

Evaluación de portainjertos y *metam sodium* aplicado al suelo para resolver problemas de replante en manzano

Evaluation of rootstocks and metam sodium applied to the soil to solve apple replant diseases

MARÍA FABIOLA ARMENDARIZ-ACOSTA^{1,4}, ABELARDO NÚÑEZ-BARRIOS², RAFAEL ÁNGEL PARRA-QUEZADA³ Y JUAN LUIS JACOBO-CUÉLLAR³

Recibido: Junio 22, 2010

Aceptado: Agosto 14, 2010

Resumen

El problema de replante en manzano (*Malus domestica* Borkh.) es un factor que causa disminución del crecimiento, vigor, productividad y reducción en el número de raíces laterales. Con frecuencia se asocian a este problema, factores bióticos y abióticos. La investigación se realizó durante los años 2006 al 2009 en una huerta localizada en las Quintas Lupita, Municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua. Los portainjertos evaluados fueron: B9, M9T337, M9PAJAM2, M26, M7, G11, G16, G30, G41, G935, G4210 y G6210. En suelo no fumigado y fumigado con Metam Sodio al 33% aplicado al suelo, todos injertados con la variedad Royal Gala. Las variables evaluadas fueron: área de la sección transversal de tronco, crecimiento vegetativo y volumen de copa. Los resultados indican que los portainjertos M7, G30, G935, G6210 son los de mayor vigor, mientras que B9, M9T337, M26, G4210 y M9PAJAM2 con un menor porte. Los portainjertos que tuvieron un mayor desarrollo en suelo no fumigado fueron G30, G6210 y M7. En suelo fumigado el mayor desarrollo se presentó en G41, mientras que el G16, G4210, G11 y M9T337 pueden desarrollar bien en ambas condiciones.

Palabras clave: Replante, vigor, crecimiento vegetativo, área sección transversal de tronco, volumen de copa

Abstract

The apple replant condition causes less grow, vigor, productivity and a small root system. This problem is often related to biotic and abiotic factors. This research was done during 2006-2009 in Quintas Lupita orchard, Cuauhtemec, Mexico. The rootstock tested were B9, M9T337, M9PAJAM2, M26, M7, G11, G16, G30, G41, G935, G4210 y G6210 in fumigated and no fumigated soil with Metam Sodium 33% applied in the soil. All rootstock were grafted with Royal Gala trunk cross sectional area, growth are canopy volume were registered in the fall. Results showed that M7, G30, G935, G6210 were most vigorous rootstocks. B9, M9T337, M26, G4210 y M9PAJAM2 were the dwarfing rootstocks. G30, G6210 y M7 showed the best performance in no fumigated soil. G41 has good grown in fumigated soil, meanwhile G16, G4210, G11 y M9T337 can grow well in both soil conditions.

Keywords: Replants, vigor, vegetative grow trunk cross sectional area canopy volume..

Introducción

En México, la superficie plantada con manzano es de 67,000 ha, con una producción estimada de 520 mil toneladas. Los estados con mayor superficie y producción son Chihuahua, Durango, Coahuila, Puebla, Veracruz y Zacatecas. Chihuahua es el estado más importante a nivel nacional, con una superficie cosechada de 23,000 ha y una producción de 383,000 t, con un rendimiento de 17 t/ha de manzana (SIAP 2010).

¹ Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua Campus Cuauhtémoc, Avenida Presa de la amistad No. 2015 Tel. 01(625) 5810647

² Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Ciudad Universitaria S/N. Chihuahua, Chih., 31310

³ Campo Experimental Sierra de Chihuahua, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Hidalgo No.1213, Zona Centro Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México CP31500; Tel y Fax (625) 5823110

⁴ Dirección electrónica del autor de correspondencia: armendariz32@yahoo.com.mx

En Chihuahua, más del 30 % de la superficie plantada con manzano son huertas mayores de 35 años, y muchas de estas son cada vez menos productivas, razón por la cual, el productor está eliminando las huertas viejas para establecer nuevos portainjertos y variedades con novedosos sistemas de conducir el árbol (Favret, 2004). Los cultivares establecidos en la entidad son Golden Delicious, Red Delicious y Rome Beauty, aunque también se tiene registro de producción de otras variedades como Gala, Cameo y Granny Smith (Callejas, 2007).

Entre las causas del problema de replante de manzano (PRM) se contemplan factores bióticos como hongos (*Phytophthora cactorum*, *Phytium* spp., *Fusarium* spp.), bacterias (*Agrobacterium tumefaciens*), actinomicetos y nematodos; y factores abióticos como compactación del suelo, alteraciones nutrimentales y desbalance hídrico (Reginato y Mesa, 2008). Los portainjertos M7, M26 y G16 son susceptibles al PRM, mientras que G30 y G6210 son más tolerantes. Rumberger *et al.* (2007) y Mazzola *et al.* (2009) señalan que los patrones de la serie Geneva, como G11 y G30 son menos susceptibles a la infección de la raíz por las poblaciones nativas de *Pythium*, mientras que M26, MM106 y MM111 son altamente susceptibles. El objetivo del presente trabajo fue conocer la respuesta de diferentes portainjertos plantados en suelo fumigado y sin fumigar, después de la eliminación de una huerta improductiva.

Materiales y métodos

El estudio se realizó durante los años 2006 al 2009 en una huerta localizada en las Quintas Lupita, municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua, México, a los 28° 25' de latitud Norte; 106° 52' longitud Oeste, y con una altitud de 2,060 msnm. La huerta seleccionada contaba con 45 años de establecida, con bajo rendimiento y pobre calidad de fruto; el portainjerto utilizado era el

franco y como cultivar comercial Golden Delicious, plantada a 4.5 x 8 m. Las labores antes de establecer el experimento fueron: eliminación de la parte aérea del árbol con motosierra, posteriormente, con un tractor se eliminó el tronco, así como algunas de las raíces principales. Se subsoleó en forma cruzada a un metro de profundidad para eliminar la compactación del suelo y las raíces más grandes del árbol. Posteriormente, se barbechó a una profundidad de 40 cm con arado de reja, para exponer y eliminar la mayor cantidad de raíces pequeñas, después se rastreó y se niveló el terreno. Así mismo se diseñó y se trazó el riego y la replantación sobre la hilera antigua de la huerta, de tal manera que el árbol joven quedó en el lugar del árbol viejo.

Una vez trazado e instalado el sistema de riego por goteo, se regó por cuatro horas, hasta que la humedad penetró 15 cm, se suspendió el riego por otras cuatro horas y se aplicó el *Metam Sodio*, al 33% en una dosis de 1 litro de producto en 10 litros de agua, aplicado a 1m a cada lado de la hilera de plantación con una aspersora manual, inmediatamente después se continuó con el riego por ocho horas para que el producto penetrara de 40 a 60 cm de profundidad.

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizó un arreglo factorial 2 x 12, donde en el factor A se aplicaron dos niveles: tratamiento químico y sin tratamiento al suelo y el factor B con 12 niveles, representado por los portainjertos B9, M9T337, M9PAJAM2, M26, M7, G11, G16, G30, G41, G935, G4210 y G6210, todos injertados con la variedad Royal Gala. Al inicio del trabajo, cada uno de los portainjertos tuvo ocho repeticiones, con una distribución aleatoria dentro del sitio experimental. Se evaluó el área de la sección transversal del tronco con la fórmula $ASTT = C^2 / 4\pi$, donde: C = circunferencia del tronco (cm) y π = valor constante (3.1416). También se tomó el crecimiento vegetativo total por árbol, considerando 20 ramas con crecimiento mayor o igual a 10 cm. Se estimó el volumen de copa por portainjerto y

condición de suelo, para ello, se midió el ancho de la copa en dirección N-S y E-O y la altura del árbol; se utilizó la fórmula $v = \pi (a/2) * (b/2) * (h) * (0.75)$, donde v =volumen de copa, a =ancho de copa N-S, b =ancho de copa E-O, h = altura (las mediciones fueron en diciembre). Para el análisis de la información se utilizó el paquete estadístico SAS (1986).

Resultados y discusión

Al analizar el área de la sección transversal de tronco no se encontraron diferencias significativas entre el suelo fumigado y no fumigado, ni para la interacción en 2006; sin embargo, se detectaron diferencias numéricas donde destacaron los portainjertos M9T337, M7, G11, G16, G30, G41, G935, G4210 y G6210 en suelo no fumigado y fumigado, lo que indica que estos materiales presentaron tolerancia al problema de replante en manzano en este huerto en particular, concordando con Fazio *et al.* (2005) y Mazzola *et al.* (2009). En la Figura 1 se observa un grupo de portainjertos que desarrollaron mejor en suelo fumigado, tal es el caso de B9, M9PAJAM2 y M26, estos resultados permiten señalar que el uso de portainjertos de manzano con tolerancia al replante son una opción para solucionar este problema. Con estos mismos portainjertos también se controla el vigor del árbol (Autio *et al.*, 2008; Marini *et al.*, 2009) y se pueden diseñar huertos en altas densidades (> de 2,500 plantas por ha). Estos autores también sugieren que al utilizar el mismo sitio para replantar un huerto de manzano, las nuevas hileras deben ir en el centro de la calle del huerto anterior, con ello se asegura un mayor éxito en la solución al PRM al utilizar la estrategia de portainjertos con tolerancia a este problema.

También se observó en el 2007 (Figura 2) que los portainjertos M7, G6210 y G30 presentaron una ASTT entre 7.9 y 7.2 cm² en un suelo no fumigado, mientras que los de menor ASTT fueron B9, M9T337, M26, G4210 y MPAJAM2, con 4 cm². Estos desarrollaron bien en suelo fumigado y no fumigado (Figura 2), por lo que puede señalarse que la tolerancia de

estos materiales al PRM puede estar dada genéticamente.

Figura 1. Área de la sección transversal del tronco (cm²) en el cultivar Royal Gala sobre 12 portainjertos de manzano en suelo no fumigado y fumigado, durante el año 2006. Cuauhtémoc, Chih. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a Tukey ($\alpha \leq 0.05$).

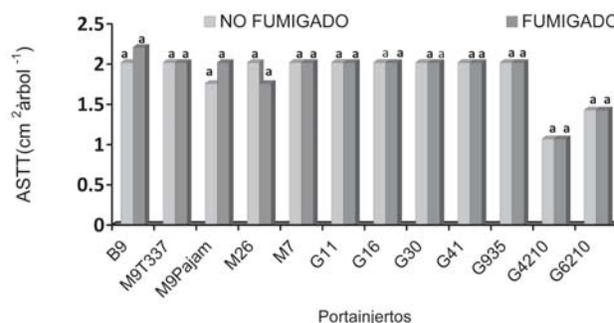
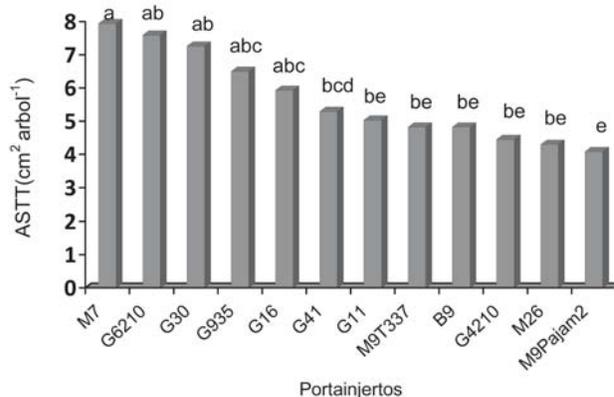


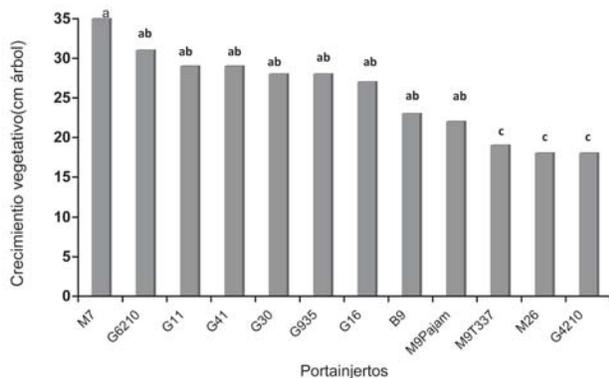
Figura 2. Área de la sección transversal del tronco (cm²) en el cultivar Royal Gala en 12 portainjertos de manzano durante el año 2007. Cuauhtémoc, Chih. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí de acuerdo a Tukey ($\alpha \leq 0.05$).



El crecimiento promedio de 20 ramas indicó que los portainjertos M7, G30, G41, G935 y G6210 son los más vigorosos (> de 150 cm), G11 y G16 se consideran como intermedio (120±10 cm) y los más enanizantes son B9, M9T337, M9PAJAM2, G4210 y M26 (< 100 cm) (Figura 3). Estos datos no concuerdan con lo encontrado por Reginato *et al.* (2007), quienes encontraron una amplia diferencia a favor del tratamiento químico al suelo. Esto probablemente se debe a que la severidad del

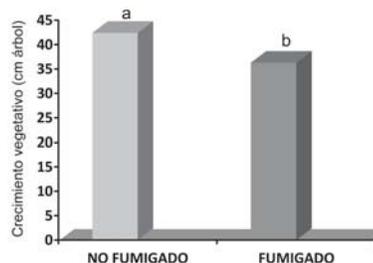
problema de replante difiere grandemente de un sitio a otro. Estudios realizados por Hernández *et al* (2005) mencionan haber encontrado tendencias similares en el patrón de crecimiento vegetativo, en dicho ensayo, las variedades sobre MM106 presentaron el mayor crecimiento vegetativo, mientras que el menor fue observado sobre M26. Esto se debe a que hay una relación directa entre vigor del portainjerto y el crecimiento vegetativo.

Figura 3. Crecimiento vegetativo en manzano cultivar Royal Gala en 12 portainjertos durante el año 2006. Cuauhtémoc, Chih. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí de acuerdo a Tukey ($\alpha \leq 0.05$).



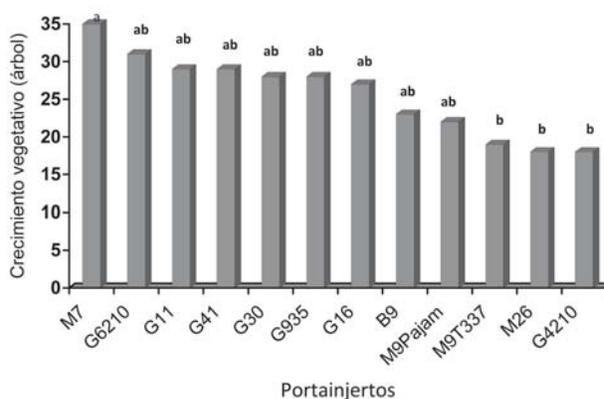
El crecimiento vegetativo promedio de 20 ramas por árbol para la condición de suelo fumigado y no fumigado fue estadísticamente diferente, siendo el no fumigado con un mayor crecimiento vegetativo; esto puede deberse a que algunos de los portainjertos son tolerantes al PRM, o bien a que el problema en este sitio no es tan grave (Figura 4). Al respecto Reginato *et al.* (2007) mencionan que la variable crecimiento vegetativo mostró diferencias entre los distintos tratamientos de fumigación, mientras que Besoain *et al.* (2007) señalaron lo contrario, argumentando que en un suelo fumigado con bromuro de metilo hubo mayor crecimiento debido a la destrucción completa del inóculo en el suelo.

Figura 4. Crecimiento vegetativo en manzano cultivar Royal Gala en suelo no fumigado y fumigado durante el año 2006. Cuauhtémoc, Chih. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a Tukey ($\alpha \leq 0.05$).



No se detectaron diferencias significativas al analizar el efecto de tratamiento al suelo en el crecimiento vegetativo de 20 ramas por árbol; sin embargo, se encontraron diferencias en portainjertos, en los que se observan con mayor vigor a M7, G6210, G30, G16, G41, G11 y G935 (Figura 5), no concordando con Besoain *et al.* (2007), quienes mencionan haber encontrado una mayor altura en árboles replantados bajo un suelo fumigado con bromuro de metilo más cloropicrina.

Figura 5. Crecimiento vegetativo en manzano cultivar Royal Gala en 12 portainjertos en durante el año 2007. Cuauhtémoc, Chih. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a Tukey ($\alpha \leq 0.05$).



Para volumen de copa no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos no fumigado y fumigado en el 2009 (Figura 6), concordando con Rumberger *et al.* (2007). Los portainjertos G30, M7, G6210, G41 y G935 presentaron el mayor volumen de copa,

mientras que G11 y G16 se encuentran como intermedios y M26, G4210, M9, B9 y M9PAJAM2 fueron los más enanizantes (Figura 7). Estudios realizados por Parra y Becerril (1999), mencionan que el mayor volumen de copa se presentó en los árboles injertados sobre el portainjerto Franco, seguido por EMLA.7, M.4, EMLA.26 y CG.24, los cuales son un grupo de portainjertos semivigorosos que tienen un amplio potencial para ser utilizados en las zonas manzaneras de México, por su menor tamaño que el Franco. Otros portainjertos semienanos son P.1, MAC.39, BUD.9 y MAC.1 con volumen de copa menor al Franco, y al igual que los materiales estudiados en el presente trabajo, pueden ser utilizados en altas y medianas densidades de plantación.

Figura 6.- Volumen de copa (m³) en el cultivar Royal Gala en suelo no fumigado y fumigado durante el 2009. Cuauhtémoc, Chih., Barras con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a Tukey ($\alpha \leq 0.05$).

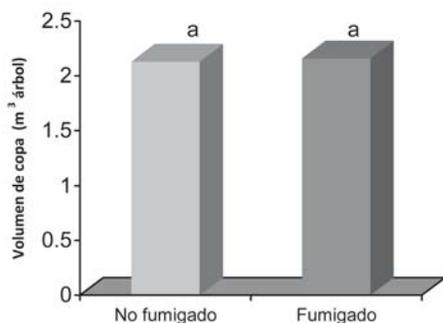
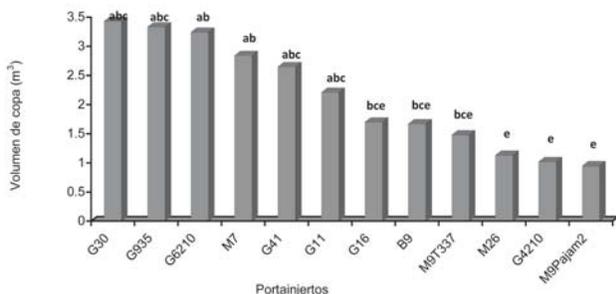


Figura 7.- Volumen de copa (m³) en el cultivar Royal Gala injertado en 12 portainjertos durante 2009. Cuauhtémoc, Chih. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a Tukey ($\alpha \leq 0.05$).



Conclusiones

Los portainjertos M9T337, M7, G11, G16, G30, G41, G935, G4210, G6210, tuvieron una ASTT estadísticamente igual en suelo fumigado y no fumigado, indicativo de que estos materiales presentan tolerancia al problema de replante en manzano.

Con base en crecimiento vegetativo y volumen de copa, se determinó que los portainjertos más vigorosos fueron M7, G30, G41, G935 y G6210, mientras que los más enanizantes fueron M26, G4210, M9, B9 y M9PAJAM2.

Literatura citada

- AUTIO, W., T. Robinson, W. Cowgill, C. Hampson, M. Kushad, J. Masabni, R. Parra-Quezada, R. Perry and C. Rom. 2008. Performance of Gala Apple Trees on Supporter 4, P.14, and Different Strains of B.9, M.9 and M.26 Rootstock: A Five- year Report on the 2002. NC-140 Apple Rootstock Trial. *J. Amer. Pom. Soc.* 62(3):119-128.
- BESOAIN, M., X. Salinas, R. Cautín, A. Morales, A. De Kartzow y M. Simpson. 2007. Efectividad de tratamientos al suelo para prevenir problemas de replante en palto. VI Congreso Mundial del Aguacate. Viña del Mar, Chile. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Página1-10.
- CALLEJAS, J.N. 2007. Evaluación de alianza para el campo de los sistemas producto frutícolas en el estado de Chihuahua. Página 28-29.
- FAVRET, T. R. C. 2004. "Arteaga, tierra de manzanos configuración de una región agrícola de Coahuila. (1940-1990)". Tesis doctorado, Universidad Iberoamericana. 385 p.
- FAZIO, G., T. Robinson, H. Aldwinckle, M. Mazzola, M. Leinfelder, and R. Parra. 2005. Traits of the next wave of Geneva apple rootstocks. *Compacts Fruit Tree* 38(3):7-11.
- HERNÁNDEZ, S., J.A. Yuri, C. Moggia, J.L. Vásquez, A. Sepúlveda y V. Lepe. 2005. Determinación del crecimiento vegetativo en tres cultivares de manzanos en formación, sobre distintos portainjertos en un huerto de la VII región. Centro de Pomáceas - Universidad de Talca, Chile. 35 páginas.
- MAZZOLA, M., J. Brown, X. Zhao, X. Izzo, and Fazio, G. 2009. Interaction of *Brassicaceous* seed meal and apple rootstock on recovery of *Pythium* spp. and *Pratylenchus* penetrans from roots grown in replant soils. *Plant Disease*. 93:51-57.
- MARINI, R. P., B.M. Black, P.A. Crassweller, P. Domoto, S. Hampson, S. Johnson, K. Kosola, J. McArtney, R. Masabni, R. Parra Q., T. Robinson, and C. R. Rom. 2009. Performance of Golden Delicious Apple on 23 rootstocks at 12 locations: A five- year summary of the 2003 NC-140 dwarf rootstocks trial. *J. Amer. Pom. Soc.* 63 (3): 115-127.
- PARRA, Q., R. A. y A. E. Becerril R. 1999. Efecto de portainjertos de manzano en la concentración nutrimental de la hoja en el cv. Stark Spur Supreme Delicious. *Terra Latinoamericana* 17(1): 1-7.
- REGINATO, G., C. Córdova y J. Covarrubias. 2007. Evaluación de tratamientos al suelo para prevenir el problema de replantación en paltos. Actas VI Congreso Mundial del Aguacate. Santiago, Chile. 1.8p.

REGINATO, G. y J. K. Mesa. 2008. Replante en huertos de manzano. *Revista Fruticultura* 2: 24-29.

RUMBERGER, A., I. A. Merwin, and E. Janice. 2007. Microbial community development in the rhizosphere of apple trees at a replant disease site. *Soil Biology and Biochemistry* 39(7):1645-1654.

SAS (Statistical Analysis Systems institute). 1986. SAS / STAT guide for personal computers, version 6 SAS INST. Cary, N.C.

SIAP 2010 Servicio de información agroalimentaria y pecuaria. Estadística agrícola por cultivos. Resumen nacional de cultivos perennes. México D.F. www.siap.gob.mx. 

Este artículo es citado así:

Armendariz-Acosta, M. F., A. Núñez-Barrios, R. A. Parra-Quezada, y J. L. Jacobo-Cuéllar: 2010. *Evaluación de portainjertos y metam sodium aplicado al suelo para resolver problemas de replante en manzano*. *TECNOCENCIA Chihuahua* 4(3): 126-131.

Resúmenes curriculares de autor y coautores

MARÍA FABIOLA ARMENDARIZ ACOSTA. Terminó su licenciatura en 2007, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero en Producción y Comercialización Hortícola en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Realizó su posgrado en Cuauhtémoc, Chihuahua, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias de la Productividad Frutícola en 2010 por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Desde 2007 labora en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y posee la categoría de técnico titular. Su área de especialización es la fisiología de frutales y el manejo de huertos.

ABELARDO NÚÑEZ BARRIOS. Terminó su licenciatura en la Universidad Autónoma Chapingo y su maestría en la Universidad de Guelph en 1985. El doctorado lo realizó en la Universidad de Michigan terminándolo en 1991. Desde 1995 labora en la Universidad Autónoma de Chihuahua, como maestro titular C. Es autor de 77 artículos científicos en diferente revistas nacionales e internacionales. Es miembro del SNI desde 1994. Ha desarrollado y participado en 16 proyectos de investigación financiados por instituciones como Fundación Produce, Conacyt y Gobierno del Estado, además de instituciones internacionales como la Universidad de Michigan. Cuenta con 38 tesis asesoradas de maestría, licenciatura y doctorado. Es revisor de proyectos y programas de Conacyt nacional y Conacyt- Gobierno del Estado.

RAFAEL ÁNGEL PARRA QUEZADA. Terminó su licenciatura en 1980, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Agrónomo con especialidad en Fitotecnia por la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Realizó su posgrado en México, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Fruticultura en 1988 por el Colegio de Posgraduados y el grado de Doctor en Ciencias también en el área de Fruticultura en 1999 por el Colegio de Posgraduados. Realizó un Posdoctorado en Fisiología de Frutales en la Universidad de Cornell en el 2004. Desde 1981 labora en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y posee la categoría de Investigador titular C. Ha sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1988 (candidato 1988-1992; Nivel 1 1999-2013). Su área de especialización es la Fisiología de Frutales y el manejo de Huertos. Ha Co-dirigido 1 tesis de licenciatura y 4 de maestría. Es autor de aproximadamente 83 artículos científicos, más de 68 ponencias en congresos, y 2 capítulos de libros científicos; además ha impartido 5 conferencias por invitación y ha dirigido 9 proyectos de investigación financiados por fuentes externas. Es evaluador de proyectos de investigación del CONACYT (Fondos institucionales, mixtos y sectoriales) y Fundación Produce Chihuahua, es revisor del seguimiento de los Fondos sectoriales Sagarpa-Conacyt, y es árbitro de tres revistas científicas de circulación Internacional.

JUAN LUIS JACOBO CUÉLLAR. Terminó su licenciatura en 1984, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Agrónomo con especialidad en Parasitología Agrícola por la Universidad Autónoma Chapingo. Realizó su posgrado en el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Fitopatología Agrícola y el grado de Doctor en el área de Entomología y Acarología Agrícola por el mismo Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Desde 1984 labora en el Campo Experimental Sierra de Chihuahua del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; posee la categoría de Investigador Titular. Ha sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1990 (candidato 1990-1994; Nivel 1 2005- 2011). Su área de especialización es el Manejo Integrado de Plagas. Ha dirigido 1 tesis de Maestría en Ciencias y participado en varias como asesor. Es autor de 25 artículos científicos, más de 30 ponencias en congresos y 2 capítulos de libros científicos; además ha impartido conferencias por invitación y dirigido proyectos de investigación. Es evaluador de proyectos de investigación del CONACYT (Fondos mixtos y sectoriales) y revisor del seguimiento de proyectos de fondos sectoriales SAGARPA-CONACYT. Es árbitro de una revista científica de circulación internacional.