

# PÉRDIDAS CAUSADAS POR LA “VIROSIS” EN EL CULTIVO DE CHILE DEL ÁREA DE POANAS, DURANGO

Dr. Luis Roberto Reveles Torres  
MC. Maihualy Martínez Fernández  
Dr. Rodolfo Velásquez Valle



Centro de Investigación Regional Norte Centro  
Campo Experimental Zacatecas  
Calera de V.R., Zac.  
Folleto técnico Núm. 108  
Diciembre 2020  
ISBN: 978-607-37-1269-9



**AGRICULTURA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

**inirap** 65  
35 Años Transformando el Campo

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL**  
**DR. VÍCTOR MANUEL VILLALOBOS ARÁMBULA**  
Secretario

**ING. VÍCTOR SUÁREZ CARRERA**  
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

**LIC. DAVID MONREAL ÁVILA**  
Coordinador General de Ganadería

**DR. SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA**  
Coordinador General de Desarrollo Rural

**LIC. IGNACIO OVALLE FERNANDEZ**  
Director General de Seguridad Alimentaria

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

**DR. LUIS ÁNGEL RODRÍGUEZ DEL BOSQUE**  
Encargado del Despacho de los Asuntos de la Dirección  
General del INIFAP

**DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG**  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

**DR. LUIS ORTEGA REYES**  
Coordinador de Planeación y Desarrollo  
**LIC. JOSÉ HUMBERTO CORONA MERCADO**  
Coordinador de Administración y Sistemas

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE-CENTRO**

**DR. ARTURO DANIEL TIJERINA CHÁVEZ**  
Director Regional

**DR. FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ**  
Director de Investigación

**ING. RICARDO CARRILLO MONSIVÁIS**  
Director de Administración

**CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS**

**DR. LUIS ROBERTO REVELES TORRES**  
Director de Coordinación y Vinculación

**PÉRDIDAS CAUSADAS POR LA “VIROSIS” EN EL  
CULTIVO DE CHILE DEL ÁREA DE POANAS,  
DURANGO**

**Dr. Luis Roberto Reveles Torres**  
Investigador del Programa de Biología Molecular  
Campo Experimental Zacatecas

**MC. Maihualy Martínez Fernández**  
Investigador del Programa de Hortalizas  
Campo Experimental Valle del Guadiana

**Dr. Rodolfo Velásquez Valle**  
Investigador del Programa de Sanidad  
Forestal y Agrícola  
Campo Experimental Pabellón

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,  
Agrícolas y Pecuarias  
Centro de Investigación Regional Norte Centro  
Campo Experimental Zacatecas  
Calera de Víctor Rosales, Zac., México  
Diciembre 2020

**Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina  
Alcaldía Coyoacán, C. P. 04010 Ciudad de México  
Teléfono (55) 3871-8700**

**Folleto Técnico 108**

**PÉRDIDAS CAUSADAS POR LA “VIROSIS” EN EL  
CULTIVO DE CHILE DEL ÁREA DE POANAS, DURANGO**

**ISBN: 978-607-37-1269-9**

**Primera Edición 2020**

**No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la institución.**

**Hecho en México**

## **Contenido**

1.	Introducción .....	1
1.2	Características de frutos provenientes de plantas de chile con síntomas de virosis .....	10
2.	Resultados.....	10
2.1	Pérdidas en fresco de chile Jalapeño .....	10
2.2	Pérdidas en peso seco en chile Jalapeño.....	15
2.3	Pérdidas en fresco en chile Anaheim.....	18
2.5.	Características de frutos provenientes de plantas de chile con síntomas de virosis .....	25
3.	Conclusiones.....	31
4.	Bibliografía .....	32

## 1. Introducción

En la zona productora de chile (*Capsicum annuum* L.) de Poanas y en menor grado en la de Rodeo, en el estado de Durango, se ha establecido desde el ciclo de cultivo 2014 una enfermedad que se conoce comúnmente como "virosis del chile" y cuya severidad ha obligado a algunos productores de esa hortaliza a destruir sus cultivos a tan sólo 30 - 45 días después del trasplante (Velásquez-Valle *et al.*, 2014). En el área de Poanas se ha identificado por medios moleculares la presencia de begomovirus en plantas de chile (Reveles-Torres *et al.*, 2019), así como la diseminación de su vector, la mosquita blanca *Bemisia tabaci* Gennadius en varios cultivos de la región (Velásquez-Valle, 2020).

En México, el cultivo de chile sufre pérdidas de entre 20 y un 100% causadas principalmente por enfermedades de etiología viral, entre las cuales sobresalen las provocadas por Geminivirus (Anaya-López *et al.*, 2003). Los *Begomovirus* (Geminiviridae) constituyen el grupo más importante de patógenos que causan pérdidas significativas en cultivos hospedantes en agro-ecosistemas tropicales y

subtropicales a nivel mundial. En la actualidad, América Latina ha sido la región más afectada en términos del número total de *Begomovirus* transmitidos por la mosquita blanca; millones de hectáreas cultivadas en 20 países sufren el ataque de más de 30 especies de *Begomovirus* (Ortiz *et al.*, 2010). El genoma de los *Begomovirus* es generalmente bipartita; está integrado por dos componentes denominados ADN-A y ADN-B, cuyo tamaño molecular oscila entre 2.7 y 3.0 kb, respectivamente (Hernández-Espinal *et al.*, 2018). Recientemente se reportó la infección triple de plantas de chile con los begomovirus mosaico dorado del chile (PepGMV), Huasteco de la vena amarilla del chile (PHYVV) y virus de la hoja amarilla rizada del tomate (TYLCV), en la Comarca Lagunera (Morales-Aguilar *et al.*, 2019). Generalmente la infección con dos o más virus suele ser más severa como reportan Njeru *et al.* (2005) en Kenya.

Los síntomas provocados por la infección de Geminivirus en plantas de chile son: amarillento de venas, mosaico amarillo, deformación y rizado foliar, enanismo, reducción en el tamaño de frutos, retraso del crecimiento y reducción del rendimiento (Vaca-

Vaca *et al.*, 2012; Retes-Manjarrez *et al.*, 2016), parcialmente presentes en las plantaciones de chile en Durango. La virosis del chile tiene una alta prevalencia regional y elevada incidencia dentro de las parcelas comerciales, pero no se cuenta con información local acerca del impacto de la enfermedad, especialmente cuando se encuentra asociada con la sintomatología provocada por Begomovirus. El efecto de la infección por virus de ARN ha sido cuantitativamente dimensionado como en el caso del *Tobacco mosaic virus* (TMV), cuyo ataque fue medido en variedades de chile que mostraron cambios en parámetros como: número de hojas y área foliar, altura de planta y diámetro de tallo (Pazarlar *et al.*, 2013); en otro caso, la infección por el virus del mosaico bandeado del arroz (*Rice stripe mosaic virus*: RSMV) redujo el peso de panículas, llenado y peso de grano en tres variedades de arroz (Chen *et al.*, 2019); en otras interacciones virus - planta los resultados son totalmente negativos para el hospedero como en el caso del virus del mosaico clorótico del girasol (*Sunflower chlorotic mottle virus*: SuCMoV), donde variables vegetativas y reproductivas sufrieron pérdidas diversas (Lenardon *et al.*, 2001). En las plantas de chile del área de Poanas, Dgo., se



desconocía el impacto de la virosis, por lo que el objetivo del trabajo fue el de cuantificar las pérdidas en características fenotípicas de plantas de chile con síntomas relacionados con la enfermedad bajo condiciones naturales o de campo, así como obtener información sobre el impacto de la virosis en fruto y semillas provenientes de plantas sintomáticas.

En el municipio de Poanas, Dgo., se localizó una parcela comercial de chile trasplantada con variedades de los tipos Jalapeño y Anaheim (ambos para consumo en fresco), que mostraban los síntomas típicos de infección por begomovirus y que coincidían con los de la virosis del chile (Figura 1).



**Figura 1.** Parcela comercial mostrando plantas de chile con síntomas de virosis como deformación foliar y enanismo.

Ambas parcelas se encontraban en la etapa de fructificación y recibían el mismo manejo agronómico, incluyendo el manejo de plagas. Para evaluar el daño causado por la enfermedad en cada una de las variedades, se colectaron al azar cinco plantas (excepto la raíz) de cada una de tres categorías de daño, establecidas arbitrariamente y se compararon contra un número similar de plantas asintomáticas.

Cada categoría de daño se diferenciò de acuerdo con los síntomas observados:

1. Plantas aparentemente sanas, sin deformaciones visibles (Figura 2).



**Figura 2.** Plantas de chile aparentemente sanas en ambos extremos con una planta mostrando síntomas severos de virosis.

2. Síntomas leves: plantas con mosaico solamente en una parte de la planta, con estructuras reproductivas (Figura 3).



**Figura 3.** Planta de chile con daños leves provocados por la virosis.

3. Síntomas intermedios: Plantas con mosaico y deformación en la mayor parte de la planta, sin mostrar enanismo, pero con frutos en solo la parte inferior (Figura 4).



**Figura 4.** Planta de chile con daños intermedios provocados por la virosis.

4. Síntomas severos: Plantas con mosaico y deformación severa en toda la planta con enanismo marcado, frutos escasos y sin valor comercial (Figura 5).



**Figura 5.** Planta de chile con daños severos causados por la virosis.

En cada planta colectada se disectaron y pesaron individualmente el tallo, ramas, hojas y frutos en fresco y posteriormente en seco. El proceso de secado se realizó de forma natural a la sombra con temperatura fluctuante entre 12 y 28 grados centígrados. Los datos obtenidos se analizaron utilizando un diseño

experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos (niveles de daño) y cinco repeticiones (plantas en cada tratamiento).

## **1.2 Características de frutos provenientes de plantas de chile con síntomas de virosis**

Para determinar el efecto de la virosis en características de frutos de chile y sus semillas se colectó un número variable de frutos en plantas de diferentes tipos de chile mostrando síntomas de la enfermedad en las categorías previamente mencionadas. Todos los frutos se recolectaron en la misma parcela. En cada fruto se tomaron datos como peso (g), longitud (cm), peso total de semilla (g), peso y diámetro ecuatorial de 20 semillas seleccionadas al azar.

## **2. Resultados**

### **2.1 Pérdidas en fresco de chile Jalapeño**

El peso fresco promedio del tallo en las plantas sintomáticas a virosis varió entre 13.5 y 22.8 g, mientras que el de las plantas aparentemente sanas fue de 19.5 g, por lo que no se registró diferencia significativa en

esta variable. El peso medio de ramas perteneciente a las plantas asintomáticas (34.5 g), y el de las plantas con daño en la categoría 3 (34.0 g), fueron estadísticamente similares pero mayores estadísticamente al peso de ramas en plantas de la categoría de daño 4 (11.6 g). Las plantas con grado de daño 3 resultaron sobresalientes en el peso promedio de hojas (67.9 g); el menor peso medio de este órgano se obtuvo en las plantas con un grado de daño 2 (24.8 g). Las plantas con mayor peso medio fresco de frutos pertenecían al testigo (categoría de daño 1, aparentemente sanas) con (344.4 g) mientras que las de categoría de daño 4 obtuvieron los menores pesos de frutos (106.4 g). En las plantas sin daño aparente se registró el mayor peso medio total (462.1 g) mientras que en las plantas del grado 4 se registró el menor peso total (166.2 g). La pérdida de peso fresco de frutos en plantas de la categoría de daño 4 representó el 69% respecto al de las plantas testigo (categoría de daño 1); en las categorías de daño 2 y 3 la pérdida de peso fue de 55.3 y 30.4% respectivamente (Cuadro 1).



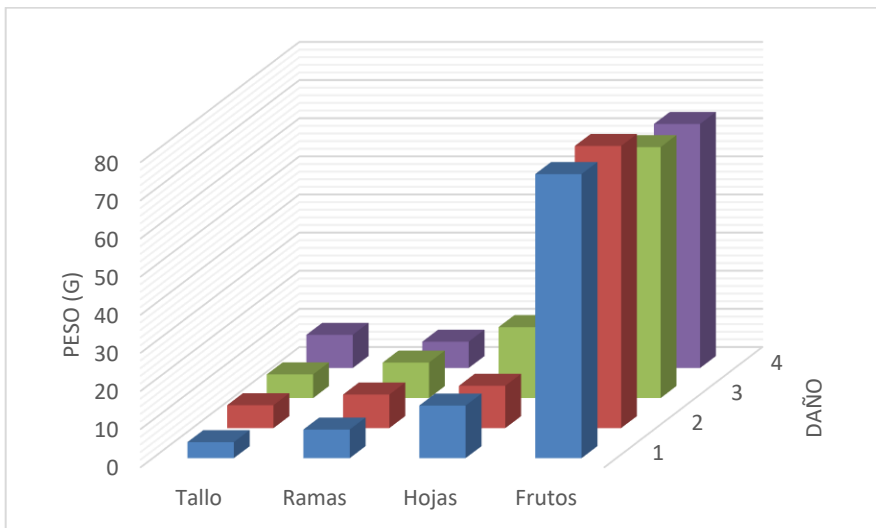
**Cuadro 1.** Peso fresco (g) promedio de características vegetativas y de rendimiento en plantas de chile Jalapeño con síntomas de "virosis" bajo condiciones naturales en Poanas, Durango, México.

Daño	Peso (g)				
	Tallo	Ramas	Hojas	Frutos	Total
1	19.5 ns	34.5 a	63.8 ab	344.4 a	462.2 a
2	13.5 ns	19.6 ab	24.8 b	165.3 ab	223.2 b
3	22.8 ns	34.0 a	67.9 a	239.8 ab	364.5 ab
4	14.4 ns	11.6 b	33.8 ab	106.4 b	166.2 b

Medias seguidas por la misma letra dentro de una columna son estadísticamente similares (Tukey:  $\alpha$  0.05).

En las plantas de chile jalapeño la distribución de peso expresado en porcentaje siguió un patrón similar en las plantas enfermas (independientemente del grado de daño) y las plantas testigo o asintomáticas. El órgano con menor porcentaje de peso fue el tallo con valores desde 4.2 (plantas testigo), hasta 8.7% (plantas de la categoría de daño 4), mientras que los frutos representaron desde 74.5 (plantas asintomáticas), hasta 64% (plantas con grado de daño 4). Es importante resaltar que, con algunas excepciones, el porcentaje

de peso en los órganos vegetativos de las plantas aparentemente sanas fue menor que en el de plantas sintomáticas (Figura 6).



**Figura 6.** Distribución del peso expresado en (%) de órganos de plantas de chile jalapeño con diferentes grados de daño de virosis y asintomáticas.

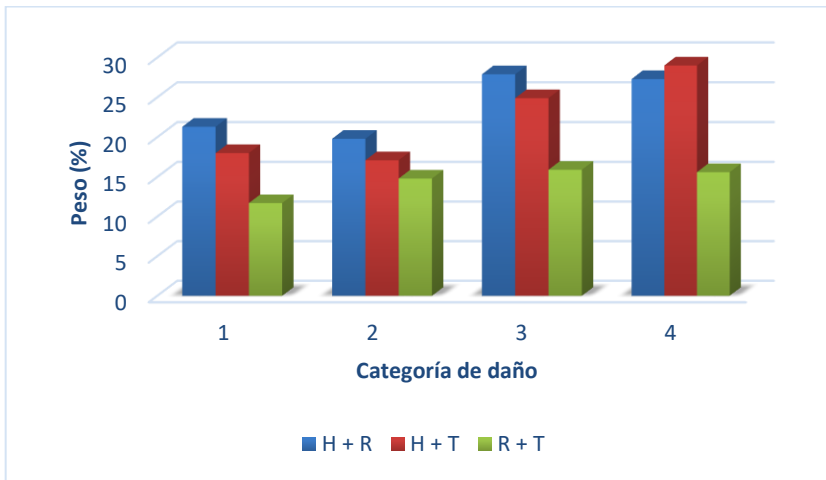
El peso fresco de las variables combinadas hojas+ ramas en las categorías de daño 1 y 3 (101.9 y 98.3g) resultó estadísticamente similar mientras que el peso promedio de la variable hojas + tallo (90.8 g), resultó similar en las plantas de las categorías de daño 1, 3 y 4. El peso de ramas + tallo en las plantas de la categoría de daño 4 fue inferior al de las otras tres categorías de daño (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Peso promedio fresco (g) de características vegetativas combinadas bajo condiciones naturales en plantas de chile jalapeño con síntomas de virosis en Poanas, Durango, México.

Daño	Peso (g)		
	Hojas + ramas	Hojas + Tallo	Ramas+ tallo
1	98.3 ab	83.3 ab	53.9 a
2	44.4 b	38.3 b	33.1 ab
3	101.9 a	90.8 a	56.8 a
4	45.4 b	48.2 ab	26.0 b

Medias seguidas por la misma letra dentro de una columna son estadísticamente similares (Tukey:  $\alpha 0.05$ ).

Con excepción de la categoría de daño 4, la de mayor severidad; en las categorías de daño 2 y 3, así como, en las plantas aparentemente sanas se observó que el porcentaje de peso fresco en la combinación de órganos leñosos (tallo o ramas) con hojas fue superior a la combinación de solo órganos leñosos. En las plantas pertenecientes con grado de daño 4, el porcentaje de peso fresco de la combinación hojas + tallo fue mayor que las combinaciones hojas + ramas y ramas + tallo (Figura 7).



**Figura 7.** Porcentaje del peso fresco total de plantas representado por las variables combinadas de hojas + ramas (H + R), hojas + tallo (H + T) y ramas + tallo (R + T), en plantas de chile asintomáticas y con diferentes grados de daño por virosis.

## 2.2 Pérdidas en peso seco en chile Jalapeño

No se encontró diferencia significativa en el peso seco de tallo de los cuatro tratamientos, lo cual coincide con los resultados obtenidos en peso fresco. Las ramas con mayor peso medio seco correspondieron a las de plantas aparentemente sanas, mientras que el de plantas severamente dañadas resultó el de menor peso seco; una tendencia similar se observó en el peso seco de hojas. Es oportuno señalar que no se incluyeron datos de peso de frutos ya que la mayoría de ellos mostraban daños severos causados por hongos y bacterias, lo cual impidió obtener su peso

seco real. El peso seco total de plantas asintomáticas fue mayor que el de los demás tratamientos, lo cual coincide también con los resultados obtenidos en peso fresco (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Peso promedio seco (g) de características vegetativas en plantas de chile jalapeño con síntomas de "virosis" bajo condiciones naturales en Poanas, Durango, México.

Daño	Peso (g)			
	Tallo	Ramas	Hojas	Total
1	2.6 ns	5.1 a	10.5 a	18.2 a
2	1.7 ns	2.0 ab	2.5 ab	6.2 b
3	3.5 ns	3.6 ab	9.5 ab	16.6 ab
4	1.9 ns	1.7 b	4.9 b	8.5 ab

Medias seguidas por la misma letra dentro de una columna son estadísticamente similares (Tukey:  $\alpha$  0.05). ns: diferencia estadística no significativa.

El peso seco combinado de hojas + ramas y de hojas + tallo en las plantas testigo (asintomáticas), fue mayor que el de esas variables en las plantas de las categorías de daño 2 y 4; Bailiss (1974), había mostrado que la infección temprana por el virus del mosaico del pepino (CMV) podía reducir el desarrollo del tallo y hojas de plantas de pepino. Excepcionalmente, el peso seco de hojas + tallo en las categorías de daño 3 y 4, resultó

estadísticamente similar al de plantas asintomáticas. El peso medio en seco de la variable ramas + tallo no mostró diferencias significativas entre las tres categorías de daño y en comparación con el testigo asintomático (Cuadro 4).

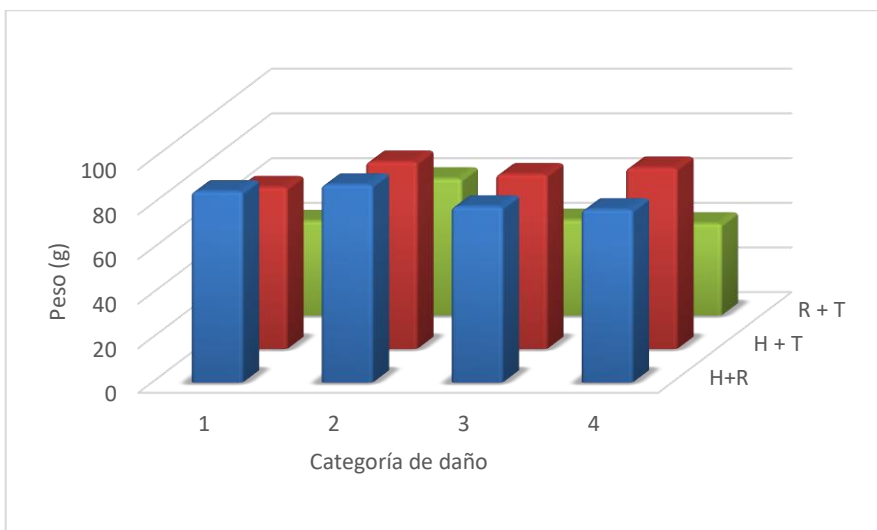
**Cuadro 4.** Peso promedio seco (g) de características compuestas vegetativas en plantas de chile jalapeño con síntomas de "virosis" bajo condiciones naturales en Poanas, Durango, México.

Daño	Peso (g)		
	Hojas + ramas	Hojas + tallo	Ramas + tallo
1	15.6 a	13.2 a	7.7 ns
2	5.5 b	5.2 b	3.8 ns
3	13.1 ab	13.0 a	7.1 ns
4	6.6 b	6.9 ab	3.5 ns

Medias seguidas por la misma letra dentro de una columna son estadísticamente similares (Tukey alfa: 0.05) ns: diferencia no significativa.

En condiciones de peso seco se confirmó la tendencia observada en peso fresco de que la combinación de órganos leñosos (ramas + tallos) representa el menor porcentaje de peso seco, en comparación con las combinaciones hojas + ramas y hojas + tallo y en todas las categorías de daño además del testigo aparentemente sano. En estas últimas el porcentaje de

peso es mayor en la combinación hojas + ramas seguido por hojas + tallo y finalmente ramas + tallos; en las plantas enfermas el porcentaje de peso de la combinación hojas + tallo, fue similar o aún superior (categoría de daño 4) a la de H + R, lo cual no ocurrió en las plantas aparentemente sanas (Figura 8).



**Figura 8.** Porcentaje del peso total seco de plantas representado por las variables combinadas de hojas + ramas (H + R), hojas + tallo (H + T) y ramas + tallo (R + T) en plantas de chile Jalapeño asintomáticas y con diferentes grados de daño por virosis.

### 2.3 Pérdidas en fresco en chile Anaheim

El mayor peso fresco del tallo correspondió a las plantas aparentemente sanas, mientras que las plantas severamente dañadas (categoría 4) mostraron el menor peso de este órgano; una tendencia similar

se observó para el peso fresco de ramas y hojas. En el caso del peso fresco de frutos, el valor superior correspondió al obtenido en plantas de la categoría de daño 3 (401.4 g); en las plantas de la categoría de daño 1 (aparentemente sanas y de la categoría de daño 2, el peso fresco de frutos alcanzó valores similares, 299.8 y 291.8 g, aunque superiores a los de la categoría 4 (102 g); aunque la producción de frutos en plantas con esta categoría de daño es notable ya que se ha reportado que la infección temprana de plántulas de chile por *Begomovirus* puede evitar la cosecha de frutos (Koeda *et al.*, 2016). Una explicación parcial a la menor cantidad de frutos en las plantas aparentemente sanas puede ser la infección asintomática por *Begomovirus*, como ocurrió en plantas de tomate en Sinaloa (Lugo *et al.*, 2011). Coincidentemente, las plantas con menor peso en hojas y ramas se observaron en la categoría 4 que también presentaron el menor peso en frutos. La pérdida de peso fresco de frutos con respecto al testigo (daño 1) corresponde al 65.9% en las plantas con mayor grado de daño; en la categoría de daño 2 la pérdida de peso fue de 2.7%. En el caso del peso fresco de frutos en la categoría 3 se registró un incremento del 33.9% con respecto al testigo, probablemente



debido a que la infección probablemente ocurrió cuando una o varias plantas de esta categoría ya tenían una cantidad considerable de frutos amarrados (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Peso promedio fresco (g) de características vegetativas y de rendimiento en plantas de chile Anaheim con síntomas de "virosis" bajo condiciones naturales en Poanas, Durango, México.

Daño	Peso (g)				
	Tallo	Ramas	Hojas	Frutos	Total
1	24.3 a	41.1 a	71.0 a	299.8 ab	436.2 ab
2	15.9 ab	22.4 bc	39.0 bc	291.8 b	369.1 b
3	22.6 ab	29.2 b	52.6 ab	401.4 a	505.8 a
4	13.9 b	16.5 c	19.9 c	102.0 c	152.3 c

Medias seguidas por la misma letra dentro de una columna son estadísticamente similares (Tukey:  $\alpha$  0.05).

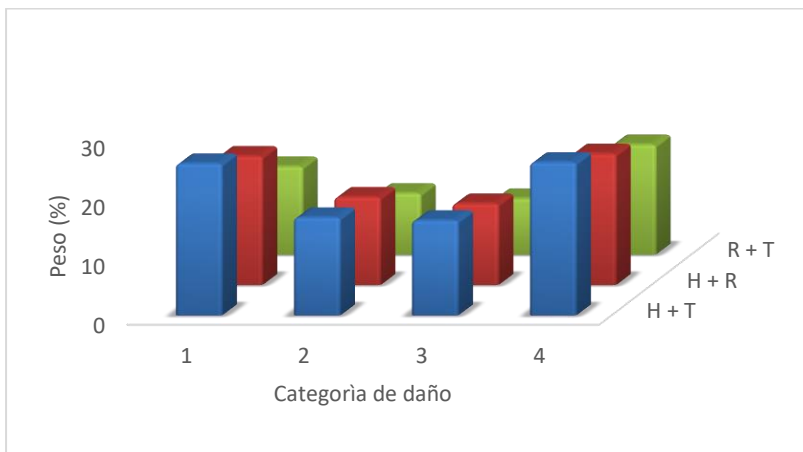
El peso de la variable compuesta hojas + ramas fue superior en la categoría de daño 1; en las variables hojas + tallo y ramas + tallo resultaron superiores en plantas asintomáticas (categoría de daño 1) y en la categoría de daño 3 (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Peso promedio fresco (g) de características vegetativas compuestas en plantas de chile Anaheim con síntomas de "virosis" bajo condiciones naturales en Poanas, Durango, México.

Daño	Peso (g)		
	Hojas + ramas	Hojas + tallo	Ramas + tallo
1	112.1 a	95.3 a	65.4 a
2	61.4 b	54.9 bc	38.4 bc
3	81.8 b	75.2 ab	51.8 ab
4	34.4 c	33.9 c	28.3 c

Medias seguidas por la misma letra de una columna son estadísticamente similares (Tukey:  $\alpha$  0.05).

En general, el porcentaje de peso fresco de ramas + tallos fue menor que el de hojas + tallo y hojas + ramas en cada una de las categorías de daño respectivas; lo opuesto ocurrió con la variable hojas + tallo cuyos valores fueron mayores que los de las otras dos variables. El porcentaje de peso fresco que representaron las tres variables combinadas en la categoría 1 fue mayor que el de las categorías 2 y 3: Sin embargo, el porcentaje de las tres variables en la categoría 4 fue superior al de las otras dos categorías de daño y al de las plantas asintomáticas ya que su punto de referencia fue el peso total de las plantas en cada categoría (Figura 9).



**Figura 9.** Porcentaje del peso total fresco de plantas representado por las variables combinadas de hojas + ramas (H + R), hojas + tallo (H + T) y ramas + tallo (R + T) en plantas de chile Anaheim asintomáticas y con diferentes grados de daño por virosis.

## 2.4. Pérdidas en seco en chile Anaheim

El peso medio seco del tallo fue superior en las plantas aparentemente sanas, lo cual confirma el resultado obtenido en peso fresco mientras que no hubo diferencia en el de las plantas pertenecientes a las diferentes categorías de daño. Por otro lado, en las variables de peso medio seco de ramas, hojas y total, las plantas asintomáticas presentaron valores superiores a los de las plantas en las otras categorías de daño. Es importante señalar que frecuentemente los valores obtenidos en las categorías de daño 2 y 3 son estadísticamente similares; de igual manera destaca que las plantas en la categoría de daño 4

obtuvieron consistentemente el menor peso seco de tallo, ramas, hojas y total (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Peso seco promedio (g) de características vegetativas en plantas de chile Anaheim con síntomas de "virosis" bajo condiciones naturales en Poanas, Durango, México.

Daño	Peso (g)			
	Tallo	Ramas	Hojas	Total
1	4.1 a	5.7 a	10.3 a	20.1 a
2	1.8 b	2.0 bc	5.3 bc	9.2 b
3	2.4 b	3.1 b	7.3 b	12.8 b
4	1.3 b	0.7 c	2.3 c	4.4 c

Medias seguidas por la misma letra dentro de una columna son estadísticamente similares (Tukey:  $\alpha$  0.05).

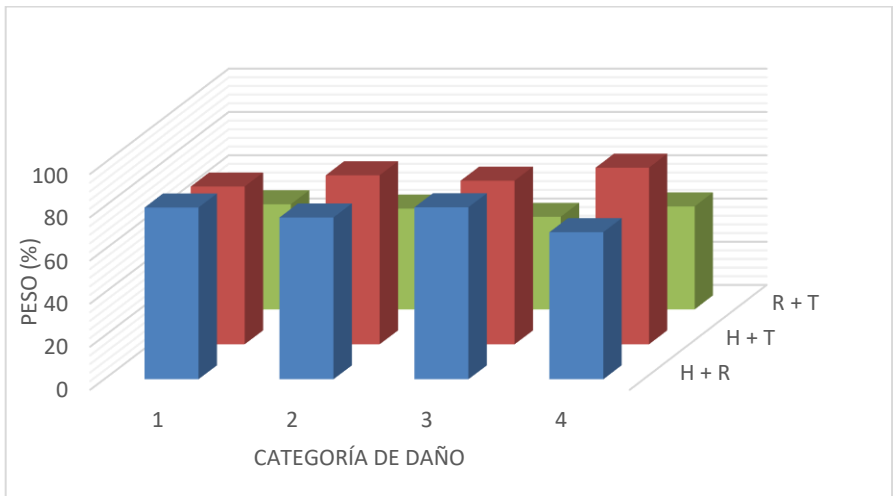
El peso medio seco de las variables compuestas hojas + ramas, hojas + tallo y ramas + tallo resulto estadísticamente superior en las plantas testigo (asintomáticas) con respecto a otras categorías de daño; por otro lado, las plantas pertenecientes a la categoría de daño 4 mostraron la mayor pérdida de peso seco en las tres variables compuestas; estos resultados confirman los obtenidos en peso fresco y coinciden con lo señalado por Pazarlar *et al.* (2013) en el sentido de que algunas infecciones virales reducen el desarrollo de diferentes partes de las plantas (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Peso seco promedio (g) de características compuestas vegetativas de plantas de chile Anaheim con síntomas de "virosis" bajo condiciones naturales en Poanas, Durango, México.

Daño	Peso (g)		
	Hojas + ramas	Hojas + tallos	Ramas + tallos
1	16.0 a	14.7 a	9.8 a
2	6.9 b	7.2 bc	4.3 bc
3	10.2 b	9.7 b	5.5 b
4	3.0 c	3.6 c	2.1 c

Medias seguidas por la misma letra dentro de una columna son estadísticamente similares (Tukey:  $\alpha$  0.05).

En plantas de chile Anaheim, el porcentaje de peso seco de ramas + tallo fue menor que el de las variables hojas + ramas y hojas + tallo, independientemente de la categoría de daño. La diferencia en el porcentaje de estas dos últimas variables es parecida dentro de las categorías de daño 1, 2 y 3 (6.5, 3.3 y 3.9% respectivamente), sin embargo, en la categoría de daño 4 la diferencia porcentual entre las variables hojas + ramas y hojas + tallo es cercana a 14%, favorable a la última (Figura 10).



**Figura 10.** Porcentaje del peso total seco de plantas representado por las variables combinadas de hojas + ramas (H + R), hojas + tallo (H + T) y ramas + tallo (R + T), en plantas de chile Anaheim asintomáticas y con diferentes grados de daño por virosis.

## 2.5. Características de frutos provenientes de plantas de chile con síntomas de virosis

En el área de Poanas se obtuvieron frutos en plantas de chile Serrano M 110, Jalapeño Magno, Ancho Cervantes, Ancho Mosquetero y Mirasol Criollo, que expresaban diferente severidad de la virosis (categorías 2, 3 y 4), así como de plantas asintomáticas. En general los frutos recolectados en plantas enfermas mostraban síntomas como deformación y pérdida de tamaño (Figura 11).



**Figura 11.** Frutos de chile tipo Ancho con síntomas (deformación, decoloración y pérdida de tamaño) asociados con la virosis del chile en Poanas, Dgo.

En todos los tipos de chile el peso de los frutos provenientes de plantas aparentemente sanas fue mayor que el de plantas con síntomas de la enfermedad, la única excepción se presentó con los frutos de Ancho Mosquetero donde no se detectó diferencia entre los frutos de plantas asintomáticas y aquellos de plantas con categoría de daño 2. Los frutos de plantas asintomáticas de Serrano M 110, Ancho Cervantes y Mirasol criollo, fueron más largos que los recolectados en plantas enfermas; no se encontró diferencia en la longitud de frutos de plantas

asintomáticas y enfermas en los tipos Jalapeño Magno y Ancho Mosquetero. El peso total de la semilla fue similar en plantas aparentemente sanas y enfermas de todos los tipos de chile, a excepción de la semilla obtenida en plantas de Mirasol criollo aparentemente sano cuyo peso fue superior al de la semilla en cualquiera de las categorías de daño. El comportamiento de la variable peso de 20 semillas fue consistente en los tipos Serrano M 110, Jalapeño Magno, Ancho Cervantes y Ancho Mosquetero, no detectándose diferencia en el peso de semillas recolectadas en plantas aparentemente sanas y enfermas; en el caso de Mirasol criollo las semillas recolectadas en plantas con síntomas leves (categoría de daño 2), mientras que las colectadas en plantas aparentemente sanas y de la categoría 4 presentaron el menor peso. En la variable diámetro ecuatorial se presentó la misma tendencia que en el peso de 20 semillas; no se encontraron diferencias en el diámetro de semillas provenientes de plantas aparentemente sanas y enfermas en todos los tipos de chile a excepción de mirasol criollo, donde el mayor y menor diámetro ecuatorial correspondió a semillas provenientes de plantas en las categorías de daño 3 y



4 respectivamente (Cuadro 9); un resultado similar se encontró en el peso de semillas de caupi, *Vigna unguiculata* provenientes de plantas infectadas con el virus del mosaico común del frijol (*Bean common mosaic virus: BCMV*) (Manjunatha *et al.*, 2016).

**Cuadro 9.** Características de fruto y semilla provenientes de plantas de diferentes tipos de chile con síntomas de virosis y de plantas asintomáticas.

	Categoría de daño	Peso (g)	Longitud (cm)	Peso de semillas (g)	Peso de 20 semillas (g)	Diámetro ecuatorial (mm)
<b>Serrano M 110</b>	1	12.2 a	9.8 a	0.52 ns	0.08 ns	3.4 ns
	2	6.8 b	6.8 b	0.44 ns	0.11 ns	3.3 ns
<b>Jalapeño Magno</b>	1	51.8 a	11.0 ns	1.07 ns	0.18 a	4.2 ns
	2	35.3 b	11.5 ns	1.05 ns	0.15 ab	4.01 ns
	4	18.9 c	8.7 ns	0.91 ns	0.13 b	3.86 ns
<b>Ancho Cervantes</b>	1	94.4 a	17.5 a	1.69 ns	0.15 ns	4.28 ns
	2	64.2 b	11.9 b	1.84 ns	0.16 ns	4.22 ns
<b>Ancho Mosquetero</b>	1	59.9 ns	16.3 ns	0.78 ns	0.08 ns	4.18 ns
	2	43.2 ns	15.1 ns	0.83 ns	0.08 ns	3.97 ns
<b>Mirasol Criollo</b>	1	22.0 a	20.7 a	2.07 a	0.17 b	4.16 bc
	2	10.7 b	10.9 b	0.91 b	0.22 a	4.44 ab
	3	8.2 b	10.1 b	0.95 b	0.19 ab	4.66 a
	4	12.1 b	12.7 b	0.78 b	0.16 b	3.91 c

Medias con la misma letra dentro de una columna son estadísticamente similares en cada variedad de chile.

Las plantas de chile de los tipos Anaheim y Jalapeño utilizados en el actual trabajo manifestaban síntomas

típicos de la infección por *Begomovirus*: mosaico amarillo, hojas deformes, enanismo y reducido número de frutos de escaso valor comercial que, de acuerdo con Pallas y García (2011), son el resultado de la interferencia o competencia por una cantidad sustancial de recursos del hospedero, lo cual, a su vez puede interferir con la fisiología del hospedero y finalmente, causar la enfermedad. Durante una infección viral, el patógeno altera el metabolismo del hospedero para replicar su propio genoma y diseminarse de una célula a otra dentro de la planta; en un hospedero sensitivo la infección es, generalmente, aguda: el virus se acumula en altas concentraciones y afecta negativamente genes importantes para el funcionamiento de la planta lo que su vez conduce a la producción de síntomas, incluso la muerte de la planta en un corto tiempo (Pesti *et al.*, 2019). En las plantas de chile en Durango, la sintomatología conocida como virosis no provoca la muerte de plantas, aunque en un periodo relativamente corto de tiempo puede causar la pérdida total o parcial de la producción como una consecuencia de la reducción o de los posibles cambios en la cantidad y naturaleza de la clorofila. Las

enfermedades provocadas por virus son económicamente importantes solamente cuando causan una desviación significativa de lo normal en el desarrollo de un hospedero susceptible (Matthews, 1992); los *Begomovirus* y en específico el virus del mosaico dorado del chile (PepGMV) han sido señalados como causantes de severas bajas en el rendimiento de las plantas de chile (Carrillo-Tripp *et al.*, 2007); en el presente trabajo algunas características vegetativas y reproductivas de plantas de chile Jalapeño y Anaheim fueron negativamente afectadas aunque la magnitud de las pérdidas fue influenciada por la severidad de la enfermedad.

Una práctica común entre los productores de chile es la de obtener semilla para el siguiente ciclo de cultivo a partir de sus propias plantas, lo cual, desde el punto de vista de manejo de enfermedades, puede constituir un riesgo ya que algunas enfermedades causadas por virus pueden transmitirse por semilla; por ejemplo, el uso de "semilla" de papa viralmente infectada por tres o cuatro años reduce su capacidad de rendimiento hasta en 50% (Green, 2003; Ali y Kobayashi, 2010; Awasthi y Verma, 2019); dado que la obtención de semilla se inicia con la selección visual de frutos, es

importante conocer algunas de las características de los frutos provenientes de plantas con síntomas de la virosis. Los resultados indicaron que la apariencia física (especialmente tamaño y peso) pueden ser afectados negativamente, pero algunas características de la semilla como peso y diámetro ecuatorial no mostraron una tendencia negativa consistente. En soya se ha mencionado que el tamaño de la semilla puede incrementarse o disminuir como resultado de la época de infección (Irizarry, 2016), por lo que será necesario considerar el resultado de pruebas de germinación y transmisión de patógenos para conocer el impacto de la virosis sobre la calidad y sanidad de las semillas; aunque la mayoría de las enfermedades virales del chile no se transmiten por medio de la semilla, la información sobre la calidad y sanidad de la semilla permitirá afianzar la recomendación sobre el empleo de frutos provenientes de plantas enfermas como fuente de semilla.

### **3. Conclusiones**

El impacto de la virosis sobre el desarrollo de las plantas de chile no fue uniforme; el peso de tallos

resultó similar entre plantas aparentemente sanas y enfermas, en ambos tipos de chile mientras que, en la producción de fruto en fresco, las plantas en las categorías de daño dos, tres y cuatro podían manifestar pérdidas de hasta de 69.0, 30.4 y 2.7% respectivamente para el caso de chile tipo Anaheim y de 65.9 y 2.7% para las categorías de daño dos y cuatro respectivamente para las plantas del tipo Jalapeño; en la categoría de daño tres del tipo Jalapeño se observó un incremento de 33.9% en esta variable probablemente debido a la oportunidad de la infección.

Los frutos de plantas con síntomas de virosis presentaban, en general, menor tamaño y peso, aunque no hubo una diferencia significativa en algunas características físicas de semillas provenientes de frutos colectados en plantas asintomáticas y enfermas.

#### 4. Bibliografía

Ali, A. and Kobayashi, M. 2010. Seed transmission of *Cucumber mosaic virus* in pepper. *Journal of Virological Methods* 163:234-237.

- Anaya-López, J. L., Torres-Pacheco, I., González-Chavira, M., Garzón-Tiznado, J. A., Pons-Hernández, J. L., Guevara-González, R. G., Muñoz-Sánchez, C. I., Guevara-Olvera, L., Rivera-Bustamante, R. F., and Hernández-Verdugo, S. 2003. Resistance to geminivirus mixed infections in Mexican wild peppers. *HortScience* 38:251-255.
- Awasthi, L. P. and Verma, H. N. 2019. Current status of viral diseases of potato and their ecofriendly management- A critical review. *Virology Research Reviews* 1:1-16.
- Bailiss, K. W. 1974. The relationship of gibberellin content to cucumber mosaic virus infection of cucumbers. *Physiological Plant Pathology* 4:73-79.
- Carrillo-Tripp, J., Lozoya-Gloria, E., and Rivera-Bustamante, R. F. 2007. Symptom remission and specific resistance of pepper plants after infection by *Pepper golden mosaic*. *Phytopathology* 97:51-59.
- Chen, S., Li, W., Huang, X., Chen, B., Zhang, T., and Zhou, G. 2019. Symptoms and yield loss caused by rice stripe mosaic virus. *Virology Journal* 16:145.
- Green, S. K. 2003. *Pepper mild mottle virus*. In: Compendium of pepper diseases. (Ed. by K Pernezny, PD Roberts, JF Murphy, and NP Goldberg). The American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN, USA. 63 p.
- Hernández-Espinal, L. A., Enríquez-Verdugo, I., Melgoza-Villagómez, C. M., Retes-Manjarrez, J. E., Velarde-Félix, S., Linares-Flores, P. J. y

- Garzón-Tiznado, J. A. 2018. Análisis filogenético y distribución de begomovirus en el cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) en Sinaloa, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 41:149-157.
- Irizarry, M. 2016. Soybean vein necrosis virus: impacts of infection on yield loss and seed quality and expansion of plant host range. Master of Science Thesis. Iowa State University. 114 p.
- Koeda, S., Kesumawati, E., Tanaka, Y., Hosokawa, M., Doi, M., and Kitajima, A. 2016. Mixed infection of Begomoviruses on pepper plants at northern Sumatra, Indonesia. *Tropical Agriculture and Development* 60:59-64.
- Lenardon, S. L., Giolitti, F., León, A., Bazzalo, M. E., and Grondona, M. 2001. Effects of sunflower chlorotic mottle virus infection on sunflower yield parameters. *HELIA* 24:55-66.
- Lugo, M. O. Y., Guzmán, U. R., García, E. R. S. y León, F. J. 2011. Geminivirus transmitidos por mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en tomate del Valle Agrícola de Culiacán, Sinaloa. *Revista Mexicana de Fitopatología* 29:109-118.
- Manjunatha, N., Sah, R. P., Deb, D., Shivakumar, M. S., and Archana, S. 2016. Effect of bean common mosaic virus infection on yield potential and nodulation of cowpea genotypes. *Range Management and Agroforestry* 37:185-191.
- Matthews, R. E. F. 1992. *Fundamentals of Plant Virology*. Academic Press, INC. San Diego, CA, USA. 403 p.
- Morales-Aguilar, J. J., Rodríguez-Negrete, E. A., Camacho-Beltrán, E., López-Luque, C. A., Leyva-López, N. E., Jiménez-Díaz F., Voloudakis, A.,

- Santos-Cervantes, M. E., and Méndez-Lozano, J. 2019. Identification of *Tomato yellow leaf curl virus*, *Pepper huasteco yellow vein virus* and *Pepper golden mosaic virus* associated with pepper diseases in northern Mexico. *Canadian Journal of Plant Pathology* 41:544-550.
- Njeru, R. W., Mburu, M. W. K., Cheramgoi, E., Gibson, R. W., Kiburi, Z. M., Obudho, E., and Yobera, D. 2005. Studies on the physiological effects of viruses on sweet potato yield in Kenya. *Annals of Applied Biology* 145:71-76.
- Ortiz, C. M., Medina, T. R., Valdivia, R. B., Ortiz, C. A., Alvarado, C. S. y Rodríguez, B. J. R. 2010. Mosquitas blancas plaga primaria de hortalizas en Nayarit. *Revista Fuente* 2:31-39.
- Pallas, V. and García, J. A. 2011. How do plant viruses induce disease? Interactions and interference with host components. *Journal of General Virology* 92:2691-2705.
- Pazarlar, S., Gümüs, M., and Öztekin, G. B. 2013. The effects of *Tobacco mosaic virus* infection on growth and physiological parameters in some pepper varieties (*Capsicum annum* L.). *Not Bot Horti Agrobo* 41:427-433.
- Pesti, R., Kontra, L., Paul, K., Vass, I., Csorba, T. 2019. Differential gene expression and physiological changes during acute or persistent plant virus interactions may contribute to viral symptom differences. *PLOS ONE* 14(5): e0216618. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216618>
- Retes-Manjarrez, J. E., Hernández-Verdugo, S., Pariaud, B., Melgoza-Villagómez, C. M.,



- Pacheco-Olvera, A., Parra-Terraza, S. y Garzón-Tiznado, J. A. 2016. Detección de resistencia al virus huasteco vena amarilla del chile y su heredabilidad en genotipos silvestres de *Capsicum annum* L. *Interciencia* 41:541-547.
- Reveles-Torres, L. R., Mena-Covarrubias, J., Salas-Muñoz, S., Martínez-Fernández, M. y Mauricio-Castillo, J. A. 2019. Diagnóstico e identificación de begomovirus en el cultivo de chile en los estados de Zacatecas y Durango. Folleto Técnico Núm. 101. Campo Experimental Zacatecas - INIFAP. 32 p.
- Vaca-Vaca, J. C., Betancur-Pérez, J. F. y López-López, K. 2012. Distribución y diversidad genética de *Begomovirus* que infectan tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Colombia. *Revista Colombiana de Biotecnología* Vol. XIV:60-76.
- Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L. R., Mena-Covarrubias, J., Salas-Muñoz, S. and Mauricio-Castillo, J. A. 2014. Outbreak of *Candidatus liberibacter solanacearum* in dried chile pepper in Durango, Mexico. *Agrofaz* 14:93-98.
- Velásquez-Valle, R. 2020. Presencia de *Bemisia tabaci* Gennadius y *Trialeurodes vaporariorum* Westwood en el norte-centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 11:213-219.

**La cita correcta de este folleto es:**

Reveles-Torres L.R., Fernández-Martínez M. y Velásquez-Valle, R. 2020. Pérdidas causadas por la "virosis" en el cultivo de chile del área de Poanas, Durango. Folleto Técnico Núm 108. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC - INIFAP, 37 páginas.

**Comité Editorial del CIRNOC**

**MC. Yasmin Ileana Chew Madinaveitia  
Dr. Arturo Tijerina Chávez  
Dr. Julio César Ríos Saucedo  
Dr. Esteban Osuna Ceja  
Dr. Pedro Jurado Guerra**

**Comité Editorial del CE Zacatecas**

**Presidente: Dra. Blanca I. Sánchez Toledano  
Secretario: Dr. Luis R. Reveles Torres  
Vocal: MC. Mayra Denise Herrera  
Vocal: Dr. Francisco Gpe. Echavarría Cháirez  
Vocal: MC. Ricardo Sánchez Gutiérrez**

**Edición**

**Luis Roberto Reveles Torres  
Rodolfo Velásquez Valle**

**Diseño y fotografía**

**Luis Roberto Reveles Torres  
Rodolfo Velásquez Valle**

**Código INIFAP**

**MX-0-310809-11-02-11-09-118**

**El proceso editorial de esta publicación y el formato electrónico se terminó en DICIEMBRE de 2020 en el Campo Experimental Zacatecas, Km 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo. CP. 98500, Calera de V. R., Zacatecas, México. Tel. 01 800 088 2222 ext 82328**

**Este documento se encuentra en formato digital, mediante página internet en descargas ilimitadas**

## Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria, Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



# **CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS**

## **DIRECTORIO**

**Dr. Luis Roberto Reveles Torres**  
**Director de Coordinación y Vinculación**

Dr.	Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
Dra.	Nadiezhdha Y. Ramírez Cabral	Agrometeorología y Modelaje
Ing.	José Israel Casas Flores*	Agrometeorología y Modelaje
Dr.	Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
MC.	José Ángel Cid Ríos	Frijol y Garbanzo
MC.	Juan José Figueroa González*	Frijol y Garbanzo
MC.	Mayra Denise Herrera	Frijol y Garbanzo
Dr.	Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
MC	Valentín Melero Meraz	Frutales
Ing.	Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
MC.	Miguel Servin Palestina*	Ingeniería de Riego
Dra.	Raquel Cruz Bravo	Inocuidad de Alimentos
MC	Enrique Medina Martínez	Maíz
MC.	Francisco A. Rubio Aguirre	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Ramón Gutiérrez Luna	Pastizales y Cultivos Forrajeros
MC.	Ricardo A. Sánchez Gutiérrez	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Luis Roberto Reveles Torres	Biología Molecular
Dr.	Jaime Mena Covarrubias	Sanidad Forestal y Agrícola
Dr.	Rodolfo Velásquez Valle	Sanidad Forestal y Agrícola
Dra.	Blanca I. Sánchez Toledano	Socioeconomía

\* Becarios



[www.gob.mx/inifap](http://www.gob.mx/inifap)

En México, el cultivo de chile sufre pérdidas de entre 20 y un 100% causadas principalmente por enfermedades de etiología viral, entre las cuales sobresalen las provocadas por Geminivirus. En la zona productora de chile (*Capsicum annuum* L.) de Poanas y en menor grado en la de Rodeo, en el estado de Durango se ha establecido una enfermedad que se conoce comúnmente como “virosis del chile” y cuya severidad ha obligado a algunos productores de esa hortaliza a destruir sus cultivos a tan sólo 30 - 45 días después del trasplante. En esta publicación se evalúan los daños en el cultivo de chile de esta región.

