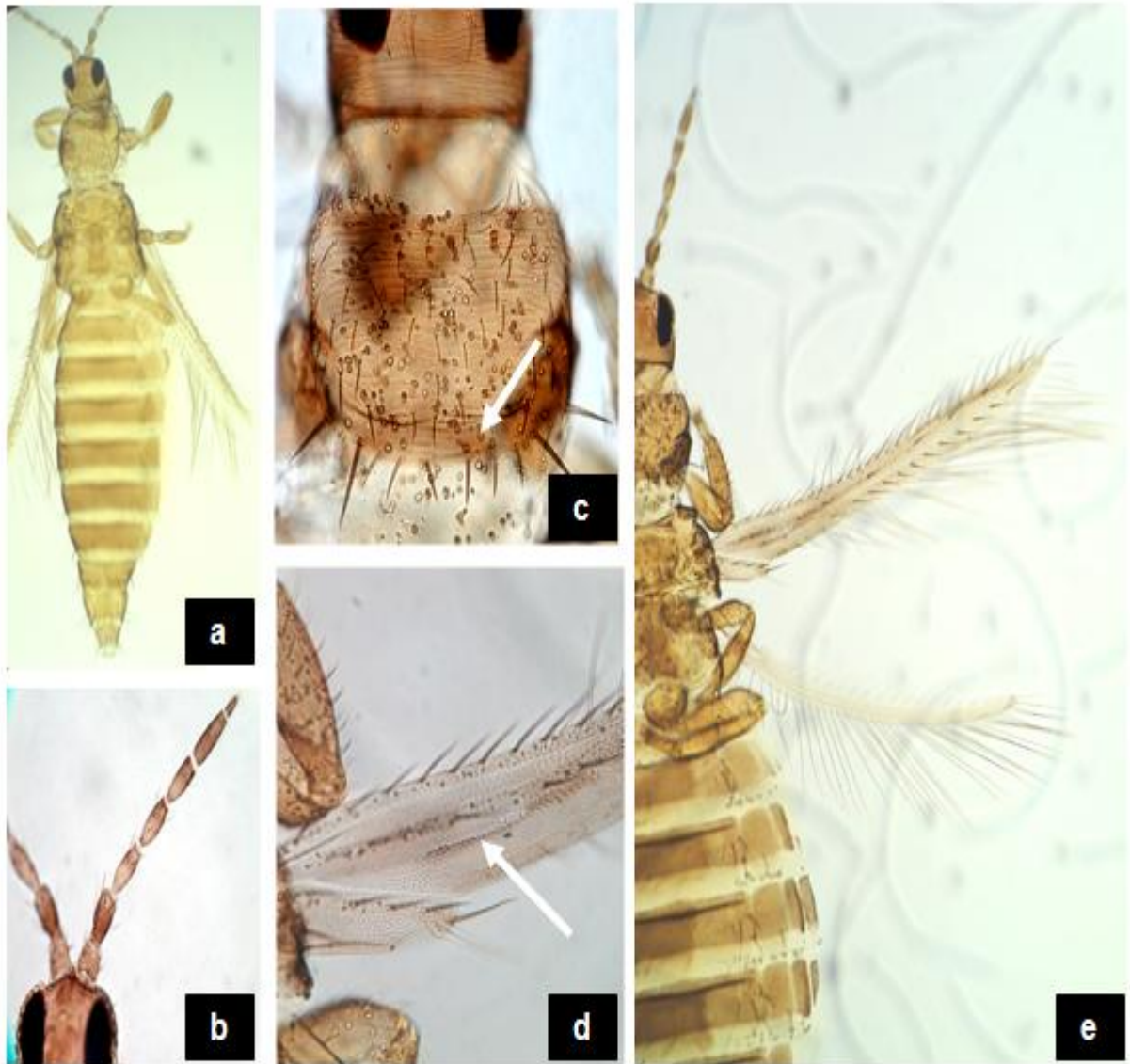


Figura 3. *Thrips tabaci* Lindeman, identificación de individuos colectados en hojas de cebolla cultivada en Atlacholoaya, Morelos. (a) vista dorsal, (b) 7 segmentos antenales, (c) línea de setas en el margen posterior del pronoto, (d) base del ala anterior sin hilera continua central de espinas y (e) alas anterior y posterior sin venas y flecadas con pelos muy largos.

### **Análisis y detección de virus en las muestras**

Los resultados obtenidos en la prueba DAS-ELISA en trips realizados en enero y febrero del 2010 fueron positivos al *Iris yellow spot virus* y negativas para el *Onion yellow dwarf virus*, *Leek yellow stripe virus* y *Garlic common latent virus*. Con base en los resultados obtenidos se descartó la presencia de virus diferentes al IYSV en los trips colectados (ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Virus detectados en trips por medio de la prueba serológica DAS-ELISA colectados en enero y febrero 2010 en una parcela sembrada con 21 materiales de cebolla (*Allium cepa*) en Atlacholoaya, Morelos.

Fecha de colecta	OYDV	IYSV	LYSV	GarCLV
<b>Enero 2010</b>	-	+	-	-
<b>Febrero 2010</b>	-	+	-	-

(+): Presencia de virus  
(-): Ausencia de virus  
GarCLV: *Garlic common latent virus*

OYDV: *Onion yellow dwarf virus*  
IYSV: *Iris yellow spot virus*  
LYSV: *Leek yellow stripe virus*

## DISCUSIÓN

En el experimento realizado fueron evidentes los daños por ataque de trips así como su efecto en el hospedero. Las plantas que han sido atacadas por los trípidos presentan raspaduras en el punto de crecimiento y a lo largo de la hoja de color blancas a plateadas (Cabrera, 1999b; Chaput and Schooley, 1998). Bajo un ataque severo de trípidos en cebolla, las hojas comienzan a enrizarse, enroscarse y el crecimiento se detiene provocando la muerte de la planta y la pérdida del bulbo (Medina, 1961).

Los principales trips reportados en cebolla son *Thrips tabaci* L. y diversas especies del género *Frankliniella*, los cuales ocasionan daños hasta en el 100% de las plantas (Shelton *et al.*, 2006). En el presente estudio sólo se encontró a *Thrips tabaci* L. misma que se considera como la especie más importante en este cultivo a nivel mundial (Kannan and Mohamed, 2001; Kisha, 1977; Lewis, 1997; MacIntyre *et al.*, 2005; Shelton *et al.*, 2006), pudiendo llegar a causar infestaciones del 100% y pérdidas de hasta un 57% de la producción (Kannan and Mohamed, 2001).

Morfológicamente en las preparaciones observadas, se encontraron individuos con alas sin venas y flecadas con pelos muy largos, antenas de siete segmentos y una línea de setas o pelos en el margen posterior del pronoto, lo que concuerda con lo citado por Delahaut (2001) y Medina (1961) como características distintivas de la especie *Thrips tabaci* L.

No se encontraron ejemplares pertenecientes a otra especie o género a pesar de que en la zona se siembra jitomate o tomate de cáscara en los cuales se tiene la una presencia abundante de *Frankliniella occidentalis*. Gent *et al.* (2004) en estudios similares realizados mostraron que la especie predominante de trips en el cultivo de la cebolla fue *T. tabaci*.

Bandla *et al.* (1994) mencionan que la detección de virus en trips por ELISA es un buen indicador de poblaciones de individuos virulíferos. Dicha técnica es muy

significativa pues pueden detectarse y cuantificarse poblaciones vectoras, y con ello prevenir epidemias de tospovirus, lo que permitirá desarrollar estrategias de manejo y diseminación hacia plantas sanas. Cho *et al.* (1988) detectaron la presencia de *Tomato spotted wilt virus* por medio de la prueba ELISA en individuos adultos de *Frankliniella occidentalis* y *F. schultzei* alimentados como larvas en plantas infectadas.

En esta investigación, sólo se detectó al *Iris yellow spot virus* perteneciente al género *Tospovirus*. Estos virus deben ser adquiridos por larvas de trips en el segundo estadio larval en los cuales se replican por lo que los adultos son virulíferos toda su vida teniendo la capacidad de transmitirlo en plantas sanas (Ullman *et al.*, 1992; Wijkamp *et al.*, 1993). Kritzman *et al.* (2001) y Nagata *et al.* (1999a) reportan que el IYSV se transmite exclusivamente por *Thrips tabaci*.

En Israel se tuvo una amplia diseminación de IYSV asociada con grandes poblaciones de *T. tabaci*, demostrando con ello una relación positiva entre la incidencia de esta especie en cultivos de cebolla y la incidencia de plantas infectadas con IYSV (Kritzman *et al.*, 2001). De igual manera, Bulajić *et al.* (2009) señalan que en presencia de altas poblaciones de *T. tabaci* existe mayor incidencia de la enfermedad. Gent *et al.* (2004) en estudios realizados mostraron resultados similares, señalando que la proporción de vectores encontrados en campos de cebolla y ajo, infectados con el virus fue de 31 y 43%, respectivamente.

Varios estudios muestran distintos niveles de especificidad en la transmisión de tospovirus por parte de los trips. Kritzman *et al.* (2001) realizaron experimentos de transmisibilidad de IYSV en poblaciones de *T. tabaci* y de *F. occidentalis*, los cuales evidenciaron la transmisión de IYSV por *T. tabaci* y no por *F. occidentalis*. De igual manera investigaciones en Brasil revelaron que *T. tabaci* resultó ser la especie vectora más importante de IYSV en cebolla (Nagata *et al.*, 1999a). El fracaso de *F. occidentalis* para transmitir IYSV puede ser atribuido a una barrera que impide la infección de las glándulas salivales (Ullman *et al.*, 1992) pues las glándulas salivales

deben contener grandes cantidades de viriones de trips para transmitir el virus (Nagata *et al.*, 1999b).

## **CONCLUSIÓN**

La presencia de trips (*Thrips tabaci* L.) en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) está íntimamente relacionada con la incidencia de infecciones virales, al demostrarse que dicha especie es vector de IYSV (*Iris yellow spot virus*).

## LITERATURA CITADA

- Bald, J. G. and Samuel, G. 1931. Investigation on "Spotted Wilt" of tomatoes. II. Aust. Coun. Sci. Ind. Research Bull 54:2411.
- Black, L. M. 1954. Parasitological reviews: arthropod transmission of plant viruses. Exptl. Parasitol. 3:72-104
- Blanda, M. D., Westcot, D. M., Ullman, D. E., German, T. L. and Sherwood, J. L. (1994). Use of monoclonal antibody to the nonstructural protein encoded by the small RNA of the tomato spotted wilt tospovirus to identify viruliferous thrips. Phytopathology 84:1427-1431
- Brar, K. S., Sidhu, A. S., and Chadha, M. L. 1993. Screening onion varieties for resistance to *Thrips tabaci* Lind. and *Helicoverpa armigera* (Hubner). Journal of Insect Science 6:123-124.
- Bulajić, A., Djekić, I., Jović, J., Krnjajić, S., Vučurović, A., and Krstić, B. 2009. Incidence and distribution of *Iris yellow spot virus* on onion in Serbia. Plant Dis. 93:976-982.
- Cabrera, A. I. 1999b. Insectos en: Conjunto Tecnológico para la Producción de Cebolla. Publicación 156, Río Piedras, P. R. 23-24 pp.
- Carrillo, C. J. 1985. El cultivo de cebolla. Estación Experimental Lara-Barquisimeto. FONAIAP DIVULGA. N. 18. 2 pp.
- Chaput, J. and Schooley, K. 1998. Thrips on onion and cabbage. Ministry of Agriculture and Food. [http://www.search.gov.on.ca:8002/compass?viewtemplate=simple1\(nov/2009\)](http://www.search.gov.on.ca:8002/compass?viewtemplate=simple1(nov/2009))
- Cho, J. J., Mau, R. F. L., German, R. L., Hartmann, R. W. and Yudin, L. S. 1989. A multidisciplinary approach for tomato spotted wilt virus (TSWV) management in Hawaii. Plant disease 73:375-383.
- Clark, M. F. and Adams, A. N. 1977. Characteristics of the Microplate Method of Enzyme Linked Immunosorbent Assay for the Detection of Plant Viruses. Journal General of Virology 34:475-483
- Conti M., Mateo B. J. 2001. Principales virus de las plantas hortícolas. Mundi Prensa Libros. 206 p.
- Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development. Global Crop Pest. Onion Thrips. 2005 .<http://www.nysaes.cornell.edu/ent/hortVrops/English/thrips.html>

- Daughtrey, M. L., R. K. Jones, J. W. Moyer, M. E. Daub and J. R. Baker. 1997. Tospoviruses strike the greenhouse industry: INSV has become a major pathogen on flower crops. *Plant Dis.*81:1220–1230.
- Delahaut, K. A. 2001. Onion thrips. University of Wisconsin-Extension. Garden Facts. A3721-E. 2 p.
- Feliciano, M., Cabrera, I. and Rivera L. I. 2006. *Frankliniella* spp., new pest of onions in Puerto Rico. 52nd Annual Meeting of Interamerican Society for Tropical Horticulture. Isla Verde, Puerto Rico. CD-ROM (*Abstract*).
- Gent, D. H., Schwartz, H. F., and Khosla, R. 2004. Distribution and incidence of *Iris yellow spot virus* in Colorado and its relation to onion plant population and yield. *Plant Dis.* 88:446-452.
- German, T. L., D. E. Ullman y J. W. Moyer. 1992. *Tospoviruses*: diagnosis, molecular biology, phylogeny, and vector relationships. *Annual Review of Phytopathology* 30:315–348.
- Goldbach, R. and D. Peters. 1994. Possible causes of the emergence of tospovirus diseases. *Seminary of Virology* 5:113–120.
- Harris, K. F. and Maramorosch, K. 1980. *Vectors of Plant Pathogens*. Academic Press. Department of Entomology. USA, pp. 149-164.
- Johansen, R. M. and Mojica, G. A. 1997. Importancia agrícola de los thrips, pp. 11-18. *In: Manual sobre entomología y acarología aplicada del 22 al 24 de mayo.*, UPAEP, Puebla, Pue. SME-UPAEP.
- Kannan, H. O. and Mohamed M. B. 2001. The impact of irrigation frequency on population density of *Thrips tabaci* Rom (Thripidae, Thysanoptera) and yield of onion in El Rahad, Sudan. *Annals of Applied Biology* 138:129-132.
- Kendall, D. M. and Capinera, J. L. 1987. Susceptibility of onion growth stages to onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) damage and mechanical defoliation. *Environmental Entomology* 16: 859-863.
- Kisha, J. S. A. 1977. Cultural and insecticidal control of *Thrips tabaci* on onions in Sudan *Annals of Applied Biology* 86:219-228.
- Kritzman, A., Lampel, M., Raccah, B., and Gera, A. 2001. Distribution and transmission of *Iris yellow spot virus*. *Plant Dis.* 85:838-842.
- Lewis, T. 1997. *Thrips as Crop Pests*. CAB Int., New York.
- MacIntyre, A. J. K., C. D. Scott, J. H. Tolman y C. R. Harris. 2005. Evaluation of sampling methodology for determining the population dynamics of onion thrips

- (Thysanoptera: Thripidae) in Ontario onion fields. *Journal of Economic Entomology* 98(6):2272-2281.
- McKenzie, C. L., Cartwright B., Millar M. E. and Edelson J. V. 1993. Injury to onions by *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) and its role in the development of purple blotch. *Environmental Entomology* 22(6):1266-1277.
- Medina, G. S. 1961. The thysanoptera of Puerto Rico. University of Puerto Rico, Agricultural Experimental Station, Río Piedras, Puerto Rico. 159 pp.
- Moritz, G., Mound, L., Morris D. and Goldarazena A. 2004. Pest Thrips of the World: Visual and Molecular Identification of Pest Thrips. CD. Centre for Biological Information Technology.
- Mound, L. A. 2002. So many thrips-so few tospovirus In *Thrips and Tospovirus. Proceeding of the 7th International Symposium on Thysanoptera*. Australian National Insect Collection, Canberra, 15-18 pp.
- Mound, L.A and Marullo, R. 1996. The Thrips of Central and South America: An Introduction (Insecta:Thysanoptera). *Memory on Entomology International* 6:487.
- Mound, L. A. and Kibby, G. 1998. *Thysanoptera an Identification Guide*. Second Edition. CAB International. 67p
- Murai, T. 2000. Effect of temperature on development and reproduction of onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), on pollen and honey solution. *Applied Entomology and Zoology* 35: 499-504.
- Murai, T. and Toda, S. 2002. Variation of *Thrips tabaci* in colour and size. *Thrips and Tospovirus: Proceeding of the 7th International Symposium on Thysanoptera*. 77-378 pp.
- Nagata, T., Almedia, A. L., de Resende, R. and de Avila, C. 1999a. The identification of the vector species of iris yellow spot tospovirus occurring in onion in Brazil. *Plant Dis.* 83:399.
- Nagata, T., Inoue-Nagata, A. K., Smid, H. M., Goldbach, R., and Peters, D. 1999b. Tissue tropism affecting vector competence of *Frankliniella occidentalis* for tomato spotted wilt tospovirus. *Journal General of Virology* 80:507-515.
- OEPP/EPPO. 1998. Data sheets on quarantine organisms No. 177, *Frankliniella occidentalis*. *Bulletin OEPP/EPPO* (19): 725-731.
- OEPP/EPPO. 2002. Diagnostic protocols for regulated pests: *Frankliniella occidentales*. *Bulletin OEPP/EPPO* (32):281-292.



- OEPP/EPPO. 2003-2005. Distribution maps of quarantine pests for Europa: *Frankliniella occidentalis*. 3 pp.
- Palmer, J. M., Mound, L. A. and Heaume, G. J. 1989. CIE Guide to insects of importance to man. 2. Thysanoptera. CAB Internacional, Wallingford; UK
- Parrella, M. P. 1995a. IPM – Approaches and prospects. In: Parker, B. L., Skinner, M. and Lewis, T. (eds) *Thrips Biology and Management*. Plenum Press, New York, pp. 357-364.
- Parrella, M. P. 1995b. Thrips management guide, Part II: proper identification. *Grower Talks* 59:82-94
- Parrella, M. P. 1995c. Thrips management guide, Part I: prevention and control. *Grower Talks* 58:30-38
- Rösingh, C. 1980. Untersuchungen über die Resistenz der Kichererbse, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., gegen *Megalurothrips sjostedti* (Trybom) (Thysanoptera, Thripidae). Hochschulsammlung Naturwissenschaft: Biologie, Band 9. Hochschulverlag, Freiburg, Germany.
- Sakimura, K. 1962. The present status of thrips-borne viruses. In: Maramorosch, K. (ed.) *Biological Transmission of Disease Agents*. Academic Press, New York, pp. 33-40.
- Shelton, A. M., J. Z. Zhao, B. A. Nault, J. Plate, F. R. Musser y E. Larentzaki. 2006. Patterns of insecticide resistance in onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) in onion fields in New York. *Environmental Entomology* 99(5):1798-1804.
- Sutula, C. L., Guillet, J. M., Morrisey, S. M. and Ramsdell, D. C. 1986. Interpreting ELISA data and Establishing the Positive-Negative Threshold. *Plant Dis.* 70:722-726.
- Ullman, D. E., Cho, J. J., Mau, R. F. L., Westcot, D. M., and Custer, D. M. 1992. A mid gut barrier to tomato spotted wilt virus acquisition by adult western flower thrips. *Phytopathology* 82:1333-1342.
- Ullman, D. E., Meideros, R., Campbell, L. R., Whitfield, A. E., Sherwood, J. L., and German, T. L. 2002. Thrips as vectors of tospoviruses. *Advances in Botanical Research* 36:113-140.
- Verma, S. K. 1966. Studies on the host preference of the onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman to the varieties of onion. *Indian Journal of Entomology* 28:396-398.

- Vierbergen, G. y W. P. Mantel. 1991. Contribution to the knowledge of *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae). Entomologische Berichten (Amsterdam) 51:7–12.
- Wijkamp, I., Van Lent, J., Kormelink, R., Goldbach, R., and Peters, D. 1993. Multiplication of tomato spotted wilt virus in its insect vector, *Frankliniella occidentalis*. Journal General of Virology 74:341-349.
- Wijkamp, I., Almarza, N., Goldbach, R., and Peters, D. 1995. Distinct levels of specificity in thrips transmission of tospoviruses. Phytopathology 85:1069-1074.
- Whitfield, A. E., Ullman, D. E., and German, T. L. 2005. Tospovirus-thrips interactions. Annual Review of Phytopathology 43:459-489.

## CAPÍTULO 3

### VIRUS ASOCIADOS A CEBOLLA (*Allium cepa* L.) Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO EN ATLACHOLOAYA, MORELOS

#### RESUMEN

Los objetivos del presente estudio fueron: conocer los virus asociados a cebolla (*Allium cepa* L.) y el efecto de estos en el rendimiento en Atlacholoaya, Morelos. Se realizó la prueba DAS-ELISA modalidad fosfatasa alcalina para detectar los virus presentes en tejido foliar de 21 variedades de cebolla. En 20 variedades, a excepción de la variedad “Cirrus”, se detectó al IYSV. No se encontró asociación entre el número de virus presentes con la disminución del peso de bulbos, variedades como “Magia Blanca F1” mostraron mayor rendimiento que “Rosali F1” aun cuando en la primera se detectaron los cuatro virus en estudio mientras que en la segunda solamente dos (IYSV y LYSV). Los rendimientos más altos se registraron en las variedades “Blanca Morelos”, “Doña Blanca F1”, “Línea INIFAP 19” y “Chona” mismas en las que se detectó al IYSV. En la zona de estudio se reporta por primera vez la presencia de OYDV, LYSV y GarCLV en cebolla.

**Palabras clave:** *Iris yellow spot virus, Onion yellow dwarf virus, Leek yellow stripe virus, Garlic common latent virus.*

#### ABSTRACT

The objectives of this study were to know the viruses associated to onion (*Allium cepa* L.) and the effect on yield in Atlacholoaya, Morelos. They were tested by DAS-ELISA method (alkaline phosphatase) to detect viruses in leaf tissue of 21 varieties of onion. In 20 varieties, with the exception of the variety ‘Cirrus’ IYSV was detected. No association was found between the number of viruses with decreased weight of bulbs, varieties such as ‘Magia Blanca F1’ showed better yield than ‘Rosali F1’ even though in the first the four viruses studied were detected while in the second only two (IYSV and LYSV). The highest yields were recorded in the varieties ‘Blanca Morelos’, ‘Doña Blanca F1’, ‘Línea INIFAP 19’ and ‘Chona’. IYSV was detected in them. In the study area is reported for the first time the presence of OYDV, LYSV and GarCLV in onion.

**Key words:** *Iris yellow spot virus, Onion yellow dwarf virus, Leek yellow stripe virus, Garlic common latent virus.*

## INTRODUCCIÓN

Cada año la incidencia de enfermedades, sobre todo de tipo viral, en el cultivo de la cebolla aumenta de manera significativa. Los síntomas de moteado amarillo o la aparición de bandas en las hojas, distorsión de los brotes y las reducciones en rendimiento causadas por infecciones virales son muy comunes en plantas del género *Allium* (Agrios, 2005). Los potyvirus causantes del enanismo amarillo de la cebolla (*Onion yellow dwarf virus*: OYDV) y del rayado amarillo del puerro (*Leek yellow stripe virus*: LYSV), así como varias especies de allexivirus (GarV-A, B, C, D y X) son los patógenos virales más extendidos en los cultivos del género *Allium* a nivel mundial (Cafrune *et al.*, 2006). El sistema de propagación vegetativa lleva a la acumulación de virus en las plantas de *Allium*, permitiendo su diseminación e induciendo pérdidas del rendimiento (Davis, 1995).

Después de la infección, los procesos de replicación celular en la planta se desvían hacia la multiplicación del virus. A veces, esto da como resultado la interrupción de los síntomas evidentes en la planta huésped originando la presencia de plantas asintomáticas. Los virus que afectan al género *Allium* son transmitidos principalmente por vectores lo cual hace más complejo su manejo. Asimismo, la propagación vegetativa de cebolla, ajo y chalotes infectados severamente por una mezcla de virus, origina una gran especificidad genética ya que por ejemplo, la cepa de OYDV en ajo no puede infectar a la cebolla y viceversa (van Dijk, 1994).

La mayoría de las infecciones por virus en aliáceas son asintomáticas y no causan alteraciones obvias, sin embargo, el *Onion yellow dwarf* (OYDV), *Iris yellow spot virus* (IYSV) y *Leek yellow stripe virus* (LYSV) causan enfermedades graves. Los virus OYDV y LYSV de la familia *Potyviridae* son los más comunes y probablemente los más dañinos al follaje de *Allium* y por consiguiente los que más afectan el rendimiento y la calidad de los bulbos en el mundo (Dovas *et al.*, 2001). Messiaen *et al.*, (1981) reportaron en Francia reducciones del rendimiento de ajo por efecto de las infecciones virales del 25 al 50% dependiendo del cultivar sembrado. Perotto *et*

*al.* (2005a), evaluaron el efecto del complejo viral del ajo sobre el número y peso de bulbillos, peso y calibre de los bulbos, en ajo sano y enfermo de los cultivares Blanco IFFIVE y Morado-INTA, detectando que los virus causaron efectos deletéreos. En el cultivar Blanco IFFIVE el peso se redujo entre 57 al 61% y el número de bulbillos de 20 al 48%; sin embargo, en el cultivar Morado-INTA la disminución fue menor, el peso se redujo entre 0 al 36% y el número de bulbillos de 9 al 33%.

Cultivos infectados con la mezcla de virus OYDV y LYSV causan síntomas más severos y pérdida de rendimiento. La pérdida de rendimiento va de 60-90% cuando ocurre la infección simultánea de ambos (Lot *et al.*, 1998).

OYDV ha sido considerado como el virus más importante por los daños que ocasiona (Shukla *et al.*, 1994). Esta hipótesis ha sido recientemente corroborada por Lot *et al.* (1998), quienes encontraron que OYDV causa una mayor pérdida de rendimiento que la ocasionada por el ataque de LYSV.

El OYDV se encuentra ampliamente distribuido en las zonas productoras de cebolla del mundo (Brewster, 2008). Se han detectado niveles de infección del 52% en plantas provenientes de Europa y del 86% de Asia. Al parecer, la enfermedad se extendió rápidamente a partir de Bélgica (Verhoyen, 1973). El OYDV causa rayas de color amarillo o amarillamiento completo de la lámina foliar, las hojas infectadas se doblan y pueden llegar a tocar el suelo, los bulbos de las plantas infectadas son más pequeños y tienen un período de vida más corto que el de bulbos saludables, lo cual se traduce en pérdidas de hasta el 60%. La infección por este virus también reduce el rendimiento de los cultivos destinados para la producción de semilla. En la Argentina, el OYDV fue reportado en cebolla y ajo. Actualmente es poco frecuente en cebolla, pero en ajo está muy difundido, infectando todas las áreas productoras del país en porcentajes que varían entre el 33 y 100%. En ajo Rosado Paraguayo, en dos años de ensayos en campo se detectó que los bulbos producidos por las plantas infectadas con la mezcla de virus son 43-53% menos pesados que aquellos provenientes de plantas libres de virus; por otra parte, la infección individual de

OYDV produce una disminución en el peso del bulbo de 24-39%. Además, pudo comprobarse una correlación entre la concentración de virus y producción, ya que se comprobó que en las plantas donde se detectó la mayor concentración de virus, el peso y perímetro de los bulbos fue menor. Las plantas libres de virus produjeron altos porcentajes de bulbos grandes (82%) y pocos bulbos pequeños (menos del 7%). Por el contrario, las plantas infectadas con el complejo viral produjeron en su mayoría bulbos pequeños (63%) y no más del 11% de bulbos grandes, así como disminución del rendimiento entre 58 y 68% en el peso de los bulbos y entre 24 y 31% en el perímetro (Cafrune *et al.*, 2006).

En Francia, Lot *et al.*, (1998) compararon los rendimientos de ajo libre de los virus OYDV y LYSV contra material de propagación comercial, y observaron que la infección simultánea de ambos virus causa reducciones significativas en peso y desarrollo del bulbo, estimando una pérdida de aproximadamente un 50%. En Checoslovaquia, las plantas de ajo infectadas por virus pueden reducir más del 45% el número de bulbillos por bulbo, comparado con plantas sanas (Havranek, 1974). En Argentina, las plantas de ajo infectadas por el LYSV producen bulbillos con baja germinación, además reduce la altura y el número de hojas de las plantas, lo cual se traduce en reducción del rendimiento (Lunello *et al.*, 1999).

Infecciones por LYSV hace que las hojas se tornen de color amarillo. Pueden ocurrir pérdidas de rendimiento de hasta 54%, y las plantas infectadas reducen resistencia a las heladas además de que su vida de anaquel es más corta (Brewster, 2008)

En 1991 se describió en Estados Unidos una nueva enfermedad en cebolla (Hall *et al.*, 1993) que más tarde se diagnosticó como un aislado del *Iris yellow spot virus* (IYSV). El IYSV era el causante de una enfermedad potencialmente devastadora y de amplia distribución en este cultivo en la zona oeste de Estados Unidos (Gent *et al.*, 2004). Actualmente se considera endémico en Colorado, Washington, Idaho, Oregon, Utah, California, Arizona, Nevada y Nuevo México (EPPO, 2004).

Posteriormente, en 1997 se reportaron incidencias de plantas de cebolla con síntomas de virosis entre el 50-60% con importantes pérdidas en la producción de bulbos, siendo diagnosticado el agente causal como IYSV en Israel (Gera *et al.*, 1998). En Brasil se describió una enfermedad en este cultivo con el nombre de "sapecá", que provocaba una disminución de la producción de bulbos y semillas, pudiendo alcanzar una incidencia del 100% sin que se determinase al agente causal (Pozzer *et al.*, 1994). Más tarde se demostró que esta enfermedad era causada por el IYSV (Pozzer *et al.*, 1999). Estudios recientes revelan que su incidencia a menudo alcanza porcentajes de 50 ó 60%, produciendo elevadas pérdidas de producción de bulbos (Kritzman *et al.*, 2001a). En el cultivo de la cebolla la enfermedad está asociada a una reducción general del tamaño del bulbo (Gent *et al.*, 2004). Según Ockey and Thomson (1994), plantas de cebolla infectadas son capaces de producir bulbos de buena calidad en algunos casos, aspecto aparentemente contradictorio con lo expuesto anteriormente; estos autores, sin embargo, indican que la infección hace tremendamente susceptibles a las plantas a condiciones adversas como sequía, exceso de riego y temperaturas muy altas; bajo esas situaciones desfavorables las porciones aéreas de las plantas mueren y se paraliza el engorde de los bulbos.

El GarCLV es el segundo carlavirus en importancia que infecta plantas del género *Allium* y está ampliamente distribuido en Europa y muchos países asiáticos y americanos (Smith, 1992). Es común encontrar en el género *Allium* la presencia de uno o más virus, lo que dificulta la identificación. Sin embargo, en la década de 1970 el OYDV, LYSV y SLV fueron considerados como virus diferentes, gracias a la preparación de antisueros que reaccionaron específicamente con las proteínas de la cubierta de los virus purificados. Estos antisueros hicieron posible el uso de ELISA y microscopía electrónica inmunoabsorbente (ISEM) para identificar y distinguir estos virus (Walkey, 1990).

En Francia, una larga serie de investigaciones se han dirigido a la superación del problema de mosaico del ajo. Observaciones sistemáticas de los cultivares

tradicionales establecidos en campo en varias regiones revelaron que algunas plantas eran asintomáticas o mostraban síntomas muy leves. La selección de plantas con dichas características dieron como resultado el desarrollo de variedades libres de virus por ejemplo, el cultivar llamado 'Thermidrome' y 'Fructidor' (Messiaen *et al.*, 1993).

Un ejemplo interesante de la resistencia durable a una plaga o enfermedad es proporcionado por la de cebolla a *Thrips tabaci*, el trips de cebolla, probablemente la plaga más grave de la cosecha en todo el mundo. La resistencia se debe a un menor ángulo de divergencia de las hojas y a que las vainas de las hojas jóvenes son más alargadas. Los trips normalmente proliferan y se refugian en las grietas de las hojas más jóvenes, por lo que esta adaptación morfológica le quita a estos insectos la oportunidad de encontrar su hábitat cotidiano. Otro de los cambios externos relacionados con la resistencia a trips es la falta de cera en la parte exterior de la hoja. Sin embargo, esta característica ha causado una mayor susceptibilidad a mildiu y a la mancha púrpura. Esto pone de manifiesto un problema general del desarrollo de resistencia a plagas en los cultivos ya que cuando se logran ciertas características que confieren resistencia a determinada plaga, estas mismas propiedades pueden aumentar la susceptibilidad a otras (Brewster, 2008).

Debido a la importancia económica que representa la presencia de enfermedades virales en la producción de cebolla en el estado de Morelos así como su correcta identificación para posteriormente proponer un manejo adecuado del problema, se propuso el siguiente trabajo con los siguientes objetivos:

- 1) Conocer los virus asociados al cultivo de cebolla en el estado de Morelos.
- 2) Observar el efecto de éstos en el rendimiento de cebolla.

Con la hipótesis que se enuncia a continuación: "la infección de un virus o complejo viral en el cultivo de cebolla (*A. cepa*) disminuye el rendimiento".



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del área de estudio

El trabajo se realizó en un lote comercial sembrado con 21 materiales de cebolla ubicado en la localidad de Atlacholoaya, municipio de Xochitepec, estado de Morelos a  $18^{\circ} 74'$  latitud norte y  $99^{\circ} 22'$  longitud oeste, a una altitud de 1090 msnm (Figura 4).

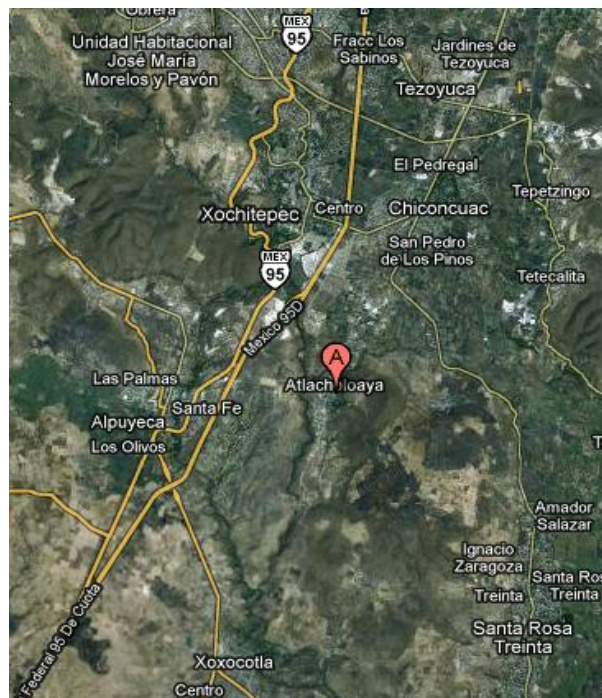


Figura 4. Mapa de localización del municipio Atlacholoaya, Morelos<sup>1</sup>

### Establecimiento del cultivo

**Preparación de almácigos.** Se sembraron dos semillas por cavidad de 21 materiales de cebolla para conocer su resistencia a virosis (Cuadro 2). Se utilizaron charolas de unicel de 200 cavidades lavadas con cloro al 2 % durante 5 min. Se

<sup>1</sup><http://www.google.com/mapmaker?ll=18.74,-99.240189&spn=atlacholoaya+morelos&hl=es&source=maps-top>

empleó peat moss como sustrato y las charolas se mantuvieron en cámaras bioclimáticas con temperatura controlada de 25/23 °C día/noche. Una vez que emergieron las plántulas (8 días después de la siembra) se realizaron riegos diarios durante 25 días con solución Steiner al 50%.

Cuadro 2. Materiales de cebolla (*Allium cepa* L.) sembrados en Atlacholoaya, Morelos, 2009.

Variedades
1. <b>Crown Blanca F1</b>
2. <b>Sor Blanca F1</b>
3. <b>Magia Blanca F1</b>
4. <b>Rosalí F1</b>
5. <b>HA3007 F1</b>
6. <b>Doña Blanca F1</b>
7. <b>881 F1</b>
8. <b>Red coach F1</b>
9. <b>Nube</b>
10. <b>Cal 214</b>
11. <b>Santa María Experimental</b>
12. <b>Copándaro</b>
13. <b>Línea INIFAP 19</b>
14. <b>Chona</b>
15. <b>Blanca Morelos</b>
16. <b>Matahari F1</b>
17. <b>Hija de Suprema</b>
18. <b>Waster</b>
19. <b>Koral</b>
20. <b>Cirrus</b>
21. <b>Sakata</b>

**Trasplante.** A los 30 días después de la emergencia, se realizó el trasplante directamente al suelo. La distancia entre plantas fue de 10 cm y entre surcos de 45 cm. El experimento se estableció en un diseño en bloques completos al azar con 4 repeticiones, siendo la parcela útil de 1m<sup>2</sup> con un total de 20 plantas por material.

**Manejo del cultivo.** En la parcela experimental se realizaron las prácticas culturales que hace el productor de manera regular.

**Muestreo.** Se realizó un único muestreo, al momento de la cosecha en febrero de 2010. En la parcela sembrada se tomaron muestras al azar de hojas con síntomas putativos a virus. Las hojas fueron colocadas en bolsas de plástico de manera individual y transportadas en una hielera al laboratorio de virus fitopatógenos del Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo.

**Peso de bulbos y altura promedio de la planta.** En este caso se arrancaron las plantas de la parcela útil, se desechó el follaje y la raíz y se pesaron únicamente los bulbos con la finalidad de obtener los kilogramos de éstos por metro cuadrado de cada material. Asimismo, antes de cortar el follaje de las 20 plantas de cada parcela útil se midió la altura de la planta con una cinta métrica de cada uno de los 21 materiales de cebolla.

**Incidencia.** La incidencia de la enfermedad fue calculada considerando el número de plantas con los síntomas atribuibles a virosis antes descritos con respecto del número total de plantas para cada bloque experimental, para luego derivar la proporción de plantas enfermas por bloque.

### **Análisis y detección de virus en las muestras**

Con el propósito de conocer los virus presentes en las muestras colectadas, se realizó la prueba de ELISA variante de doble anticuerpo (DAS-ELISA) para fosfatasa alcalina (Clark y Adams, 1997; Cho *et al.*, 1988). Se emplearon antisueros, positivos y negativos adquiridos en Agdia Inc. ©, para los cuatro virus más frecuentemente reportados en cebolla: OYSV (*Onion yellow dwarf virus*), GarCLV (*Garlic common latent virus*), IYSV (*Iris yellow spot virus*) y LYSV (*Leek yellow stripe virus*). Los valores de absorbancia de cada muestra se obtuvieron en un fotolorímetro automático, a una longitud de onda de 405 nm. La reacción se

consideró positiva cuando la lectura fue mayor al valor promedio de los controles negativos más dos veces la desviación estándar (Sutula *et al.*, 1986).

Los datos de peso de bulbo y altura de planta se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y posterior separación de medias con la pruebas de DMS ( $\alpha=0.05$ ), mediante el programa computacional SAS para Windows ver. 6.12 (SAS Institute, 1997).

## RESULTADOS

### Muestreo

En Febrero de 2010 se colectaron hojas de plantas de cebolla de 21 variedades (Cuadro 3) que presentaban síntomas asociados a virosis como amarillamiento y lesiones cloróticas irregulares o en forma de huso con el centro marrón (Figura 5).



Figura 5. Hojas de plantas de cebolla con síntomas atribuibles a virosis consistentes en: (a) amarillamiento y (b) lesiones alargadas con el centro marrón claro.

### Peso de bulbos y altura de planta

Los resultados obtenidos muestran que las variedades que presentaron un mejor rendimiento fueron “Blanca Morelos”, “Doña Blanca F1”, “Línea INIFAP 19” y “Chona” con un peso promedio de 7.3, 7.2, 7.1 y 7.0 kg/m<sup>2</sup>, respectivamente; los pesos más bajos se obtuvieron en la variedad “Rosalí F1” (1.66 kg/m<sup>2</sup>) y “Copándaro” (1.716 kg/m<sup>2</sup>) (Figura 6 y ver Cuadro 3).

También se evidenció que variedades como “Crown Blanca F1” y “Cirrus” presentan rendimientos altos que oscilan entre los 6 y 7 kg/m<sup>2</sup> muy cercanos a los de las variedades con los mejores resultados.

Cuadro 3. Peso promedio de bulbos, altura de planta e incidencia de plantas con síntomas putativos a virus de 21 materiales de cebolla (*Allium cepa* L.) obtenidos en una parcela sembrada a cielo abierto en Atlacholoaya, Morelos.

<b>MATERIAL</b>	<b>Rendimiento (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Altura planta (cm)</b>	<b>Incidencia (%)</b>
<b>Crown Blanca F1</b>	6.7 ab <sup>1</sup>	80.6	50
<b>Sor Blanca F1</b>	4.6 efg	66.4	55
<b>Magia Blanca F1</b>	3.1 ij	91.2	60
<b>Rosalí F1</b>	1.6 k	73.5	95
<b>HA 3007 F1</b>	5.5 cd	69.1	85
<b>Doña Blanca F1</b>	7.2 a	70.6	65
<b>881 F1</b>	5.0 defg	68.8	70
<b>Red Coach F1</b>	4.4 gh	75.7	55
<b>Nube</b>	5.1 def	83.6	75
<b>Cal. 214</b>	5.0 defg	76.3	70
<b>Sta. María Experimental</b>	3.4 ij	79.7	60
<b>Copándaro</b>	1.7 k	78.6	90
<b>Línea INIFAP 19</b>	7.1 a	71.2	65
<b>Chona</b>	7.0 a	77.0	65
<b>Blanca Morelos</b>	7.3 a	71.2	80
<b>Matahari F1</b>	4.5 fgh	68.9	70
<b>Hija de Suprema</b>	5.3 cde	73.2	55
<b>Waster</b>	2.8 j	87.3	65
<b>Koral</b>	3.0 j	73.1	90
<b>Cirrus</b>	6.0 bc	83.9	65
<b>Sakata</b>	3.8 hi	69.5	80

<sup>1</sup>Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS  $\alpha=0.05$ )

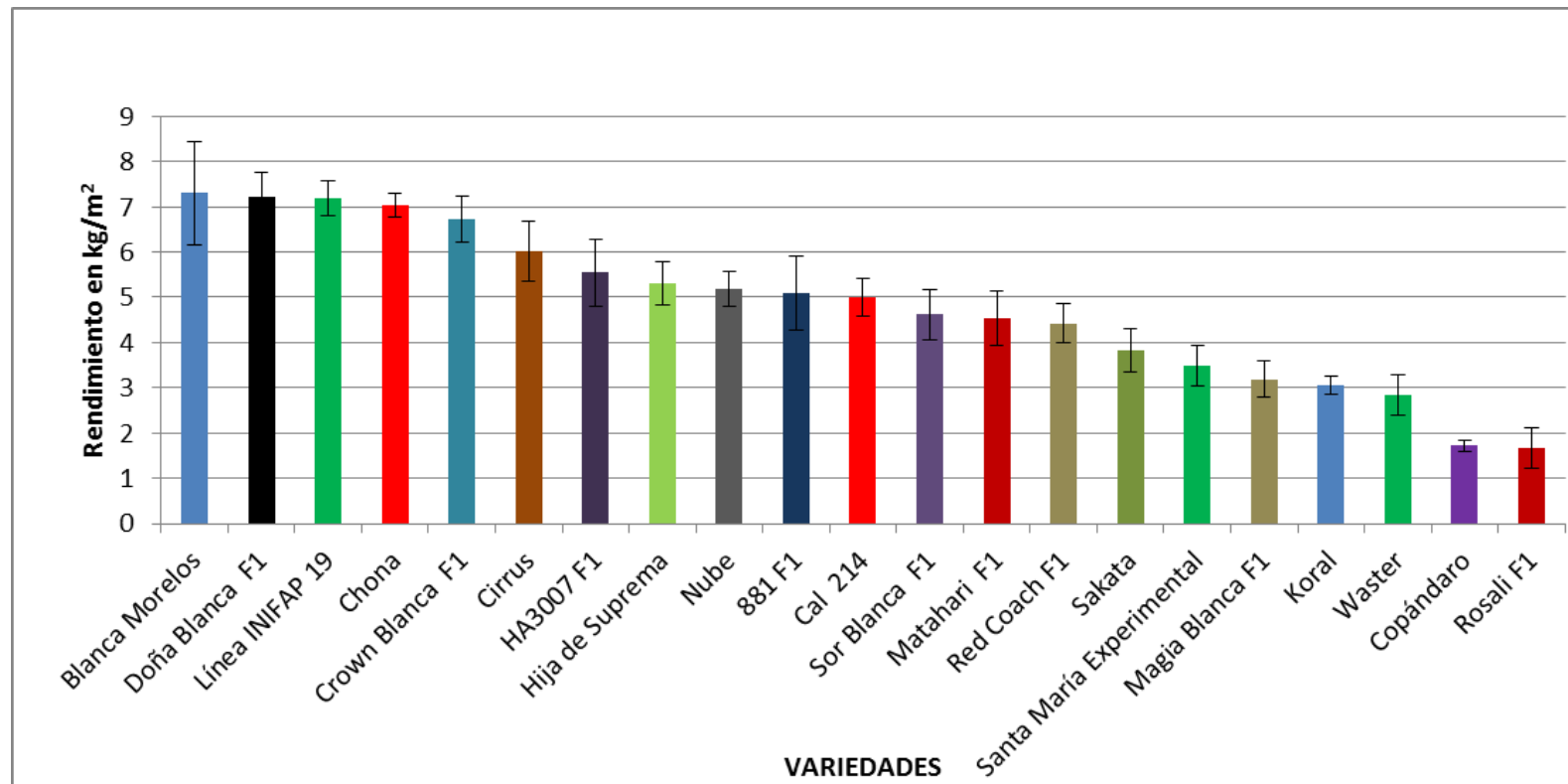


Figura 6. Peso promedio de bulbos ( $\text{kg/m}^2$ ) de 21 variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) en parcela sembrada a cielo abierto en Atlacholoaya, Morelos (<sup>1</sup>Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS  $\alpha=0.05$ ).

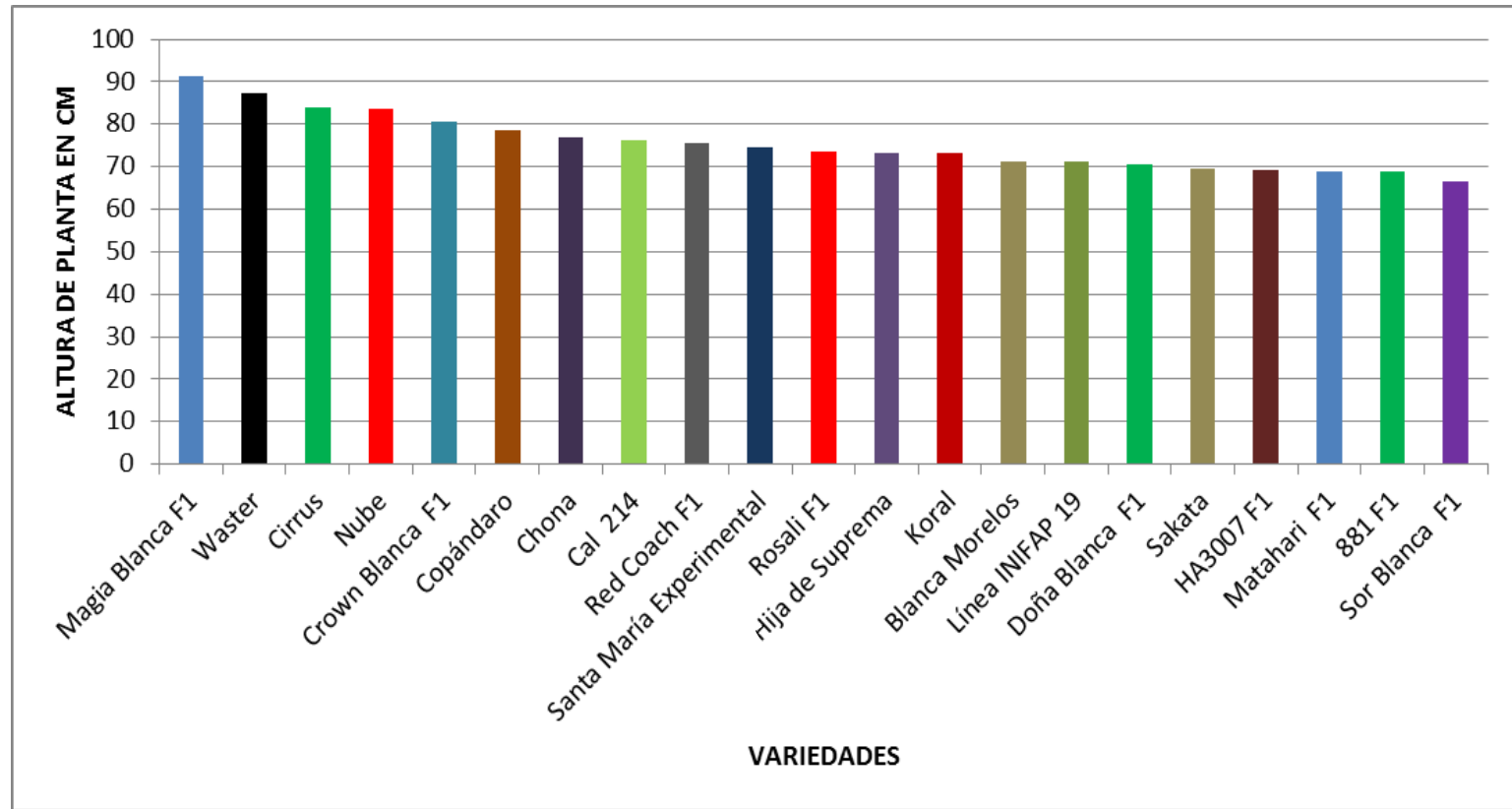


Figura 7. Altura de planta (cm) de 21 variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) en parcela sembrada a cielo abierto en Atlacholoaya, Morelos. (<sup>1</sup>Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS  $\alpha=0.05$ ).



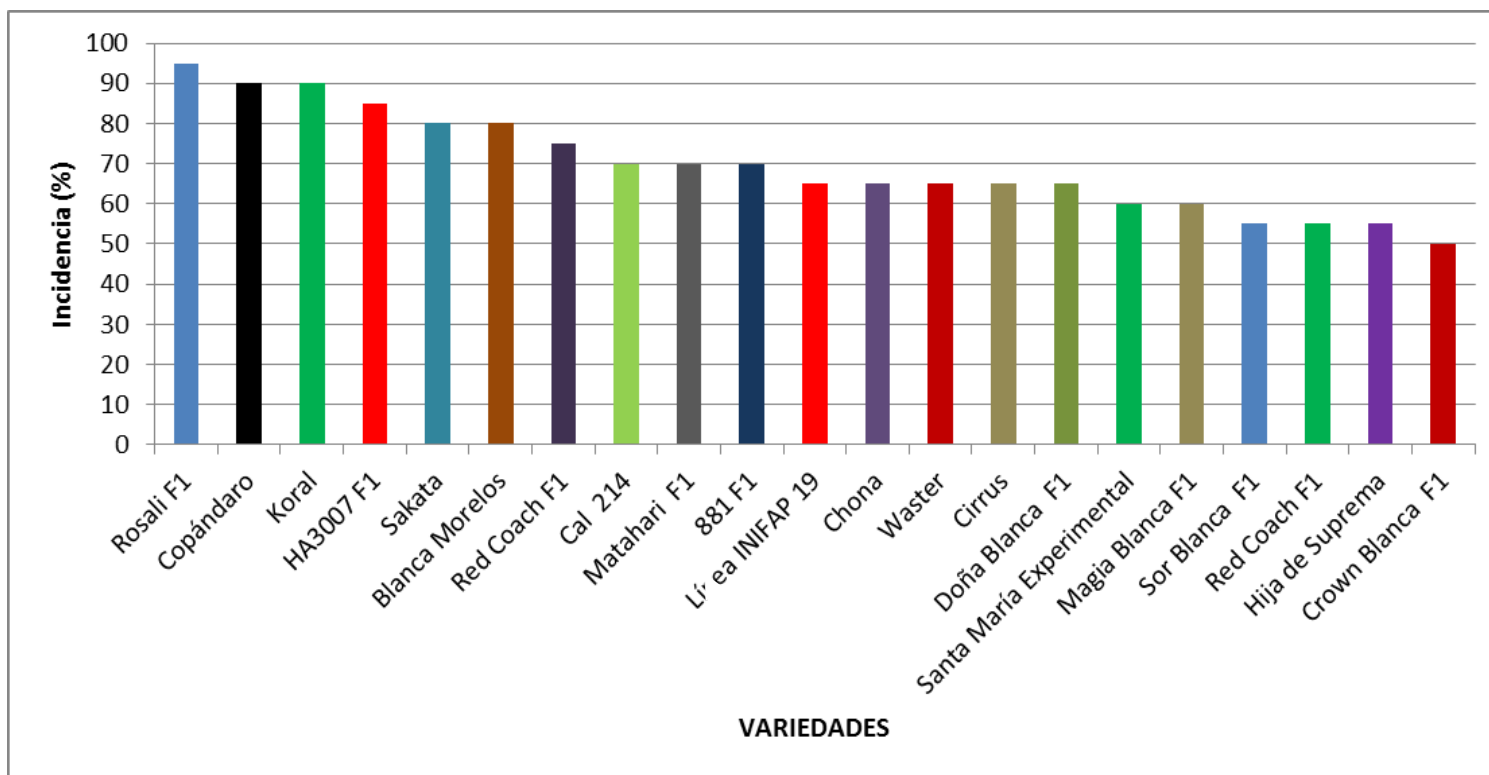


Figura 8. Porcentaje de incidencia de plantas con síntomas de virosis en 21 variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) de parcela sembrada a cielo abierto en Atlacholoaya, Morelos.

Con respecto a la altura de las plantas (Figura 7), la variedad “Magia Blanca F1” presentó el mayor valor, alcanzando 91.2 cm seguida de la variedad “Waster” y “Cirrus”. La altura más baja la tuvo la variedad “Sor Blanca F1” (66.4 cm). No se observó relación alguna entre altura de planta (cm) y peso de bulbo (kg/m<sup>2</sup>).

### **Incidencia**

Las variedades “Copándaro” y “Koral” presentaron una incidencia de plantas con síntomas putativos a virus de 95% y 90%, respectivamente, mientras que “Crown Blanca F1” y “Red Coach F1” tuvieron los valores más bajos (Figura 8). Las variedades con mayor porcentaje de incidencia también tuvieron los rendimientos más bajos. Fue evidente que en el caso de la variedad “Blanca Morelos” se presentó una incidencia considerablemente alta pero a pesar de ello se obtuvo uno de los rendimientos más altos con respecto al resto.

### **Análisis y detección de virus en las muestras**

Los resultados obtenidos en la prueba DAS-ELISA (Cuadro 4) muestran que, a excepción de la variedad “Cirrus”, el resto fueron positivas al IYSV (*Iris yellow spot virus*). Para el caso de OYDV (*Onion yellow dwarf virus*), resultaron positivas las variedades “Magia Blanca F1”, “Hija de Suprema”, “Koral” y “Cirrus”.

Las variedades “Crown Blanca F1”, “Sor Blanca F1”, “Magia Blanca F1”, “Rosalí F1”, “HA3007 F1”, “Red Coach F1”, “Nube”, “Waster” y “Koral” resultaron positivas a LYSV (*Leek yellow stripe virus*). Con respecto a GarCLV (*Garlic common latent virus*), fue encontrada su presencia en las variedades “Sor Blanca F1”, “Magia Blanca F1” y “HA3007 F1”.

Cuadro 4. Virus detectados por medio de la prueba serológica DAS-ELISA de muestras colectadas en febrero de 2010 en una parcela sembrada con 21 materiales de cebolla (*Allium cepa* L.) en Atlacholoaya, Morelos.

<b>VARIEDAD</b>	<b>OYDV</b>	<b>IYSV</b>	<b>GarCLV</b>	<b>LYSV</b>
<b>Crown Blanca F1</b>	-	+	-	+
<b>Sor Blanca F1</b>	-	+	+	+
<b>Magia Blanca F1</b>	+	+	+	+
<b>Rosalí F1</b>	-	+	-	+
<b>HA 3007 F1</b>	-	+	+	+
<b>Doña Blanca F1</b>	-	+	-	-
<b>881 F1</b>	-	+	-	-
<b>Red Coach F1</b>	-	+	-	+
<b>Nube</b>	-	+	-	+
<b>Cal. 214</b>	-	+	-	-
<b>Sta. María</b>	-	+	-	-
<b>Experimental</b>				
<b>Copándaro</b>	-	+	-	-
<b>Línea INIFAP 19</b>	-	+	-	-
<b>Chona</b>	-	+	-	-
<b>Blanca Morelos</b>	-	+	-	-
<b>Matahari F1</b>	-	+	-	-
<b>Hija de Suprema</b>	+	+	-	-
<b>Waster</b>	-	+	-	+
<b>Koral</b>	+	+	-	+
<b>Cirrus</b>	+	-	-	-
<b>Sakata</b>	-	+	-	-

(+): Presencia de virus

(-): Ausencia de virus

GarCLV: *Garlic common latent virus*

OYDV: *Onion yellow dwarf virus*

IYSV: *Iris yellow spot virus*

LYSV: *Leek yellow stripe virus*

En las muestras analizadas se observa que en algunas variedades se encontraba la presencia de más de un virus. Por ejemplo la variedad “Magia Blanca F1” resultó positiva a OYDV, IYSV, GarCLV y LYSV y fue la que tuvo uno de los más bajos rendimientos pero no una disminución en la altura de la planta.

En las variedades con mayor incidencia de síntomas como fue “Rosali F1” se encontró la presencia de IYSV y LYSV. Para el caso de la variedad “Koral” resultó

positiva a OYDV, IYSV y LYSV. En la variedad “Copándaro” solo se identificó IYSV. Se debe destacar que en estas tres últimas variedades mencionadas se tuvo una reducción notable en el peso de los bulbos.

Para el caso de las variedades “Blanca Morelos”, “Doña Blanca F1”, “Línea INIFAP 19” y “Chona”, se tuvo la presencia del IYSV y se alcanzaron los rendimientos más altos.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que en el sitio de estudio se tiene la infección de diferentes virus pertenecientes a los géneros *Potyvirus*, *Carlavirus* y *Tospovirus*, lo cual coincide con lo reportado por otros autores en Brasil (Fajardo *et al.*, 2001), Argentina (Conci *et al.*, 2002) y México (Pérez *et al.*, 2006; 2007; 2008).

Las lesiones más observadas en el cultivo fueron en forma de huso con el centro marrón claro corresponden a los causados por infecciones de IYSV, aunque a veces el centro es de color verde, con bordes amarillentos o de color marrón claro; otras lesiones aparecen como anillos concéntricos o alternando coloraciones de tejidos verdes y amarillos o marrón claro (Schwartz *et al.*, 2003). Estas observaciones son consistentes con los resultados de la prueba de DAS-ELISA en la cual se detectó a este virus en el 95.2% de las variedades en estudio. Sin embargo, en el 50% de las muestras positivas a IYSV también se detectó al menos a otro virus por lo que no es posible asociar una sintomatología específica con alguno de ellos en particular y consecuentemente no se puede determinar con precisión qué virus están presentes considerando sólo un síntoma. Es decir, un solo virus o un complejo viral pueden ocasionar una sintomatología similar, aún cuando existan diferencias relacionadas con el estado fisiológico del cultivo, la relación virus-cultivar y la temperatura del ambiente (Pérez *et al.*, 2010)

Smith (1992) reporta que el diagnóstico de OYDV y LYSV es difícil pues los síntomas no siempre son evidentes, ya que incluso la mayor parte de las plantas infectadas son asintomáticas. Peña-Iglesias and Ayuso (1982), señalan que muchas veces los síntomas virales no son visibles y que muchos agricultores tienen una reducción del tamaño del bulbo sin saber a qué atribuirlo aunque se presume la presencia de virus.

Otro problema común que se presenta en la identificación visual es que los síntomas para algunos virus son similares, por ejemplo Messiaen *et al* (1995) señala que LYSV provoca síntomas análogos a los de OYDV, pero sin deformaciones foliares.

En el presente estudio no se observaron deformaciones en el follaje en las cuatro variedades de cebolla en las que se detectó al OYDV.

En algunas ocasiones las características físicas de las plantas influyen en la incidencia y severidad de síntomas, por ejemplo las variedades que presentan hojas de color glauco-púrpura, ricas en antocianos, se ven mucho menos afectadas y manifiestan unos síntomas mucho más débiles para LYDV que en otras variedades (Messiaen *et al.*, 1994).

Los porcentajes altos de incidencia observados en este estudio, sugieren que la presencia del complejo viral incrementa la sintomatología de las plantas enfermas, dando lugar a un incremento en la enfermedad (Pérez *et al.*, 2010). Los resultados obtenidos también muestran que la presencia del complejo viral afectó negativamente las características de calidad, lo que fue evidente en el peso de los bulbos obtenidos al final del experimento. Resultados similares han sido reportados en Francia (Messiaen *et al.*, 1981), Argentina (Lunello *et al.*, 1999; Cafrune *et al.*, 2005; Perotto *et al.*, 2005a; Perotto *et al.*, 2005b) y México (Pérez *et al.*, 2008).

La mayoría de las variedades donde se detectó al IYSV se tuvo una incidencia del 50-70%, intervalo semejante (50-60%) al reportado en Israel por Gera *et al.* (1998).

Las variedades “Rosali F1” y “Copandaro” fueron positivas únicamente al IYSV, tuvieron la mayor incidencia de plantas con síntomas de virosis (90-95%) y registraron el menor peso de bulbos. Un efecto similar en bulbos fue reportado en Brasil por Pozzer *et al.* (1994) quienes encontraron una disminución en la producción de bulbos cuando la incidencia de plantas infectadas con el IYSV fue del 100%.

El IYSV está incluido en la lista de alerta de la EPPO, su presencia en México es reciente y se conoce muy poco sobre su epidemiología en cebolla. Tiene una gama limitada de hospedantes circunscrita a plantas de la familia *Liliaceae*, principalmente a especies del género *Allium* como cebolla (*A. cepa*), puerro (*A. porrum*), cebolla

francesa (*A. schoenoprasum*), cebollino inglés (*A. fistulosum*), ajo (*A. sativum* L.) y algunas especies ornamentales como el iris (*Iris hollandica*) y lisiantus (*Eustoma russellianum*) (Kritzman *et al.*, 2000), estas dos últimas cultivadas en el país. También ha sido encontrado en plantas silvestres como *Datura stramonium* y *Nicotiana benthamiana* (Ockey and Thomson, 1994).

El IYSV tiene como vector al trips de la cebolla, *Thrips tabaci*, insecto que por sí mismo constituye una de las plagas más abundantes y frecuentes en el cultivo de la cebolla. Este vector puede permanecer en plantas espontáneas de cebolla que aparecen en los cultivos que se plantan a continuación muchas de las cuales también están infectadas por el virus (Gent *et al.*, 2004), de ahí la importancia de la limpieza y destrucción de todos los restos del cultivo anterior. En el programa MIP del estado de Colorado también se incluyen como medidas de control, la rotación de cultivos y la selección de variedades de cebollas menos susceptibles, llevar a cabo plantaciones con plántulas sanas, la eliminación de especies silvestres hospederas de trips que se encuentran dentro de la parcela y sus alrededores (Schwartz *et al.*, 2003).

Durante la evaluación de las 21 variedades fue visible que hubo algunas de estas que resultaron positivas a IYSV en la prueba DAS-ELISA sin embargo presentaron un buen rendimiento. Córdoba *et al.* (2005) señalan que la gravedad de la enfermedad depende de la salud general de la planta en el momento de la infección ya que plantas sanas pueden tener pocos síntomas y mantener un crecimiento adecuado. Plantas bajo estrés pueden mostrar síntomas graves que resultan en pérdidas económicas significativas. Según Gent *et al.* (2004), estudios preliminares sugieren que condiciones de estrés de las plantas, como temperatura y humedad extremas, compactación del suelo y patógenos del suelo como raíz rosada, están asociados con la enfermedad. Por tanto, es recomendable mantener las plantas lo menos estresadas posible.

En el experimento se encontraron también un 55% de muestras positivas a LYSV, OYDV y GarCLV. Pérez *et al.* (2007) en estudios realizados en Guanajuato, México, encontraron que el 62% de las plantas muestreadas estaban infectadas por potyvirus. De hecho la alta incidencia de OYDV, LYSV y GarCLV en los cultivos de cebolla, ajo y puerro son de importancia epidemiológica considerable (Barg *et al.*, 1997). En Junio de 2005 se reportó por primera vez en Oregón, Estados Unidos, la presencia de los virus OYDV, LYSV y GarCL, observándose en el 50% de las plantas un mosaico general y coloración amarillenta en las hojas, síntomas que no fueron registrados en este trabajo. En otro estudio, el 100% de las plantas analizadas (de las cuales el 50% eran asintomáticas) resultaron positivas a los tres virus antes indicados y se registraron bajos rendimientos (Gieck *et al.*, 2007).



## CONCLUSIONES

A partir de los datos obtenidos de esta investigación se tiene lo siguiente:

- 1) Los virus presentes en muestras de cebolla colectadas en febrero de 2010 en parcelas sembradas a cielo abierto en Atlacholoaya, Morelos fueron *Onion yellow dwarf virus* (OYDV), *Leek yellow stripe virus* (LYSV), *Iris yellow spot virus* (IYSV) y *Garlic common latent virus* (GarCLV), de acuerdo con la prueba serológica DAS-ELISA. Es importante mencionar que en la zona este experimento reporto por primera vez la presencia de OYDV, LYSV y GarCLV en cebolla.
- 2) Las variedades que presentaron el mayor peso de bulbos por planta fueron “Blanca Morelos”, “Doña Blanca F1”, “Línea INIFAP 19” y “Chona” y las variedades con menor peso de bulbo fueron “Rosalí F1” y “Copándaro”.
- 3) Las variedades “Copándaro” y “Koral” presentaron una incidencia de plantas con síntomas putativos a virus mayor al resto, siendo de 95% y 90%, respectivamente.
- 4) No se observó relación alguna entre altura de planta (cm) y peso de bulbo ( $\text{kg/m}^2$ ). La variedad “Magia Blanca F1” presentó una mayor altura alcanzando 91.2 cm seguida de la variedad “Waster” y “Cirrus”. La altura más baja la tuvo la variedad “Sor Blanca F1” (66.4 cm).

## LITERATURA CITADA

- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Fifth Edition. Elsevier Academic Press. London, UK. 530 p.
- Barg E., Lesemann D. E., Vetten H. J. and Green S. K. 1997. Viruses of Allium and their distribution in different Allium crops and geographical regions. Acta Horticulturae 433: 607-616
- Bos, L., 1972. Ernstige uitbreiding van uiegeelstreepvirus in prei. Gewasbescherming 3: 81-87.
- Brewster, J. L. 2008. Onions and other vegetable alliums. CAB International. Second Edition. Oxon, UK. 433 p.
- Cafrune, E. E., Perotto, M. C. and Conci, V. C. 2005. Efecto dedos Allexivirus en el rendimiento de ajo. En: Resúmenes del XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología y III Taller de la Asociación Argentina de Fitopatología. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina. p. 561.
- Cafrune, E.E., Perotto, M.C. and Conci, V.C. 2006. Effect of two Allexivirus isolates on garlic yield. Plant Disease 90:898-904.
- Canavelli, A., None, S. and Conci, V. C. 1998. Incidencia de las virosis en el cultivo de ajo Rosado Paraguayo. Fitopatologia Brasileira 23:354-358.
- Cho, J. J., Mau, R. F. L., German, R. L., Hartmann, R. W. and Yudin, L. S. 1988. A multidisciplinary approach for tomato spotted wilt virus (TSWV) management in Hawaii. Plant dis. 73:375-383.
- Clark, M. F. and Adams, A. N. 1977. Characteristics of the Microplate Method of Enzyme Linked Immunosorbent Assay for the Detection of Plant Viruses. Journal General of Virology 34:475-483.
- Conci, V. C. 1997. Virus y fitoplasmas de ajo. pp. 267-291. In: J.L. Burba (ed.). 50 Temas Sobre Producción de Ajo. Vol.3. EEA-INTA La Consulta, Mendoza, Argentina. 311 p.
- Conci, V. C., Lunello, P. and Buraschi, D. 2002. Variations of *Leek yellow stripe virus* concentration in garlic and its incidence in Argentina. Plant Dis. 86:1085-1088.
- Córdoba, S. C., Martínez, P. L., Muñoz, G. R., Lerma M. L. and Jordá, G. C. 2005. *Iris yellow spot virus* (IYSV): nuevo virus en el cultivo de la cebolla en España. Bol. San. Veg. Plagas 31:425-430.

- Davis, R. M. 1995. Diseases caused by virus and mycoplasma life organisms. pp. 40-42. In: H.F. Schwartz and S. K. Mohan (eds.). Compendium of Onion and Garlic Diseases. APS Press. St. Paul. Mn, USA. 54 p.
- Dovas, C., Hatziloukas, E., Salomon, R., Barg, E., Shibolet, Y. M. and Katis, N. 2001. Incidence of viruses infecting *Allium* spp. in Greece. European Journal of Plant Pathology 107:677-684.
- Fajardo, T. V. M., Nishijima, M., Buso, J., Torres, A. C., Ávila, A. C. and Resende, R. O. 2001. Garlic viral complex: Identification of potyviruses and carlavirus in Central Brazil. Fitopatologia Brasileira 26:619-626.
- EPPO. 2004. EPPO Alert List (on line). Disponible en [http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert\\_List/viruses/irysxx.htm](http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/viruses/irysxx.htm)
- Gent, D. H., Schwartz H. R. and Khosla R.. 2004. Distribution and incidence of IYSV in Colorado and its relation to onion plant population and yield. Plant Dis. 88: 446-425.
- Gera, A., Cohen, J., Salomon, R., and Raccah, B. 1998. *Iris Yellow Spot Tospovirus* detected in onion (*Allium cepa*) in Israel. Plant Dis. 82:127.
- Gieck L. S., Pappu R. H., Hamm P. B. and David L. N. 2007. First report of Onion yellow stripe virus (OYDV) and Garlic common latent virus (GarCLV) in garlic in Oregon. The American Phytopathological Society, 91, 461 p.
- Lot, H., Chovelon, V., Souche, S. and Delecolle, B. (1998) Effects of onion yellow dwarf and leek yellow stripe viruses on symptomatology and yield loss of three French garlic cultivars. Plant Dis. 82: 1381–1385.
- Hall, J. M., Mohan, K., Knott, E. A., and Moyer, J. W. 1993. Tospoviruses associated with scape blight of onion (*Allium cepa*) seed crops in Idaho. Plant Dis. 77:952.
- Havranek, P. 1974. The effect of virus disease on the yield of common garlic. Ochrana Rostlin 8:291-298.
- Kritzman, A., Beckelman, H., Alexandrov, S., Lampel, M., Zeidan, M., Raccah, B. and Gera, A. 2000. Lisianthus leaf necrosis: a new disease of lisianthus caused by *Iris yellow spot virus*. Plant Dis. 84(11): 1185-1189.
- Kritzman, A., Lampel, M., Raccah, B., and Gera, A. 2001a. Distribution and transmission of *Iris yellow spot virus*. Plant Dis. 85: 838-842.
- Lunello, P., Nome, S. y Conci, V. 1999. Resultados preliminares sobre el efecto del *Leek yellow stripe virus* (LYSV) en el cultivo de ajo. Memorias del XXVI

Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología y X Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Guadalajara, Jalisco, México. p. 226.

- Messiaen, C. M., Youcef-Benkada, M, and Beyries, A. 1981. Rendement potentiel et tolerance aux virus chez l'ail (*Allium sativum* L.). *Agronomie* 1:759-762.
- Messiaen, C. M., Cohat, J., Leroux, J. P., Pichon, M. and Beyries, A. 1993. *Les Allium Alimentaires Reproduits par Voie Vegetative*. INRA, Paris, 230 pp.
- Messiaen, C. M. 1994. Thirty years of France experience in production of disease-free garlic and shallot mother bulbs. *Acta Horticulturae* 358:275-279.
- Ockey, S. C. and Thompson, S. 1994. *Iris yellow spot virus* (IYSV).Tospovirus. Exotic Pest Monitoring Series [on line]. Disponible en: [http://extension.usu.edu/plantpath/exoticpests/iris\\_yellow\\_spot\\_virus.pdf](http://extension.usu.edu/plantpath/exoticpests/iris_yellow_spot_virus.pdf).
- Peña-Iglesias, A. and Ayuso, P. 1982. Characterization of spanish garlic viruses and their elimination by *in vitro* shoot apex culture. *Acta Horticulturae* 127:183-193.
- Pérez, M. L., Ramírez, M. R. y Salinas, G. J. G. 1997. Métodos de obtención de plantas de ajo (*Allium sativum* L.) libres de virus (grupo potyvirus) en México. Resúmenes del IX Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Montevideo, Uruguay. p. 198.
- Pérez, M. L., Córdova, R. Z. V., Barboza, C. E., Ramírez, M. R., Ruiz, C. S. and Silva, R. L. 2006. First report of *Leek yellow stripe virus* in garlic in the State of Guanajuato, Mexico. *Plant Dis.* 90:1458.
- Pérez, M. L., Córdova, R. Z. V., Rico, J. E., Ramírez, M. R., Barboza, C. E., Zúñiga, Z. J., Ruiz, C. S. y Silva, R. L. 2007. Identificación de virus fitopatógenos en ajo (*Allium sativum* L.), en el estado de Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 25:11-17.
- Pérez, M. L., Santiago, G. D., Rico, J. E., Ramírez, M. R. and Mendoza, C. B. 2008. Efecto de virus sobre características agronómicas y calidad del ajo (*Allium sativum* L.), en el estado de Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 26:40-48.
- Pérez, M. L., Navarro, L. M.J., Ramírez, M. R. and Mendoza, C. B. 2010. Impacto e Identificación de Virus Fitopatógenos Sobre Rendimiento y Calidad del Ajo (*Allium sativum* L), en el Estado de Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 28:97-110.
- Perotto, M. C., Cafrune, E. E., Avila, G. Y., and Conci, V. C. 2005a. Efecto de virus de ajo sobre componentes de rendimiento y calidad. Resúmenes del XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología y III Taller de la Asociación Argentina de Fitopatología. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina. p. 571.

- Perotto, M. C., Quiroga, M. P., Torrico, A. K., Cafrune, E. E., Quevedo, V. Y., and Conci, V. C. 2005b. Resultados preliminares sobre caracterización de un Allexivirus detectado en ajo y efectos en los rendimientos. Resúmenes del XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología y III Taller de la Asociación Argentina de Fitopatología. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina. p. 572.
- Pozzer, L., Nagata, T., Lima, M.I., Kttajima, E.W., Resende, R. de O. and de Ávila, A.C. 1994. "Sapeca": An onion disease in the Sub-Médio So Francisco region, Brazil, is caused by a tospovirus with a serologically distinct nucleocapsid protein. *Fitopatología Brasileira* 19:321.
- Pozzer, L., Bezerra, I., Kormelink, R., Prins, M., Peters, D., Resende, R. de O. and Avila, A. C. 1999. Characterization of a tospovirus isolate of *Iris yellow spot virus* associated with a disease in onion fields in Brazil. *Plant Dis.* 83: 345-350.
- SAS Institute. 1997. User' s guide. SAS STAT software for windows realease 6.12. SAS Institute, Cary, N. C. USA.
- Schwartz, H., Brown, W., Blunt, T. and Gent, D. New onion disease in Colorado. 2003. *Iris Yellow Spot Virus* (tospovirus) [on line]. Disponible en <http://www.coopext.colostate.edu/TRA/PLANTS/inex.html#http://www.colostate.edu/Depts/CoopExt/TRA/PLANTS/iysv.html>
- Shukla, D. D., Ward, C. W. and Brunt, A. A. 1994. The Potyviridae. Wallingford, UK: CAB International. 528 pp.
- Smith, M. L. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Mundi-Prensa. España. 67 p.
- Sutúla, C. L., Guillet, J. M., Morrisey, S. M. and Ramsdell, D. C. 1986. Interpreting ELISA data and Establishing the Positive-Negative Threshold. *Plant Dis.* 70: 722-726.
- van Dijk, P. 1994. Virus diseases of *Allium* species and prospects for their control. *Acta Horticulturae* 358: 299–306.
- Verhoyen, M. 1973. La "Striure chlorotique du Poireau". II. Note concernant l'6pidemiologie du virus. *Parasitica* 29: 35-40.
- Walkey, D. G. A. 1990. Virus diseases. In: Rabinowitch, H.D. and Brewster, J.L. (eds) *Onions and Allied Crops*, Vol. 2. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 191–212.
- Walkey, D. G. A. and Antill, D. N. 1989. Agronomic evaluation of virus-free and virus-infected garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Horticultural Science* 64:53-60.

## ANEXOS

1. Método para montaje de trips (Johansen & Mojica, 1997):
  - a. Se realiza la colecta de trips. Los individuos son colocados en alcohol al 70 %.
  - b. Se deshidrataran los insectos en alcohol al 80 % por 10 min.
  - c. Posteriormente se pasaran los trips a alcohol al 96 % por 10 min.
  - d. Al concluir el tiempo se incorporarán los trips a alcohol al 100 % por 10 min.
  - e. Después en xileno por 3 min (esta sustancia ayuda a aclarar el insecto)
  - f. En un portaobjetos, se colocara al insecto en posición ventral sobre una gota de bálsamo de Canadá. Es importante que se debe acomodar al individuo de manera que las alas, patas y antenas queden extendidas, con ayuda de agujas entomológicas.
  - g. Finalmente después de acomodar el insecto, se cubrirá con un cubreobjetos.