



## **AVOCADO SUNBLOTCH VIROID, EL PEQUEÑO PATÓGENO DE ARN EN EL CULTIVO DE AGUACATE**

Adelaida Stephany Hernández-Valencia<sup>1</sup>, Daniel Leobardo Ochoa-Martínez<sup>1</sup>, Luis Mario Tapia-Vargas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Postgrado en Fitopatología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. hernandez.adelaida@colpos.mx, ldaniel@colpos.mx.

<sup>2</sup> Campo Experimental Uruapan-INIFAP, tapia.luismario@inifap.gob.mx.

El aguacate (*Persea americana* Mill.) se produce en muchos lugares del mundo, México es el primer productor y exportador mundial, siendo Michoacán el principal productor del país. El cultivo de aguacate es susceptible a enfermedades provocadas por hongos y bacterias principalmente, pero existen algunos fitopatógenos muy pequeños como es el caso del viroide que genera la enfermedad conocida como “mancha de sol”, que también es llamado Avocado sunblotch viroid (ASBVd). Los síntomas que provoca el ASBVd sobre el árbol de aguacate, son principalmente manchas y hendiduras amarillas en frutos, brotes y ramas verdes, así como variegado (zonas diferentemente coloreadas) y blanqueado de hojas. La principal consecuencia asociado a este padecimiento es que los árboles infectados por el ASBVd pueden reducir su rendimiento hasta un 27 % y producir hasta un 52 % de frutos de mala calidad. Hasta la fecha no se ha encontrado ningún insecto que pueda transmitir el viroide de un árbol a otro, y se ha encontrado que la mejor forma de evitar el contagio es la adecuada desinfección de las navajas de injertación. No obstante, cuando los árboles presentan los síntomas asociados al viroide, suelen ser eliminados en cualquier etapa de producción en el que se encuentren y se coloca otro árbol joven, lo que conlleva a graves pérdidas para el productor, por lo que tener conocimiento de esta enfermedad es esencial para su prevención.

**Palabras clave:** viroide, mancha de sol, injertación.

## ¿QUÉ SIGNIFICA ENFERMEDAD EN EL CULTIVO DE AGUACATE?

Las plantas presentarán enfermedad cuando una o varias de sus funciones se encuentren en una alteración nociva. Estas alteraciones pueden ser: a) biógenas (causadas por microorganismos como hongos (antracnosis), bacterias (pudriciones húmedas con mal olor), nematodos, virus y viroides, o b) abiógenas, originadas por causas naturales como: helada, deficiencias nutricionales, salinidad y acidez en el suelo, etc. (Teliz & Mora, 2019). Las enfermedades en los árboles de aguacate se pueden presentar en cualquier órgano (raíz, tronco, ramas, hojas, flores y frutos).

Los impactos económicos suelen ser diferentes en función de las condiciones ambientales en las que se presentan, sin embargo en

el caso del ASBVd son múltiples. Incluso los árboles “Hass” asintomáticos con el viroide pueden reducir el rendimiento (Saucedo et al. 2014).

Además, aproximadamente la mitad de la fruta de los árboles sintomáticos puede tener cicatrices y, por tanto, una calidad significativamente inferior (Geering, 2018). El manejo integrado del aguacate se diseñó para mejorar el vigor de las plantas, la nutrición y el riego, incrementar la flora benéfica, reducir el impacto de plagas y enfermedades y evitar malas prácticas culturales, como lo es la falta de desinfección de las navajas utilizadas en la injertación (Teliz & Mora, 2019).

## ¿QUÉ ES UN VIROIDE?

Un viroide se define como un agente infeccioso acelular constituido de ARN (ácido ribonucleico) de bajo peso molecular que se replica de manera autónoma y exclusiva en células vivas y tiene la capacidad de producir enfermedades. Los viroides se consideran

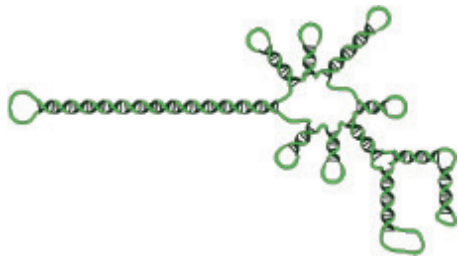


Figura 1. Estructura de los viroides de la familia Avsunvoroidea, la mayor parte del genoma presenta cadenas complementarias constituida de doble hélice de ARN (estructura de forma de cabeza de martillo), (Viralzone, 2023).

fitopatógenos, subvirales ubicados en una interfase entre la vida y la muerte, ya que no cumplen con los componentes que tienen los seres vivos, por ejemplo: núcleo, membrana plasmática y organelos celulares (Flores *et al.*, 2014). Son considerados exclusivos del reino vegetal. Los viroides se clasifican en dos familias: *Pospiviroidea* y *Avsunvoroidea*, a diferencia de los virus, los viroides no tienen cápside (cubierta). El ASBVd pertenece a la familia *Avsunvoroidea* (Figura 1), (Viralzone, 2023).

El ASBVd es un fitopatógeno que enferma al árbol de aguacate y otros miembros de esta familia: *Lauraceae*. Es el patógeno más pequeño que se conoce. Este viroide se replica y acumula en los cloroplastos, presenta un 62 % de nucleótidos A (adenina) + U (uracilo), (Bani, 2009).

## ¿CÓMO AFECTA EL ASBVd EN LAS PLANTACIONES DE AGUACATE?

La mancha de sol en el aguacate es una enfermedad de importancia económica, sin embargo, no se le brinda la importancia adecuada por sus mismas características, al presentarse en etapas estacionarias y muchas ocasiones los árboles no suelen presentar síntomas, solo bajo ciertas condiciones aún desconocidas. El ASBVd afecta por igual a todos los cultivares (Suárez *et al.*, 2005), al influir negativamente en el vigor del árbol, calidad de los frutos, pérdida de la producción. La sintomatología por el ASBVd puede variar en función del cultivar, condiciones ambientales y las variantes del viroide presente en el huésped, es decir, el árbol de aguacate (Schnell *et al.*, 2001).

Entre los principales síntomas se encuentran: las grietas hundidas de color blanco, amarillo o rojo, cuando el daño es muy severo esas lesiones pueden convertirse en lesiones necróticas, las hojas de los árboles infectados se pueden deformar, la corteza de troncos y ramas desarrollan una textura agrietada similar a la “piel del caimán”, en ocasiones los árboles infectados pueden ser infructuosos y



Figura 2. Síntomas provocados por el ASBVd en fruto de aguacate. A) Áreas hundidas amarillentas en frutos, B) Bandas decoloradas en ramillas de aguacate y C) Entre nudos cortos.

permanecer atrofiados (Saucedo *et al.*, 2014), (Figura 2).

## ¿CÓMO SE REPLICA UN VIROIDE DENTRO DE LA CÉLULA DEL ÁRBOL DE AGUACATE?

En 1940 se demostró que este viroide se transmite por injerto, provocado por el uso de navajas contaminadas con savia infectada con el ASBVd de una planta a otra al no desinfectar de forma correcta (Teliz y Mora, 2019). La replicación dentro de las células ocurre en el cloroplasto, este organelo celular se encarga del proceso de fotosíntesis en la planta. El segundo paso ocurre cuando el ARN genómico del viroide se transporta al cloroplasto. En el tercer paso se genera la replicación simétrica mediante el proceso conocido como “círculo rodante” y en el último paso los nuevos genomas salen de la célula presumiblemente mediante el transporte de célula a célula.

## MÉTODOS DE CONTROL DEL ASBVd

No existe un tratamiento curativo, por lo que es importante realizar el control preventivo. La selección de portainjertos y variedades libres del viroide, así como la erradicación de árboles infectados (Semancik, 2003). Para reducir la diseminación de planta y planta, se deben desinfectar las herramientas de injerto, poda y cosecha con una solución de hipoclorito de sodio al 20 % o peróxido de hidrógeno al 6 % que potencialmente tienen la capacidad de inactivar a los viroides así como evitar su propagación (Desjardins *et al.*, 1987).

## ESTATUS FITOSANITARIO DEL ASBVd EN MÉXICO

México exporta aguacate a diversos países: entre ellos a Estados Unidos, Francia, Japón, Canadá y China entre otros, sin embargo, durante un periodo de siete años se generó una controversia con Costa Rica, cuando dicho país tomó medidas restrictivas para la importación de frutos de aguacate mexicano por la presencia del ASBVd. El Gobierno de México integró una defensa sólida con base en argumentos técnicos-científicos liderados por el Dr. Daniel Téliz Ortiz, académico del Colegio de Postgraduados (COLPOS).

En el año 2022 la Organización Mundial del Comercio (OMC), otorgó el fallo a México, considerando que el aguacate mexicano no representa riesgo alguno para la sanidad del cultivo en Costa Rica, debido a que el fruto es enviado para consumo humano, por lo tanto se dio a conocer el informe definitivo que concluye que, al imponer restricciones injustificadas al aguacate proveniente de México, Costa Rica incumplió sus obligaciones establecidas en el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias. Al abrir nuevamente el mercado los productores mexicanos exportarán a Costa Rica un promedio de 15 mil toneladas anuales (SENASICA, 2022).

## CONCLUSIÓN

La mancha de sol en aguacate es una enfermedad silenciosa, debido a que muchos árboles se mantienen asintomáticos, pero no dejan de ser portadores y aunque la proporción de la presencia de la enfermedad es mucho menor a las enfermedades provocadas por hongos en aguacate por mencionar un ejemplo, hay productores afectados por el ASBVd. El manejo de la enfermedad suele ser complicado, debido a que no se conoce el ciclo de la enfermedad provocada por este

viroide. Actualmente, se sigue realizando investigación científica para conocer más a detalle a este viroide y ayudar a los productores para que no tengan que desmontar sus árboles con ya varios años de producción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bani, H. S. M. (2009). Respuesta de distintos genotipos de cítricos y géneros afines a la infección con viroides [Tesis Doctoral]. Universidad Politécnica de Valencia. 155 p.
- Desjardins, P. R., P. J. Sasaki, R. J. Drake. (1987). Chemical inactivation of avocado sunblotch viroid on pruning and propagation tools. *California Avocado Society Yearbook* 71:259-262.
- Flores, R., Gago, Z. S., Serra, P.; Sanjuán, R.; Elena, S.F. (2014). Viroids: Survivors from the RNA world? *Annu. Rev. Microbiol.*, 68, 395–414. <https://doi.org/10.1146/annurev-micro-091313-103416>.
- Geering, A. D. (2018). A review of the status of *Avocado Sunblotch* viroid in Australia. *Australasian Plant Pathology*, 47, 555-559. <https://doi.org/10.1007/s13313-018-0592-6>
- Saucedo, C. J.R, Téliz, O. D., Ochoa, A. S., Ochoa, M. D., Vallejo, P. M.R., Beltrán, P. H. (2014). Effect of *Avocado sunblotch viroid* (ASBVd) on avocado yield in Michoacan, México. *Eur. J. Plant Pathol.* 138, 799–805. <https://doi.org/10.1007/s10658-013-0354-9>
- Schnell, R. J., Kuhn, D. N., Olano, C. T., & Quintanilla, W. E. (2001). Sequence diversity among avocado sunblotch viroids isolated from single avocado trees. *Phytoparasitica*, 29, 451-460. <https://doi.org/10.1007/BF02981864>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (24 de julio de

2023). *Prensa*. Respalda trabajo científico reputación sanitaria de las exportaciones mexicanas <https://www.gob.mx/senasica/prensa/respalda-trabajo-cientifico-reputacion-sanitaria-de-las-exportaciones-mexicanas-314838>

- Suarez, I. E., Schnell, R. A., Kuhn, D. N., & Litz, R. E. (2006). Recovery and indexing of avocado plants (*Persea americana*) from embryogenic nucellar cultures of an avocado sunblotch viroid-infected tree. *Plant cell, tissue, and organ culture*. 84, 27-37. <https://doi.org/10.1007/s11240-005-7532-1>
- Téliz D (2019). El Aguacate y su Manejo Integrado. (2ª Ed). Mundi Prensa. Mexico. 321 P. Viralzone (24 de Julio de 2023). Virón. <https://viralzone.expasy.org/6917>