



Artículo Científico

Estimación de pérdidas provocadas por *Potato virus Y* en el cultivo de papa en Coahuila

Joel De Santiago-Meza*, Gustavo Alberto Frías-Treviño, Luis Alberto Aguirre-Uribe, Alberto Flores-Olivas, Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, CP 25315, México.

RESUMEN

Antecedentes/Objetivo. El objetivo fue evaluar experimentalmente las pérdidas ocasionadas por PVY (Potato Virus Y) en el cultivo de papa variedad Fianna y, por consiguiente, estimar las pérdidas ocasionadas por este virus en la zona productora de papa de Coahuila.

Materiales y Métodos. Surcos de una parcela experimental sembrados con plántula y semilla-tubérculo de papa, se inocularon mecánicamente con PVY a los 20, 40, 60 y 80 días después de la emergencia. Se cosecharon los tubérculos producidos y se evaluaron las pérdidas en cada tratamiento. Adicionalmente, en cuatro predios comerciales de papa en este mismo estado, se tomaron muestras de folíolos a los 20, 40, 60 y 80 días después de la emergencia, y se evaluó mediante pruebas de ELISA el porcentaje de plantas infectadas con PVY. Los datos de pérdidas de la parcela experimental y los datos de incidencia de los predios se utilizaron para elaborar un modelo estadístico para estimar las pérdidas causadas por PVY en la región de Coahuila.

Resultados. Las pérdidas en el rendimiento por PVY en la parcela experimental fueron de 9.4% a 53%. El porcentaje de incidencia de plantas infectadas en los predios comerciales varió de 0% a 100%. El modelo que mejor se ajustó a los datos obtenidos fue el de Berger $Y = 1 / \left[1 + e \left(- \left\{ \ln \left[\frac{y_0}{1 - y_0} \right] + r * dde \right\} \right) \right]$. Las pérdidas estimadas en la zona productora de papa de Coahuila en el ciclo 2022 fueron de 18 %, equivalente a \$19, 068, 500.

Conclusión. Esta información resalta la importancia de utilizar semilla certificada libre de PVY y de proteger el cultivo desde la emergencia hasta los 60 DDE.

Palabras clave: Epidemiología, virus, diagnóstico, serología

*Autor de correspondencia:
Joel De Santiago-Meza
joelsantiago1797@outlook.com

Sección:
Edición periódica

Recibido:
05 Abril, 2024

Aceptado:
15 Diciembre, 2024

Publicado:
30 Diciembre, 2024
Adelantada, 2025

Cita:
De Santiago-Meza J, Frías-Treviño GA, Aguirre-Uribe LA y Flores-Olivas A. 2025. Estimación de pérdidas provocadas por *Potato virus Y* en el cultivo de papa en Coahuila. Revista Mexicana de Fitopatología 43(1): 48. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2404-2>



INTRODUCCIÓN

Potato virus Y (PVY) es la especie tipo del género *Potyvirus*, uno de los géneros de la familia Potyviridae, que incluye algunos de los virus vegetales más destructivos (Kerlan, 2006; Scholthof *et al.*, 2011; ICTV, 2022). PVY ocupa el quinto lugar entre los 10 virus de plantas más importantes del mundo (Scholthof *et al.*, 2011), y se considera la enfermedad viral económicamente más determinante y devastadora que infecta cultivos de papa (*Solanum tuberosum*) (Shukla *et al.*, 1998; Singh *et al.*, 2008; Gray *et al.*, 2010; Karasev y Gray 2013; Quenouille *et al.*, 2013).

Este virus ha sido un problema persistente en la producción de papa (Lacroix *et al.*, 2010; Kostiw, 2011), puesto que, afecta los cultivos de producción comercial y se encuentra entre las tres enfermedades más importantes en la producción de semilla de papa (NOM-041-FITO-2002), ya que, los altos niveles de incidencia de PVY han sido responsables de que lotes no puedan ser certificados como semilla, lo que resulta en una reducción significativa en el valor de la cosecha y, en ocasiones, en una escasez de semilla certificada (Gray *et al.*, 2010).

En México, la siembra de semilla-tubérculo certificada para la producción de papa es un requisito fitosanitario establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-040-FITO-2002 y NOM-041-FITO-2002; sin embargo, los beneficios en el rendimiento de este cultivo obtenidos al sembrar semilla certificada libre de virus de rápida diseminación, como PVY, no han sido evaluados. Asimismo, no existen reportes de estimación de pérdidas en rendimiento y económicas ocasionados por este virus en la zona productora de Coahuila, por consiguiente, los objetivos de esta investigación fueron: 1) evaluar experimentalmente las pérdidas ocasionadas por PVY en plantas de papa variedad Fianna; 2) estimar las pérdidas en rendimiento y económicas ocasionadas por PVY en la zona productora de papa de Coahuila.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitios de evaluación. La parcela experimental utilizada para evaluar las pérdidas causadas por PVY en 2022 se ubica en el Campo Experimental denominado “El Bajío” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), el cual se encuentra situado al 25° 21′ 21” N y al 101° 02′ 26” O. Se rastreó y se surcó a una distancia de 80 cm entre cada surco, con un ancho de cama de 80 cm. Adicionalmente, durante el mismo año, se tomaron muestras de follaje en cuatro predios comerciales de cultivo de papa variedad Fianna, manejados convencionalmente por sus propietarios. Los predios de producción se localizan en los ejidos Emiliano Zapata y Huachichil, Arteaga, Coahuila, ubicados al 25° 06′ 00” N y al 100° 45′ 14” O y 25° 12′ 15” N y al 100° 47′ 34” O, respectivamente.

Método de diagnóstico de PVY. Se utilizaron dos métodos de diagnóstico de PVY, ambos basados en la reacción de antígeno-anticuerpo: El método ImmunoStrips® (AGDIA, 2023) y el método de Ensayo de inmunoadsorción ligado a enzimas en su variante de doble sándwich de anticuerpos DAS-ELISA (Engvall y Perlmann, 1971).

Obtención del material propagativo. Durante la cosecha de papa del ciclo 2021 en las regiones productoras de Coahuila y Nuevo León, México, se recolectaron 250 tubérculos var. Fianna. Los tubérculos se mantuvieron bajo condiciones de laboratorio hasta la obtención de dos brotes de 2 a 7 cm, en cada uno. Se formaron muestras compuestas mezclando cinco brotes de diferente tubérculo y se determinó la presencia o ausencia de PVY en cada muestra compuesta mediante el uso de ImmunoStrips® (AGDIA, 2023). Los tubérculos se clasificaron en función de los resultados obtenidos: aquellos en los que se detectó PVY y en los que no se presentó el virus. A partir de esta agrupación, se formaron dos lotes. Cada uno incluyó tanto negativos como positivos a PVY. El primero se destinó a la producción de plántula, y el segundo, a su uso como semilla-tubérculo. Los tubérculos utilizados para la obtención de plántula se sembraron en bolsas de polietileno de 5 kg bajo condiciones de invernadero (22 a 26 °C) y se cubrieron con malla antiáfidos. Transcurridos 15 días después de la germinación de la planta se tomaron muestras de follaje (tres folíolos por planta) y se diagnosticaron individualmente por el método DAS-ELISA utilizando kits de AGDIA. Las plantas infectadas con PVY se mantuvieron separadas de las sanas hasta su trasplante a campo (Ensayo 1). Los tubérculos utilizados como semilla se sometieron individualmente a diagnóstico de PVY por el mismo método utilizado en las plántulas. Los tubérculos infectados con PVY se separaron de los sanos para su posterior siembra en el Campo Experimental “El Bajío” (Ensayo 2).

Diseño experimental

Ensayo 1 - Trasplante de plántula. En “El Bajío”, se trasplantaron ocho surcos de 1.40 m de largo y 80 cm de ancho cada uno, con una separación de 80 cm; en cuatro se trasplantó plántula de papa infectada naturalmente con PVY, y en el resto, plántula sana, con siete plantas por surco como unidad experimental y 56 en todo el ensayo. Se utilizó un diseño completamente al azar con dos tratamientos (plantas sanas e infectadas) y cuatro repeticiones. Para evitar la transmisión de la enfermedad entre tratamientos, los surcos se cubrieron con una malla antiáfidos soportada por marcos de alambón con una altura de 1.4 m. Para confirmar que las plantas libres de PVY se mantuvieron sanas durante todo el experimento, previo a la cosecha (120 DDE) se colectaron y se formaron muestras compuestas de siete folíolos jóvenes de las plantas de este tratamiento, y se analizaron por el método DAS-ELISA.

Ensayo 2 – Siembra directa. En la misma parcela experimental del ensayo 1, se sembró semilla-tubérculo en 7 surcos de 5 m de largo y 80 cm de ancho cada uno, con una separación de 80 cm. Se utilizó un diseño completamente al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Las repeticiones consistieron en cinco plantas como unidad experimental, resultando un total de 120 en todo el experimento. Los tratamientos fueron: tubérculo naturalmente infectado con PVY, tubérculo sano (testigo) y plantas inoculadas (20 en cada inoculación) con PVY a los 20, 40, 60 y 80 días después de la emergencia. Para impedir la diseminación del virus entre tratamientos, los surcos se cubrieron con una malla antiáfidos de las mismas características señaladas en el ensayo 1.

Preparación de inóculo e inoculación. Cuatro repeticiones de cinco plantas cada una se inocularon a los 20, 40, 60 y 80 DDE. Se pesaron 3 g de tejido foliar infectado con PVY, proveniente de plantas enfermas del ensayo 1, se colocaron en un mortero previamente esterilizado y enfriado, se agregaron 30 mL de una solución amortiguadora de fosfatos (fosfato de sodio monobásico monohidratado y fosfato de sodio dibásico heptahidratado) con pH de 8.0 (relación: de 1 g de tejido por 10 mL de buffer) y se maceró con un pistilo previamente esterilizado y enfriado. Con ayuda de una gasa esterilizada se filtró la savia en un recipiente que se mantuvo en hielo durante todo el procedimiento y se agregaron 0.0340 gramos de tierra de diatomeas (celite®), la cual fungió como abrasivo. Con ayuda de un pistilo se frotó esta savia en tres de los folíolos más jóvenes en cada una de las plantas sanas; Comenzando por la base de la hoja y continuando hasta el ápice, evitando la presión excesiva. Inmediatamente después de la inoculación el tejido inoculado se asperjó con la solución amortiguadora de fosfatos con pH de 8.0 hasta escurrir.

Dos semanas después de cada inoculación, se tomó el foliolo más joven de cada planta inoculada y del testigo, y se procesaron por el método de ImmunoStrip® (AGDIA 2023) para comprobar si la inoculación había sido efectiva y si el testigo se mantenía libre de virus; las plantas inoculadas se diagnosticaron individualmente, se tomaron tres de los folíolos más jóvenes de cada planta, se mezclaron para formar una muestra y se procesó. Por otro lado, en el testigo, las plantas se diagnosticaron formando muestras compuestas mezclando cinco folíolos jóvenes de diferente planta (1 foliolo por planta).

Predios Comerciales. Mediante muestreo de folíolos y pruebas DAS-ELISA, se determinó el porcentaje de incidencia de PVY en cuatro predios comerciales de papa variedad Fianna, ubicados en la zona productora de papa de Coahuila; Emiliano Zapata (50 ha), San Felipe (40 ha), La Mesa (50 ha) y Huachichil (60 ha). Se realizaron cuatro muestreos en cada predio, a los 20, 40, 60 y 80 días después de la emergencia (DDE) de las plantas. Estos muestreos se alinearon con los momentos

de inoculación de las plantas en la parcela experimental, tal como se especifica en el ensayo 2. Cada muestreo se realizó de acuerdo con la NOM-041-FITO-2002, con una modificación en el tamaño de la muestra; se seleccionaron 5 sitios al azar y en cada uno se tomó 40 folíolos jóvenes (uno por planta), obteniendo así un total de 200 por predio. Los folíolos recolectados se colocaron en bolsas de polietileno, se rotularon y se colocaron en un empaque térmico para evitar el deterioro y contaminación, manteniendo la temperatura entre 5-12 °C. En laboratorio se formaron muestras compuestas de diez folíolos cada una y se procesaron.

Evaluación de pérdidas

Ensayo 1 - Trasplante. Los surcos trasplantados con plántula se cosecharon 130 días después del trasplante. Los tubérculos obtenidos de cada tratamiento se limpiaron para eliminar restos de suelo. Se pesaron con una báscula digital, y se obtuvo el rendimiento de cada uno. Para obtener el rendimiento por hectárea, se calculó el rendimiento medio en kg por planta y se multiplicó por 55 556 (densidad de siembra en la región). Las pérdidas ocasionadas por PVY se calcularon comparando los rendimientos de cada tratamiento con el testigo. En este ensayo no se evaluó el tamaño de las plantas y tubérculos

Ensayo 2 – Siembra directa. Los surcos sembrados con semilla-tubérculo se cosecharon 130 días después de la siembra. Se repitió el procedimiento previamente descrito en el ensayo 1 para la obtención del rendimiento. Se calcularon las pérdidas ocasionadas por PVY en la parcela experimental cuando se utiliza semilla-tubérculo infectada y cuando la planta se inoculó a los 20, 40, 60 y 80 DDE. Los datos de pérdidas contra fecha de infección se graficaron y procesaron estadísticamente para seleccionar el modelo que mejor describía la relación entre estas dos variables. Los modelos de pérdidas evaluados fueron el Exponencial, Ley de Potencia y Berger (Campbell y Madden, 1990). Adicionalmente, se evaluó la calidad de los tubérculos de acuerdo con la Norma para la Patata de Consumo (FAO, 2020). Con ayuda de un vernier, se midieron los tubérculos producidos de cada tratamiento y se clasificaron por categoría de acuerdo con el diámetro ecuatorial (1ra calidad: más de 80 mm; 2da calidad: 25-80 mm y 3ra calidad: 18-24 mm) y se contabilizaron.

Predios comerciales. De acuerdo con los resultados de las pruebas DAS-ELISA en cada predio y fecha de muestreo, se calculó el porcentaje de incidencia. Se estimaron las pérdidas en rendimiento en cada uno de los predios comerciales utilizando el modelo ajustado a los datos de pérdidas vs fecha de infección en la parcela experimental; con la incidencia de cada muestreo en cada predio, se estimó la cantidad de plantas enfermas y se les asignó los diferentes rendimientos que produjeron las

plantas del ensayo 2 de la parcela experimental. Por ejemplo, el total de plantas que se estimaron como positivas a los 20 DDE, se multiplicaron por el rendimiento medio que produjeron las plantas que se inocularon en la parcela experimental a la misma edad. Este procedimiento se repitió con el resto de los tratamientos. Estos datos se extrapolaron a la cantidad de ha sembradas con la var. Fianna para estimar las pérdidas en rendimiento de papa ocasionadas por PVY en el estado de Coahuila.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo 1 - Trasplante. El rendimiento en los surcos trasplantados con plántula infectada fue de 0.4 kg/planta, menor al de los surcos trasplantados con plántula sana que fue de 0.57 kg/planta. Basándose en los datos obtenidos, el rendimiento por hectárea fue de 22.22 t y 31.66 t cuando se trasplanta plántula proveniente de semilla-tubérculo infectada y de semilla-tubérculo sana, respectivamente (Figura 1). Utilizando los datos anteriores, se calculó que la pérdida en rendimiento por infecciones secundarias de PVY en las plantas trasplantadas en la parcela experimental fue de 30%. En este ensayo no se evaluó el tamaño de las plantas y tubérculos; sin embargo, en todos los surcos se observó una reducción en el crecimiento de las plantas infectadas por PVY (Figura 2), la cuales produjeron menos tubérculos y más pequeños que las plantas libres del virus.

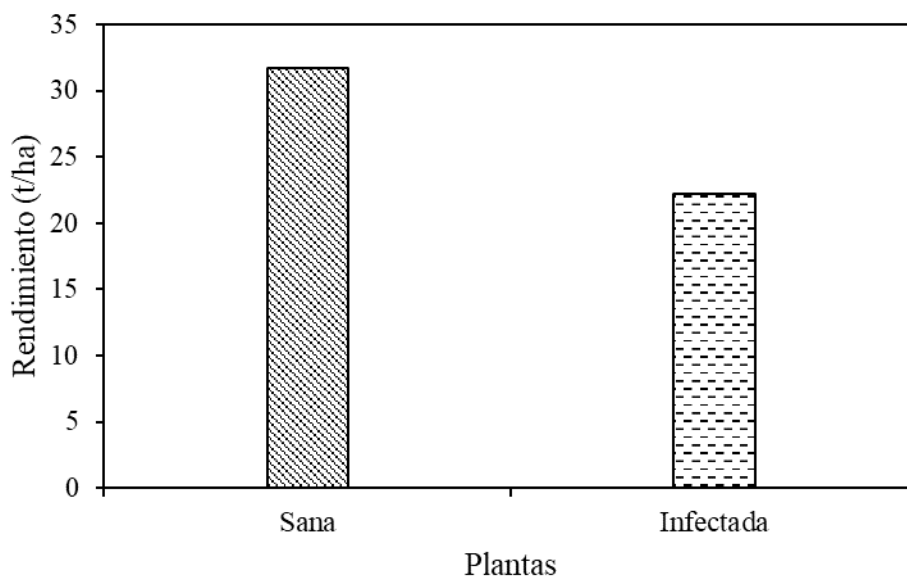


Figura 1. Rendimiento por hectárea de las plantas de papa variedad Fianna del ensayo 1.



Figura 2. Izquierda: plantas provenientes de semilla tubérculo infectada con PVY; derecha: plantas provenientes de semilla tubérculo libre de PVY.

Ensayo 2 – Siembra directa. El rendimiento de las plantas cultivadas a partir de semilla-tubérculo infectada fue de 0.55 kg/planta, significativamente menor al de las plantas sanas que fue de 1.17 kg/planta. Basándose en los datos obtenidos, el rendimiento por hectárea fue de 30.72 t utilizando semilla-tubérculo infectada y 64.84 t utilizando semilla-tubérculo sana (Figura 3). Con estos datos se calculó que

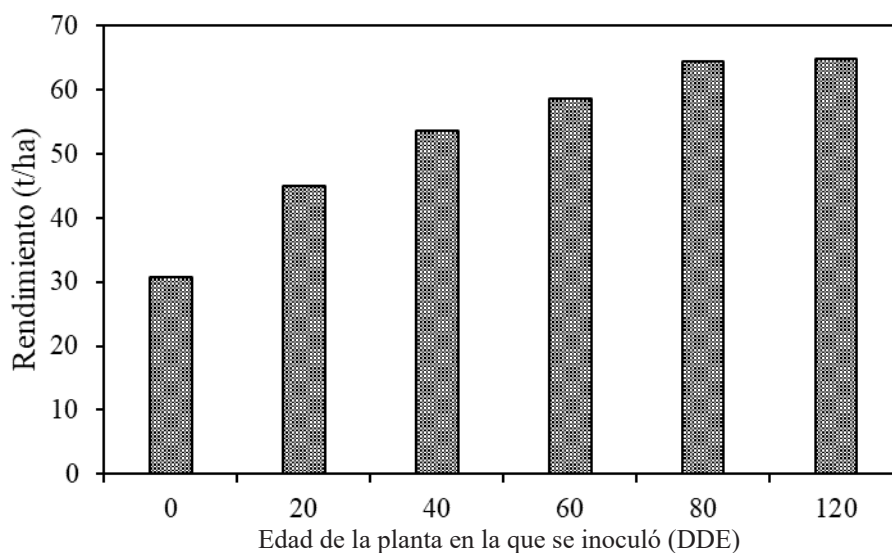


Figura 3. Rendimiento por hectárea de plantas provenientes de semilla-tubérculo infectada (0), plantas inoculadas a los 20, 40, 60 y 80 DDE, y plantas sanas (se mantuvieron sanas durante todo el ciclo, 120 días).

la pérdida en rendimiento por infecciones secundarias de PVY sembrando semilla-tubérculo en la parcela experimental fue de 53 % (Figura 4). Las plantas desarrolladas a partir de semilla-tubérculo infectada con PVY produjeron menos tubérculos y de menor calidad en comparación con las plantas sanas. El número de tubérculos de “1ra calidad” y “2da calidad” fue mayor en las plantas sanas que en las enfermas (Figuras 5 y 6).

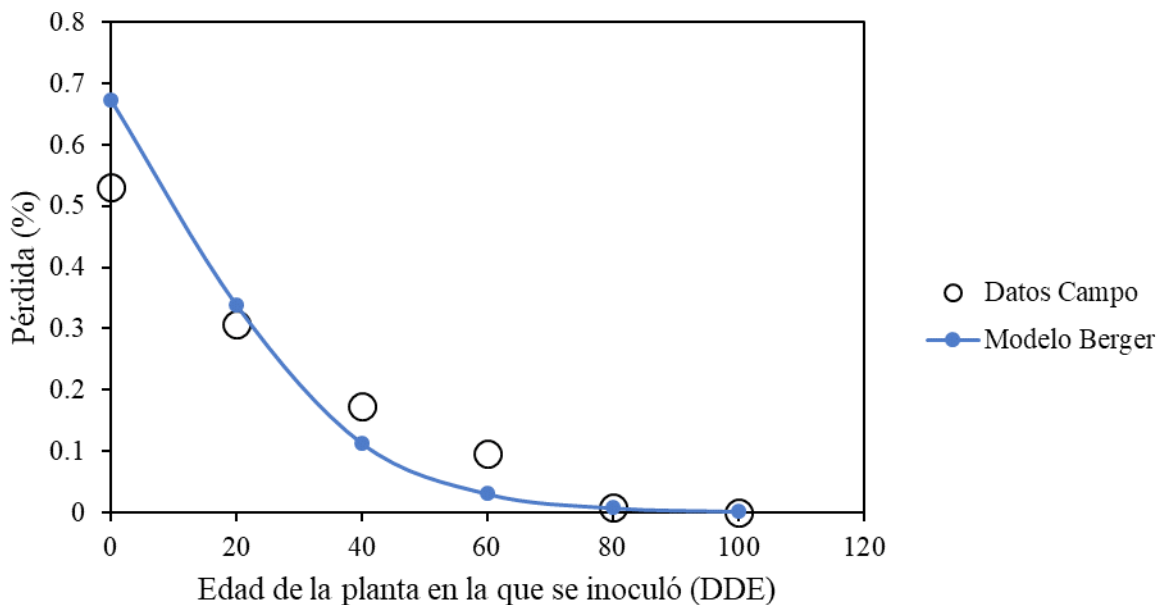


Figura 4. Ajuste del modelo de Berger que explica el 98% del cambio en pérdidas con relación a la fecha de infección por PVY (días después de la emergencia-DDE).

Las plantas inoculadas a los 20, 40, 60 y 80 DDE, mostraron rendimientos de 0.81, 0.97, 1.06 y 1.16 kg, respectivamente. Basándose en los datos obtenidos, el rendimiento calculado por hectárea para los cuatro momentos de inoculación fue de 44.88, 53.65, 58.68 y 64.44 t (Figura 3). Con estos datos se calculó que las pérdidas en rendimiento por infecciones primarias de PVY en la parcela experimental fueron de 30.7, 17.3, 9.50 y 0.61 %, cuando la planta se inoculó en cuatro fechas diferentes (Figura 4). Las plantas inoculadas a los 20, 40 y 60 DDE, produjeron más tubérculos y de mayor calidad que las plantas provenientes de semilla-tubérculo infectada, debido a que hubo producción de “1ra calidad” y mayor cantidad de “2da calidad” y “3ra calidad”; sin embargo, la cantidad y calidad de tubérculos de las plantas inoculadas en estas tres fechas fue menor en comparación con los tubérculos producidos por las plantas inoculadas a los 80 DDE y plantas sanas (Figuras 5 y 6).

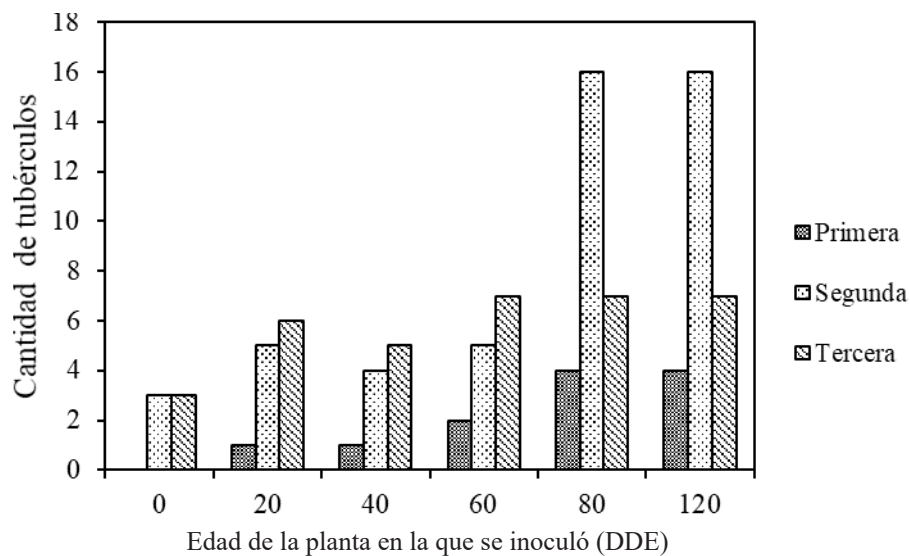


Figura 5. Cantidad y calidad de tubérculos producidos por plantas cultivadas a partir de semilla tubérculo infectada (0), plantas inoculadas a los 20, 40, 60 y 80 días después de la emergencia (DDE), y plantas sanas.

Se observó una disminución de las pérdidas conforme se incrementó la edad de la planta al momento de la infección con PVY. Utilizando esta relación entre la edad en que se infecta la planta y la pérdida en rendimiento, se encontró que el modelo que mejor describe la relación entre estas variables es el de Berger $Y = 1 / [1 + e (-\{ \ln \left[\frac{y_0}{1 - y_0} \right] + r * dde \})]$ (Figura 4), como lo indica el valor del coeficiente de determinación R^2 y la alta significancia de la regresión al utilizar este modelo.

Estimación de pérdidas en predios comerciales. El porcentaje de incidencia de plantas infectadas en los predios comerciales varió de 0 a 100% en los cuatro muestreos. En Emiliano Zapata, fue del 100% en los primeros tres, y de 92% en el cuarto. San Felipe y La Mesa mostraron un 100 y 5%, respectivamente. En Huachichil no se detectó la presencia de PVY (Cuadro 1).

Utilizando el modelo de estimación de pérdidas $Y = 1 / [1 + e (-\{ \ln [0.67205626] + - 0.0694 * dde \})]$, desarrollado con los datos de los dos ensayos de la parcela experimental y el porcentaje de plantas infectadas en las diferentes edades del cultivo de los predios comerciales, se estimó las pérdidas en rendimiento y económicas en la zona productora de papa de Coahuila (Cuadro 2). Considerando que el número muestreado (200) representa el 77% del área total sembrado con la variedad Fianna en el estado de Coahuila, y tomando en cuenta el precio promedio por tonelada de \$10,000 (SIAP, 2022), se estimó que la pérdida en rendimiento a nivel estatal es de 18%, lo que significa una pérdida económica para el estado de \$19,068, 500.

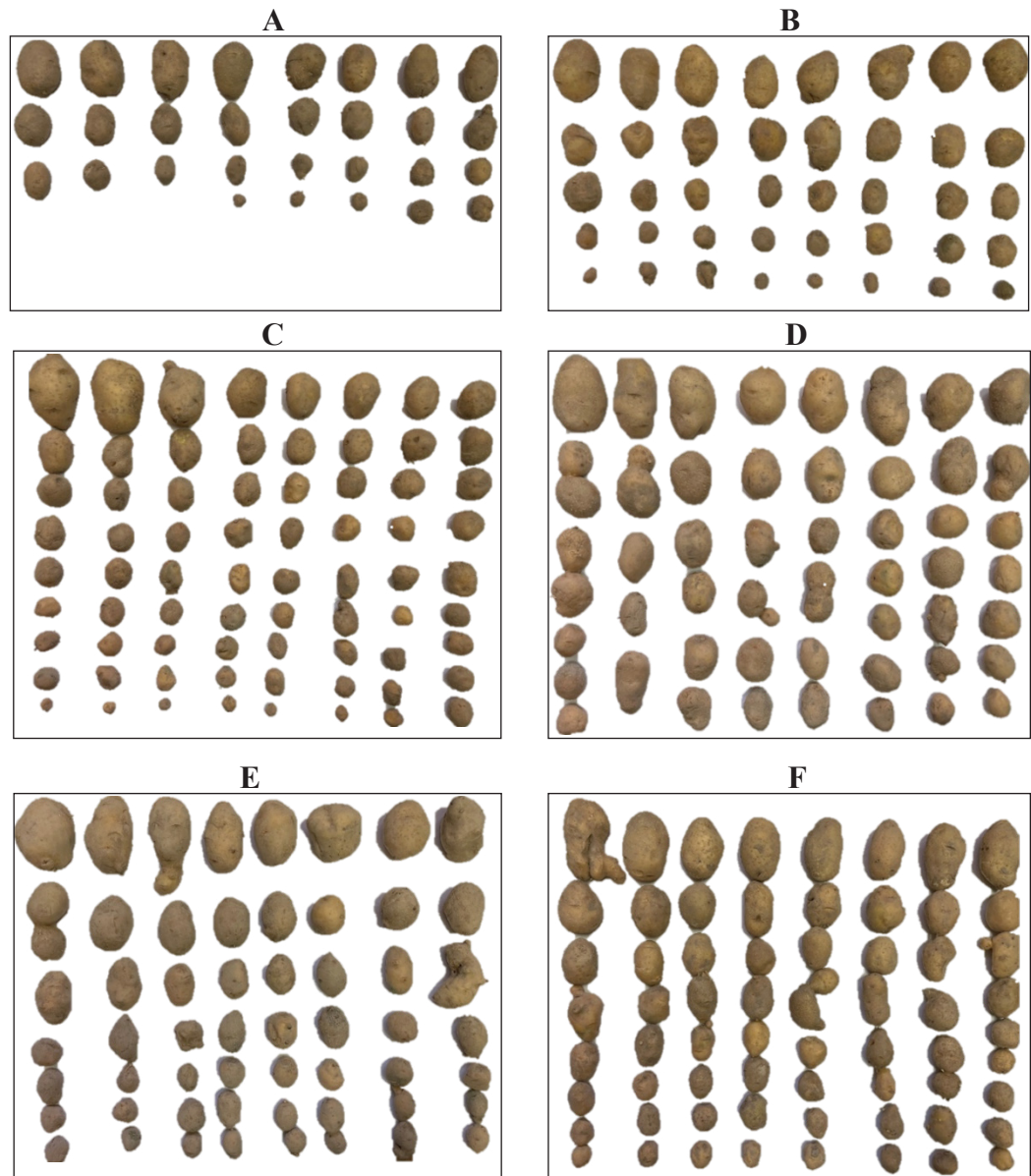


Figura 6. Tubérculos producidos por: A) plantas provenientes de semilla-tubérculo infectada; plantas inoculadas a los 20 DDE (B); 40 DDE (C); 60 DDE (D); 80 DDE (E); F) plantas sanas (sin inoculación).

Pérdidas por infecciones primarias. El rendimiento de las plantas inoculadas a los 20, 40, 60 y 80 DDE, fue menor en comparación que las plantas inoculadas a los 80 DDE y con el testigo (plantas sanas), siendo estos similares en el rendimiento obtenido, esto pudo deberse a que el virus no tuvo el suficiente tiempo para repli-

Cuadro 1. Porcentaje de incidencia de plantas infectadas en los predios comerciales; ha= Hectáreas, No. Muestras= Número de muestras por predio, DDE= Días después de la emergencia, No. Foliolos= Número de foliolos.

Predio	ha	No. Muestras	DDE	No. foliolos	Incidencia (%)
Emiliano Zapata	50	4	20	200	100
			40	200	100
			60	200	100
			80	200	92.5
San Felipe	50	4	20	200	100
			40	200	100
			60	200	100
			80	200	100
La mesa	40	4	20	200	5
			40	200	5
			60	200	5
			80	200	5
Huachichil	60	4	20	200	0
			40	200	0
			60	200	0
			80	200	0

Cuadro 2. Pérdidas estimadas en rendimiento y económicas en la zona productora de papa de Coahuila.

Predio	Pérdidas (t/ha)	Pérdidas (t/predio)	Pérdidas económicas (\$)
E. Zapata	20	1 000	10 000 000
San Felipe	20	800	8 000 000
La Mesa	2.3	107	1 068 500
Huachichil	0	0	0
Total		1 907	19 068 500

carce y ocasionar alteraciones en el sistema fisiológico de la planta, por ende, no hubo reducción en la productividad. Hernández (2006) reportó una reducción en el rendimiento del 28.5 y 20.7 % cuando inoculó plantas de papa variedad Atlantic a los 20 y 60 DDE, bajo condiciones de invernadero, una situación similar se presentó en esta investigación, en donde las plantas inoculadas a los 20 y 60 DDE, mostraron una reducción del rendimiento de 30.7 y 9.50 %, respetivamente.

Pérdidas por infecciones secundarias. Las infecciones por PVY transmitidas por semilla-tubérculo causó pérdidas en el rendimiento de 30 y 53 %, en comparación

con las plantas cultivadas a partir de semilla-tubérculo libres del virus. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Hane y Hamm (1999), quienes encontraron que los rendimientos totales se redujeron en un 29 y 79 % dependiendo de la variedad de papa, asimismo, tienen una similitud con la investigación de Whitworth *et al.* (2006), en la que hallaron reducciones en el rendimiento total que van del 38 al 63 % según los niveles de nitrógenos del suelo y la variedad de papa.

Los resultados demuestran que la condición de la semilla-tubérculo es un factor importante para considerar en la siembra, debido a que el rendimiento obtenido cuando se encuentra infectada fue menor en comparación de cuando está libre del virus, por lo que una de las formas más efectivas de evitar reducciones en el rendimiento es sembrar semilla certificada libre de virus, y que los programas de certificación de semilla establezcan regulaciones más rigurosas para evitar la venta de semilla contaminada con este importante virus. Los datos obtenidos respaldan a Gray *et al.* (2010) y Vreugdenhil *et al.* (2007), quienes mencionan que el PVY es uno de los principales responsables de la disminución en el rendimiento y calidad de la papa; además, en EE. UU., ocasiona escasez de semilla certificada libre del virus debido a los rechazos de lotes contaminados, teniendo como consecuencia una reducción significativa en el valor de la cosecha (Gray *et al.* 2010).

Cantidad y calidad de tubérculos. Las plantas infectadas por semilla-tubérculo tuvieron menos tubérculos y más pequeños que las plantas cultivadas a partir de semilla libres del virus, asimismo, las plantas inoculadas a los 20, 40 y 60 DDE, mostraron una menor producción y calidad de tubérculos, en comparación con las plantas inoculadas a los 80 DDE y las provenientes de semillas sanas, lo cual coincide con lo reportado por Bokx (1980), Salazar (1995), Vreugdenhil *et al.* (2007) y Nolte *et al.* (2009), quienes mencionan que el virus afecta los procesos fisiológicos de la planta desde temprana edad, evitando que lleve a cabo sus funciones de fotosíntesis y acumulación de carbohidratos, lo cual tiene como consecuencia que disminuya el crecimiento de las plantas y la producción de tubérculos.

Las pérdidas ocasionadas por PVY en los dos ensayos de la parcela experimental fueron de 9.4 a 53 %, lo cual concuerda con lo reportado por otros autores; Beczner *et al.* (1984), Hane y Hamm (1999), Pérez *et al.* (2004), Salazar (1995), Whitworth *et al.* (2006) y Zuñiga *et al.* (1999), quienes mencionan que las pérdidas por PVY en el cultivo de papa se encuentran entre el 10 y el 80%, dependiendo del cultivar, las características de la cepa viral, las condiciones de almacenaje, el ambiente en que se desarrolla el cultivo, y del control de insectos y malezas.

Estimación de pérdidas en Coahuila. Los predios comerciales con el porcentaje de incidencia de plantas infectadas más alto fueron San Felipe y Emiliano Zapata. En estos predios se encontró una incidencia del 100 % en el muestreo realizado a los 20 DDE, cabe destacar que se sembró semilla del mismo distribuidor pero dife-

rente a la utilizada en La Mesa y Huachichil, en donde se registró menos incidencia. Esta información hace plantear la hipótesis de que la semilla estaba infectada al momento de la siembra, debido a que no se observó medios de rápida diseminación para considerar que se infectaron posteriormente; en las trampas amarillas colocadas por los productores no hubo presencia de áfidos y las plantas aún no tenían la cantidad de follaje suficiente para transmitir el virus mecánicamente. Es recomendable realizar un muestreo previo a la adquisición de la semilla y enviar dicha muestra a un laboratorio autorizado por SENASICA para descartar o comprobar la hipótesis antes mencionada. Esta acción podrá evitar que los productores y, por consiguiente, la región, no se vea afectados económicamente por la disminución en el rendimiento del cultivo.

Las pérdidas económicas estimadas en esta investigación difieren con las de McIntosh (2014), quien calculó que el PVY tiene un impacto directo de 19.56 millones de dólares (unos \$326 213 027) en la economía del estado de Idaho, por otro lado, tienen similitud con los resultados de Dupuis *et al.* (2023), quienes reportaron pérdidas de rendimiento del 23.5% para las variedades mayormente cultivadas en Suiza entre 2004 y 2017; resaltando que, el porcentaje de incidencia fue evaluado visualmente mediante síntomas ocasionados por infecciones secundarias de PVY, procedimiento que no se considera viable debido a que algunas variedades pueden contener bajas concentraciones del virus y no manifestar síntomas (Singh, 1998). Situación que pudo ser similar en esta investigación, considerando que los métodos utilizados necesitan una alta carga viral en la planta para detectar al patógeno. Sin embargo, estas herramientas son más económicas tomando en cuenta la cantidad de muestras obtenidas, asimismo, proporcionan datos rápidamente para observar la situación fitosanitaria en la que se encuentra una región.

CONCLUSIONES

Las pérdidas en el rendimiento ocasionadas por PVY en el cultivo de papa variedad Fianna en la parcela experimental fueron de 9.4 a 53 %, mientras que las pérdidas estimadas en la región de Coahuila en el ciclo 2022 fue de 18 %, lo que significa una pérdida económica para el estado de \$19 068 500. Estos resultados resaltan la importancia de utilizar semilla certificada libre de PVY y de proteger el cultivo desde la emergencia hasta los 60 DDE, con énfasis en las primeras semanas. Además, nos permite diseñar con más elementos de juicio una estrategia para manejar eficientemente la enfermedad y reducir las pérdidas que ocasiona.

AGRADECIMIENTOS

A CONAHCYT, Unidad de Inspección Fitosanitaria SERVESA A.C., productores y personas que apoyaron esta investigación.

REFERENCIAS

- AGDIA. 2023. ImmunoStrip® for Potato virus Y (PVY). <https://orders.agdia.com/agdia-immunostrip-for-pvy-20001> (consulta, enero 2024).
- Beznzer L, Horváth J, Romhanyi I & Förster H. 1984. Studies on the etiology of tuber necrotic ringspot disease in potato. *Potato Research*, 27, 339-352. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02357646>
- Bokx JA. 1980. Virosis de la papa y de la semilla de papa (1a. ed.). Buenos Aires, hemisferio sur.
- Campbell CL and Madden LV. 1990. Introduction to plant disease epidemiology. John Wiley & Sons, Nueva York, 532 pp.
- Dupuis B, Nkuriyngoma P and Ballmer T. 2023. Economic Impact of Potato Virus Y (PVY) in Europe. *Patata Res.* 67, 55-72. <https://doi.org/10.1007/s11540-023-09623-x>
- Engvall E and Perlmann P. 1971. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) quantitative assay of immunoglobulin G. *Immunochemistry*, 8(9), 871-874. [https://doi.org/10.1016/0019-2791\(71\)90454-x](https://doi.org/10.1016/0019-2791(71)90454-x).
- FAO-Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2020. Codex Alimentarius; Normas Internacionales de los Alimentos. Norma Para la Patata (Papa) de Consumo CXS 339-2020. 6 pp. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B339-2020%252FCXS_339s.pdf (consulta, enero 2024)
- Gray S, De Boer S, Lorenzen J, Karasev AV, Whitworth J, Nolte P, Singh R, Boucher A and Xu HM. 2010. Potato virus Y: An evolving concern for potato crops in the United States and Canada. *Plant Dis.* 94 (12):1384-1397. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-10-0124>
- Hane D and Hamm P. 1999. Effects of seedborne potato virus Y infection in two potato cultivars expressing mild disease symptoms. *Plant Dis.* 83:43-45. <https://doi.org/10.1094/PDIS.1999.83.1.43>
- Hernández D. 2006. Actividad Virustática de Viprot I y Viprot II, sobre Potato Virus Y (PVY) de la Papa en Invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 52 pp. <http://www.repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/4253>
- ICTV - International Committee on Taxonomy of Viruses. Master Species List. 2022. <https://ictv.global/> (consulta, febrero 2024)
- Karasev AV and Gray SM. 2013. Continuous and emerging challenges of Potato virus Y in potato. *Annual review of phytopathology*, 51, 571-586. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-082712-102332>
- Kerlan C. 2006. Potato virus Y. AAB/CMI Descriptions of Plant Viruses 414. <https://hal.science/hal-02817093v1>
- Kostiwi M. 2011. The occurrence of major potato viruses in Poland. *Journal of Plant Protection Research.* <https://doi.org/10.2478/v10045-011-0035-7>
- Lacroix C, Glais L, Kerlan C, Verrier JL and Jacquot E. 2010. Biological characterization of French Potato virus Y (PVY) isolates collected from PVY-susceptible or-resistant tobacco plants possessing the recessive resistance gene *va*. *Plant pathology*, 59(6), 1133-1143. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02342.x>
- McIntosh C. 2014. The economics of PVY. In: Uo I. Idaho Potato Conferences. University of Idaho Extension.
- Nolte P, Alvarez JM and Whitworth JL. 2009. Potato virus Y management for the seed potato producer. University of Idaho Extension CIS1165. http://www.potatogrower.com/uploads/7266_1.pdf
- NOM 040 FITO 2002. Requisitos y especificaciones para la producción y movilización nacional de papa comercial. Diario Oficial de la Federación, 21 de febrero del 2003. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/normas-oficiales-mexicanas-en-materia-de-sanidad-vegetal> (consulta, enero 2024).
- NOM 041 FITO 2002. Requisitos y especificaciones fitosanitarias para la producción de material propagativo asexual de papa. Diario Oficial de la Federación, 4 de marzo del 2003. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/normas-oficiales-mexicanas-en-materia-de-sanidad-vegetal> (consulta, enero 2024).
- Pérez L, Rico E, Sánchez JR, Ascencio JT, Díaz R and Rivera RF. 2004. Identificación de Virus Fitopatógenos en Cultivos Hortícolas de Importancia Económica en el Estado de Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 22 (2),187-197. <https://>

www.redalyc.org/pdf/612/61222205.pdf

- Quenouille J, Vassilakos N and Moury B. 2013. Potato virus Y: a major crop pathogen that has provided major insights into the evolution of viral pathogenicity. *Molecular plant pathology*, 14(5), 439-452. <https://doi.org/10.1111/mpp.12024>
- Salazar LF. 1995. Los virus de la papa y su control. Centro Internacional de la Papa. p. 256. https://books.google.com.mx/books/about/Los_virus_de_la_papa_y_su_control.html?id=LARBgjJWi4QC&redir_esc=y
- Scholthof KB, Adkins S, Czosnek H, Palukaitis P, Jacquot E, Hohn T, Hohn B, Saunders K, Candresse T, Ahlquist P, Hemenway C and Foster GD. 2011. Top 10 plant viruses in molecular plant pathology. *Molecular plant pathology*, 12(9), 938-954. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2011.00752.x>
- Shukla DD, Ward CW and Brunt AA. 1998. Description of plant viruses 366. https://doi.org/10.1007/3-540-31042-8_147
- SIAP-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2022. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119> (consulta, junio 2023).
- Singh RP. 1998. Reverse-transcription polymerase chain reaction for the detection of viruses from plants and aphids. *Journal of Virological Methods* 74:125-138. [https://doi.org/10.1016/S0166-0934\(98\)00074-3](https://doi.org/10.1016/S0166-0934(98)00074-3)
- Singh RP, Valkonen JP, Gray SM, Boonham N, Jones RAC, Kerlan C and Schubert J. 2008. Discussion paper: The naming of Potato virus Y strains infecting potato. *Archives of virology*, 153, 1-13. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00705-007-1059-1>
- Vreugdenhil D, Bradshaw J, Gebhardt C, Govers F, Taylor MA, MacKerron DKL and Ross HA. 2007. Potato biology and biotechnology advances and perspectives. Elsevier. Italy. 801 p. https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=H9WWTORVS9kC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Vreugdenhil,+D.,+Bradshaw,+J.,+Gebhardt,+C.,+Govers,+F.,+Taylor,+M.+A.,+MacKerron,+D.+K.+L.,+Ross,+H.+A.+2007.+Potato+biology+and+biotechnology+advances+and+perspectives.+Elsevier.+Italy.+801+p.&ots=3Y_VjVsIny&sig=Q4R6SlizfoVhwBnCnFjfBF_8pNM#v=onepage&q&f=false
- Whitworth JL, Nolte P, McIntosh C and Davidson R. 2006. Effect of Potato virus Y on yield of three potato cultivars grown under different nitrogen levels. *Plant Disease*, 90 (1), 73-76. <https://doi.org/10.1094/PD-90-0073>
- Zúñiga LN, Cadena MA, Molina JD and Rivera A. 1999. Resistencia genética a los virus X y Y (PVX y PVY) de la papa. *Agrociencia*, 33(4), 389-396. <https://www.agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1624>