

## **FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS QUE AFECTAN LA ADAPTACIÓN Y CRECIMIENTO EN PLANTACIONES JÓVENES DE AGUACATE EN SAYULA, JALISCO, MÉXICO**

Medina-Urrutia, V. M.; E. Baltazar-Lorenzo, E.; Virgen-Calleros, G.; Pimienta-Barrios, E.

CUCBA-Universidad de Guadalajara; Camino Ramón Padilla Sánchez, Zapopan Jalisco 44150. México.  
Correo-e: [muv20099@cucba.udg.mx](mailto:muv20099@cucba.udg.mx)

### **Resumen**

La zona sur del estado de Jalisco con 15,000ha, se ha convertido en la segunda región más importante productora de aguacate en México. En esa zona las condiciones de clima y suelo son diferentes a la tradicional franja aguacatera de clima templado y suelos profundos de Michoacán. Lo anterior, ha propiciado la presencia de varios problemas que afectan al cultivo. El objetivo de este estudio fue determinar los factores bióticos y abióticos que inciden en los árboles y que afectan el crecimiento y desarrollo del aguacate en la región de Sayula, Jalisco, México. Se realizó una exploración y registro de 13 variables relacionadas con factores bióticos y abióticos, en 28,500 árboles de una huerta de aguacate de seis años, establecida en un suelo migajón arcillo arenoso de poca profundidad a 1200 msnm. Se observó una fuerte variabilidad entre los árboles en cuanto a la edad, altura y diámetro de copa, índice de compatibilidad patrón-injerto y textura del tronco del patrón. Solo un 55% de los árboles produjeron flores y 30.4% mostraron frutos en crecimiento. Los mayores riesgos que limitan la producción de aguacate en esa zona fueron la muerte del 15.8% de los árboles causada por *Phytophthora*; los síntomas de salinidad que estuvieron presentes en el 67.2% de los árboles, con un índice de daños de medio a severo. Otros factores que seguramente causaran mayor impacto en un futuro cercano son: la muerte regresiva de ramas, la clorosis por deficiencia de hierro, mancha oscura del follaje, golpe de sol en frutos. Se discute la influencia del material usado como portainjerto, condiciones de clima, uso de agua salina y falta de manejo oportuno de enfermedades como algunos de los factores que favorecen la falta de adaptación y crecimiento adecuado de los árboles en esta región.

**Palabras clave adicionales:** *Persea americana*, *Phytophthora*, salinidad, portainjertos criollos.

### **BIOTIC AND ABIOTIC FACTORS AFFECTING ESTABLISHMENT AND GROWTH OF NEW AVOCADO ORCHARDS IN SAYULA, JALISCO, MEXICO**

#### **Abstract**

The south of the state of Jalisco is the second largest avocado producing region of Mexico. Climate and soil conditions in this area are quite different to the traditional avocado region of Michoacán. A number biotic and abiotic problems have been identified in this region. This work was carried out to determine the main biotic and abiotic factors affecting the growth and development of avocado trees in Sayula, Jalisco, Mexico. Around 28,500 trees from one avocado orchard were chosen to register 13 parameters related to biotic and abiotic factors. The orchard is located at 1,200 m altitude and was established on a superficial clay-loam sandy soil. Strong variability was observed between the trees in age, tree size, compatibility in the bud union and external bark texture of the trunk. Only 55% of the trees were able to flower and 30.4% produced fruit. Presence of *Phytophthora* root rot resulted in 15.8% of tree losses; canopy damage caused by salinity affected 67.2% of trees. Both factors are by now the main problems in the region. Dye back of branches disease, chlorosis caused by Fe deficiency and sunburn of fruit were also present. The last factors probably can move in the near future and would convert in a bigger problem.

**Additional keywords:** *Persea americana*, *Phytophthora*, salinity, criollo rootstocks.

## Introducción

En México, el estado más importante productor de aguacate (*Persea americana* Mill) es Michoacán donde se cultivan más de 90,000ha distribuidas en cerca de 30 municipios (Coria-Avalos, 2009; Téliz-Ortiz y Marroquín-Pimentel, 2015). La mayoría de las localidades donde prospera el aguacate en esta entidad, están ubicadas en una franja montañosa propia de las coníferas, donde la altitud es superior a los 1,500 msnm. En esa región predomina un ambiente climático templado, húmedo y subhúmedo con 1,200 a 1,600 mm de precipitación anual, y una temperatura media de 8 a 21 °C (Téliz-Ortiz y Marroquín-Pimentel, 2015). Alcantar-Rocillo (2009), señala que los árboles de aguacate de raza mexicana se adaptan a altitudes de 1,500 a 3,000 msnm, mientras que los de raza guatemalteca, prosperan mejor de 1,000 a 2,000 msnm. Sin embargo, el mismo autor señala que es posible que la raza guatemalteca se desarrolle aceptablemente aún a altitudes inferiores a 1,000 msnm. Los suelos donde prospera el aguacate en Michoacán son tipo Andosol y Luvisol. Los Andosoles son derivados de cenizas volcánicas recientes, muy ligeros y con alta capacidad de retención de agua y nutrientes, aunque susceptibles a la erosión y fuertes fijadores de fósforo; los Luvisoles de textura arenosa, son de color rojo o claro y modernamente ácidos con alta susceptibilidad a la erosión (Anguiano et al., 2003; citado por Alcantar-Rocillo, 2009). La mejor condición son los suelos de pH 5.5 a 7.5, francos y permeables. Las huertas más antiguas de aguacate en Michoacán en su mayoría se plantaron a distancias amplias originando densidades de plantación inferiores a 160 árboles/ha. Aunque recientemente se ha experimentado con distancias más cortas que alojan una cantidad de 400 árboles/ha (Larios-Guzmán et al., 2009).

Debido a cuestiones ambientales y dado que el interés del mercado, este frutal ha mostrado un franco aumento de la superficie, expandiéndose a regiones de otros estados. Las nuevas plantaciones de aguacate se han salido de su típico ambiente y se cultivan en regiones del país, donde las condiciones de clima y suelo son variables y distintas de aquellas de Michoacán. Una de las entidades donde esta especie ha crecido de manera espectacular, es el estado de Jalisco que en los últimos seis años se ha convertido en la segunda región más importante del país con una superficie estimada en 15,000ha. Dado que la altitud donde se han establecido las nuevas plantaciones en Jalisco varía de 800 a 1,600 msnm, las condiciones de clima son generalmente más cálidas que en Michoacán. Así mismo las condiciones de suelo son extremadamente variables. En el caso de la región sur de Jalisco, los municipios de Zapotlán el Grande y Sayula es donde el aguacate se ha expandido más rápidamente. Los suelos de Zapotlán el Grande son arenosos y profundos, mientras que en Sayula varían de migajón arcillo-arenoso a arenoso, pedregosos y poco profundos. Por otro lado, las plantaciones de Jalisco se han venido manejando

aprovechando las experiencias y la tecnología de los productores de Michoacán. Entre algunos de los componentes adoptados en Jalisco destacan el uso de altas densidades de plantación, riego presurizado y fertirrigación. Algunas de estas tecnologías son derivadas de la investigación generada en Michoacán y otras adoptadas de la experiencia de otros países.

Sin embargo, en el caso de la región de Sayula, la adaptación del cultivo a las condiciones de clima y suelo ha sido un tanto difícil. En los primeros años los árboles han mostrado diversos problemas bióticos y abióticos que dificultan el crecimiento y producción de los árboles. Debido a lo anterior y a la falta de experiencia en el manejo de este cultivo en estas nuevas condiciones, principalmente en lo que se refiere a la fitosanidad, los costos de producción se han incrementado considerablemente.

El objetivo del presente estudio fue determinar mediante un diagnóstico *in situ* los factores bióticos y abióticos que inciden en los árboles y que afectan el crecimiento y desarrollo del aguacate en la zona de Sayula, Jalisco, México.

### **Materiales y Métodos**

El presente estudio se realizó en el predio de aguacate denominado “Ojo de Agua” localizado en las coordenadas 19.9471 Latitud N y -103.6178 Longitud W, a 1,200 msnm, en el municipio de Sayula estado de Jalisco. El huerto cuenta con una superficie de 95 ha.

**Características de predio.** El trabajo se realizó en un huerto de una edad de seis años y se plantó a una distancia de 6 x 3 m, lo que origina una densidad de 555 árboles/ha. En la plantación se emplearon árboles de los cvs. Hass y Méndez injertados sobre patrones criollos mexicanos. Los árboles fueron adquiridos de viveros de Michoacán e introducidos a esta región. El suelo es de textura migajón arcillo-arenosa, pedregoso y con escasa profundidad. El pH del suelo es de tendencia alcalina variando 7.2 a 8.2 y la conductividad eléctrica es de 0.77 dS/m<sup>-1</sup>. Los árboles se riegan a través de sistema de goteo. Se aplican 8 horas de riego dos veces por semana, con un gasto de 3.78 litros por hora durante el periodo de noviembre a mayo. El agua proviene de un pozo profundo, con un pH de 7.3 a 8.4 y sobrepasa los niveles permitidos de bicarbonatos y cloruros. También es ligeramente alta en la relación de absorción de sodio. La conductividad eléctrica del agua es de 1.21 a 1.3 dS/m<sup>-1</sup>.

**Metodología:** El total de árboles del huerto es de 53,000. De esa cantidad, la mitad fueron elegidos para realizar este trabajo. Durante un periodo de cinco meses (enero a mayo de 2016), diariamente se visitó el huerto y se hizo un recorrido registrando diversas variables en cada uno de los árboles. Dado que el número de unidades revisadas fue de 28,500 árboles y considerando que este trabajo corresponde a una parte de un proyecto de mejoramiento más amplio, se optó

por seleccionar escalas que permitieran cuantificar las variables de una manera rápida. El personal encargado de este trabajo fue siempre el mismo con el fin de evitar criterios diferentes en la percepción del estatus de los árboles.

Las variables que se registraron fueron las siguientes:

**Edad de los árboles:** Los árboles se clasificaron en tres categorías: de 1 a 2 años de edad, 2 a 4 y mayores de 4 años. Previamente y se consideró el criterio del productor para clasificar la edad árboles con el mayor cuidado posible.

**Altura y diámetro de copa:** Para el registro de esta variable los árboles se clasificaron en pequeños, medianos y grandes. Estas categorías correspondieron a los árboles con una altura y diámetro de copa estimados de: < 2 m, 2 a 4 m y > de 4 m. En este caso se evaluaron únicamente los árboles con una edad superior a los 3 años. Los replantes y árboles menores de 3 años no se incluyeron.

**Compatibilidad patrón-injerto:** Para esta variable se consideró la siguiente escala: 1: similar grosor del tronco en la unión injerto y patrón, 3: grosor de patrón ligeramente superior al injerto, 5: diámetro de tronco del patrón marcadamente mayor que el injerto.

**Textura de la corteza.** Esta variable se refiere únicamente al tronco del patrón. Para ello se clasificó la textura de la corteza en: 1=liso, 3=rugosa, ligeramente agrietada y 5=marcadamente rugosa y agrietada. Cabe aclarar que el agrietamiento de la corteza no implicó daños al tronco.

**Marchitez por *Phytophthora*:** esta variable se clasificó únicamente en dos categorías: árboles sanos y enfermos. Se consideraron como árboles enfermos aquellos que mostraron síntomas típicos de clorosis en las hojas y flacidez del follaje. También bajo este rubro se incluyeron aquellos árboles que mostraron un estado más avanzado, caracterizado por la muerte de ramas.

**Índice de salinidad en el follaje:** se consideraron tres categorías en base a los síntomas de quemadura de las hojas: 1=árboles sin síntomas, 3=árboles con síntomas y daños ligeros en el ápice y borde de las hojas, y 5= quemadura severa y abarquillamiento de las hojas.

**Golpe de sol en frutos:** Esta variable se registró únicamente en los árboles que tuvieron frutos en la copa. Solo se usaron dos categorías. Árboles que mostraron frutos verdes, sin síntomas y árboles que presentaron frutos con clorosis en una porción de la cascara del fruto o daños más avanzados en la corteza con una coloración rojiza a negra.

**Muerte regresiva:** en este caso los árboles se clasificaron de acuerdo al daño en 4 categorías: 1=sin daños, 3=daño ligero, con 10-25% del follaje dañado, equivalente a una pocas ramas juntas o dispersas en la copa del árbol, 5=daño medio, con 25-50% de follaje dañado, mostrando una rama principal afectada y, 7=daño severo, 50-100% de las ramas principales afectadas.

**Clorosis férrica:** los síntomas por deficiencia de hierro fueron registrados usando el siguiente criterio: 1=sin síntomas, 3=con síntomas de clorosis férrica. La clorosis se presentó en un sector del árbol, en más de dos sectores con lesiones necróticas en el borde de las hojas.

**Índice de floración y fructificación:** para registrar el índice de floración y fructificación los árboles se clasificaron de acuerdo con el siguiente criterio: 1) baja, sin actividad, 2) media, árboles con menos del 50% de la copa con actividad reproductiva, 3) alta, árboles con más del 50% de la copa mostrando actividad reproductiva. Este parametro se registro únicamente en los árboles mayores de tres años.

**Mancha oscura de las ramas:** se revisaron ramas de la parte oriente y poniente de los árboles sobre una da cada posición, se registro la presencia de manchas oscuras o negras, adheridas a la superficie de la rama. Se uso la siguiente escala: 1) Sin daño, 3) daño ligero manchas aisladas, 5) rdaño medio, manchas grandes; 7) la mayor parte de la rama con manchada.

### **Resultados y Discusión**

**Edad de árboles:** Los árboles de este huerto se plantaron hace 6 años. Sin embargo, se observó que del 100% de árboles, un 70% correspondieron a la edad superior a los 4 años, en condición adecuada para producir. Del resto de los árboles, un 7.4% tuvieron una edad de dos a cuatro años; y el restante porcentaje que equivalió al 10.9%, tuvieron una edad inferior a los dos años y un 8.9% de fallas (Figura 1). La suma de fallos, más los replantes menores de dos años, arrojó un total cercano al 20% de árboles, los cuales fallaron en desarrollar de manera adecuada durante los primeros dos años. La principal causa de esta falla estuvo asociada a la marchitez causada por *Phytophthora* spp (Virgen-Calleros, 2016, comunicación personal). A la pérdida de árboles causada por esta enfermedad se tendría que añadir la pérdida de rendimiento por no alcanzar la edad adecuada para entrar en producción.

**Altura de árboles y diámetro de copa.** Para el registro de datos de esta variable fueron considerados únicamente los árboles con una edad superior a los tres años. Por tanto, se excluyeron los árboles pequeños y fallas. El 21.6% de los árboles mostraron una altura inferior a los 2 m, no obstante que muchos de ellos tuvieron arriba de 4 años de edad. La gran mayoría de los árboles desarrollaron una altura de 2 a 4 m., mientras que el 30.8% alcanzaron una altura superior a los 4 m. (Figura 1). El diámetro de copa siguió una tendencia similar a la altura (Figura 1), aunque en este caso los árboles más grandes, expandieron su follaje hacia la calle.

Aunque falta más información para concluir de manera definitiva, los resultados anteriores revelan la existencia de una gran variabilidad de los árboles, en cuanto a crecimiento. Considerando que se utilizan las mismas variedades y que el manejo y el tipo de suelo es el mismo para toda la

huerta, entonces la variabilidad en el vigor de los árboles, se podría atribuir al uso del material usado como portainjertos, los cuales son típicamente mono-embrionarios. Los portainjertos mono-embrionarios tienden a expresar variabilidad genética (Castro et al., 2008). En varias especies de frutales, incluyendo el aguacate, también se ha documentado que la variabilidad de portainjertos se puede manifestar por su diferente grado de adaptación al suelo, influencia en el vigor y crecimiento de los árboles y su efecto en la producción y calidad de fruta de la variedad usada como injerto (Castro y Col., 2008; Barrietos-Priego et al., 2015; Koepke y Dhingra 2013). Con estas evidencias se presupone una gran diversidad de portainjertos en esta plantación.

**Compatibilidad patrón-injerto:** Más del 68% de los árboles presentaron una discrepancia entre el diámetro del patrón y el diámetro del injerto, lo cual se manifestó con claridad por el mayor crecimiento del diámetro del patrón respecto al injerto. De este porcentaje, cerca del 10% de los árboles mostraron un diámetro de patrón marcadamente más grueso que la variedad. Mientras que, el 18% de los árboles tuvieron un grosor injerto y patrón similar, lo que reveló una compatibilidad perfecta en el tejido de ambos genotipos (Figura 2). Los reportes en otras especies indican que cuando el grosor del portainjerto es mayor que el injerto o viceversa es un signo de cierta incompatibilidad. En cítricos, salvo raras excepciones, esta incompatibilidad no necesariamente afecta la producción de fruta. De hecho, algunas combinaciones en cítricos y mango, con cierta incompatibilidad, desarrollan árboles más pequeños, (Medina-Urrutia et al., 2014; Ávila-Reséndiz et al., 1993) lo cual puede ser deseable en aguacate.

**Textura del tronco:** El tronco de la gran mayoría de los árboles presenta una textura lisa en la parte correspondiente al tronco del patrón. Sin embargo, fue notable la presencia de un 28% de árboles cuya textura en la corteza fue rugosa y un 10% de árboles con textura rugosa y rajaduras en superficie de la corteza del tronco (Figura 2). Obviamente lo deseable es tener textura lisa en el tronco del patrón. A la edad que actualmente tienen los árboles no se puede saber si la corteza rugosa ligera o severa representa algún riesgo para la sanidad de los árboles. Pero por la experiencia en otros frutales, la variación en esta característica podría ser atribuida al portainjerto, lo que indica entonces una alta variabilidad en la población.

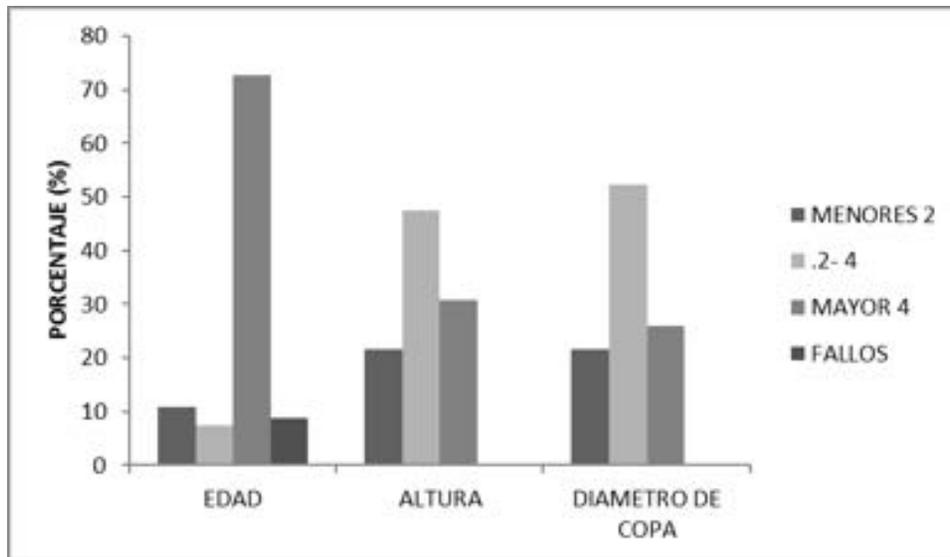


Figura 1. Distribución de la edad y características de crecimiento de árboles de aguacate en una localidad de Sayula, Jal. México. Edad en años, Altura y Diámetro de copa en metros.

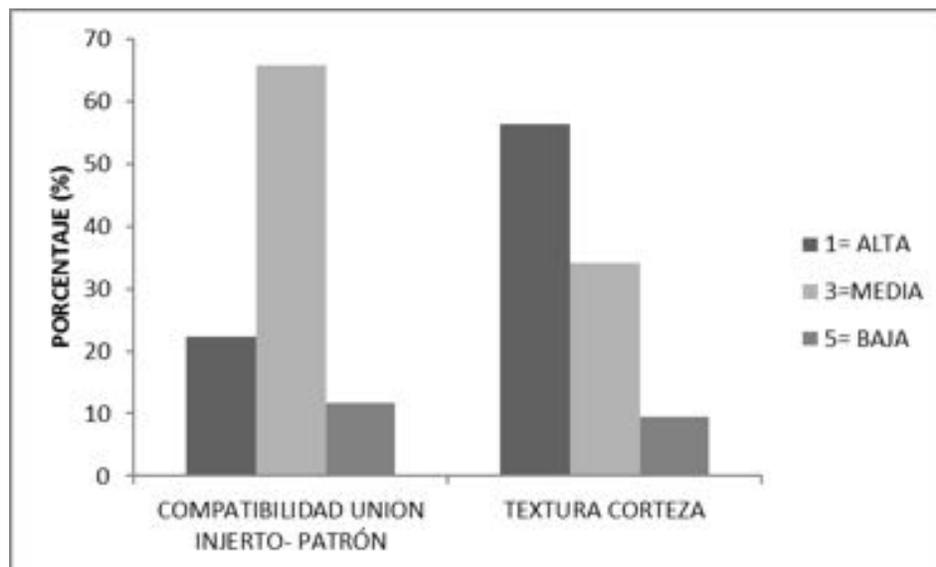


Figura 2. Compatibilidad patrón- injerto y textura de la corteza del tronco del patrón de árboles de aguacate en Sayula, Jal. México. Índice de compatibilidad: 1= alta, 3= media, 5= baja.

**Índice de salinidad:** La salinidad fue un factor que influyó fuertemente en el comportamiento de los árboles. Únicamente el 32.8% de los árboles no mostraron síntomas de salinidad en el follaje. Del porcentaje restante, 65.5% manifestaron síntomas ligeros de salinidad y 1.7% síntomas severos. Se considera que la salinidad fue inducida por el uso de una fuente de agua rica en cloruros y bicarbonatos (Figura 3). Estos resultados confirman reportes previos donde se indica la alta susceptibilidad de árboles de aguacate a la salinidad (Tapia-Vargas y Col, 2009 en Coria-

Avalos, 2009). Por otro lado, la distinta respuesta de los árboles a la salinidad podría estar asociada al uso de diversidad de portainjertos, lo cual ya ha sido reportado previamente (Barrientos-Priego et al., 2015).

**Índice de floración y fructificación:** La mayoría de los árboles en condición adulta fueron capaces de producir floración. Sin embargo, la mayor parte de los árboles (69.6%), mostraron un índice de floración medio. Solo el 15.4%, tuvieron una floración fuerte. Llamo la atención que el 15% de los árboles no florecieron (Figura 3). Aunque con valores un tanto diferentes, pero la tendencia de los árboles en cuanto a fructificación fue muy parecida a la floración (Figura 3). La marcada diferencia entre árboles en floración y fructificación se debió a la existencia mezclada de los cvs. Hass y Méndez, que florecen y fructifican en diferentes épocas. Aunque en este estudio no se presentan resultados de floración y fructificación por variedad, fue notablemente variable la respuesta, aun dentro de un mismo genotipo.

**Marchitez por *Phytophthora*:** Aunque la mayoría de árboles no fueron afectados por esta enfermedad, hubo un 15.4% de los árboles que si sufrieron daños por ese patógeno que ocasionó gradualmente la pérdida de numerosos árboles (Cuadro 1). Estudios más detallados deberán realizarse para identificar las cepas y despejar la duda si son nativas o fueron introducidas. Algunas líneas de razas de aguacate mexicano empleadas como portainjerto, han sido reportadas como tolerantes a esta enfermedad; no obstante, muchas otras son susceptibles (Barrientos-Priego et al., 2015). Lo anterior quedó de manifiesto puesto que hubo una considerable cantidad de árboles que se perdieron, pero también hubo poblaciones que sobrevivieron y desarrollaron aceptablemente.

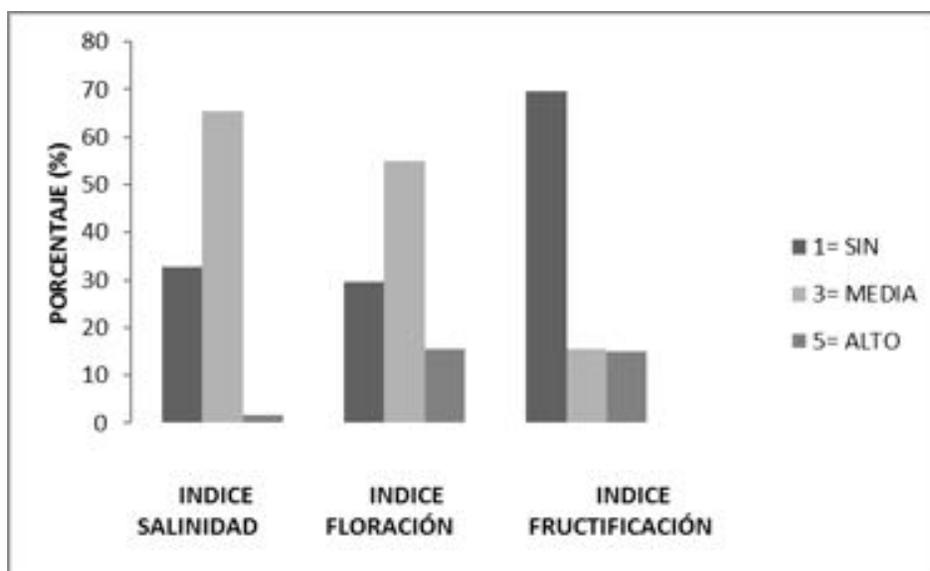


Figura 3. Índices de salinidad, floración y fructificación de árboles de aguacate en Sayula Jal., México

**Quemaduras de sol en frutos:** El 21.4% de los árboles mostraron frutos con quemaduras de sol. El resto de los árboles tuvieron frutos sin daño por este factor. Este problema estuvo asociado a la pérdida fuerte de follaje en la copa de los árboles (Cuadro 1). Generalmente los árboles que más follaje perdieron, fueron aquellos afectados por salinidad y enfermedades del follaje.

Cuadro 1. Índice de daños causados al follaje y frutos por agentes bióticos y abióticos en árboles de aguacate en Sayula, Jal. México.

Índice	Con síntomas de marchitez por <i>Phytophthora</i> (%)	Con síntomas de quemadura de sol en frutos (%)	Con síntomas de deficiencia de hierro en follaje (%)
1=Sin daño	15.8	78.5	99.3
3=Con daño	84.2	21.4	0.7

**Clorosis férrica.** La gran mayoría de las plantas que correspondieron al 99.3% de los árboles, no mostraron síntomas de clorosis por deficiencia de hierro (Cuadro 1). Sin embargo, 0.7% que representan alrededor de 200 árboles, mostraron síntomas ligeros a fuertes de clorosis. Los síntomas ligeros de clorosis férrica se caracterizaron por mostrar una parte o un sector del follaje del árbol, mientras que los síntomas severos de clorosis se manifestaron en más de dos sectores, además de lesiones necróticas en el borde de las hojas.

**Mancha oscura de las ramas:** Los resultados sobre la incidencia y severidad de este problema indicaron que el 57.9% de las ramas de los árboles no mostraron síntomas aparentes de manchado oscuro de las ramas. Si embargo, el restante 42.1% tuvieron diversos grados de incidencia, correspondiendo a los daños medios y severo el 37.1% (Cuadro 2). Aunque a la fecha no se ha comprobado la manera como afecta este problema a los árboles, llama la atención que avanza de manera rápida y podría representar un riesgo de mayor impacto en el futuro cercano.

**Muerte regresiva:** La mayoría de árboles (95.5%), no mostraron síntomas de muerte regresiva. No obstante, el resto de los árboles mostraron daños por esta enfermedad de ligeros a fuertes. Se sabe que los síntomas de muerte regresiva están presentes en el follaje de los árboles la mayor parte del año (Cuadro 2). Sin embargo, durante la época en que se registraron los daños, hubo baja incidencia de la enfermedad. Los meses de mayor afectación son en la época previa al inicio de lluvias (mayo y junio). Lo importante es el hecho de que las variedades de aguacate son susceptibles a este patógeno y que, habiendo condiciones favorables de clima para su desarrollo, puede ocasionar la muerte del árbol.

Cuadro 2. Índice de daños causados al follaje por agentes bióticos en árboles de aguacate en Sayula, Jalisco, México.

Índice	Árboles con síntomas de mancha oscura en ramas (%)	Árboles con síntomas de muerte descendente (%)
1=Sin daño	57.9	95.5
3=Daño ligero	5.0	1.8
5=Daño medio	24.2	2.4
7=Daño fuerte	12.9	1.3

### Conclusiones

Los árboles presentaron una fuerte variabilidad en lo que se refiere a edad, tamaño de árbol, afinidad injerto-patrón y textura del tronco. La muerte de árboles por *Phytophthora* representó un grave riesgo actual, ya que causó la muerte del 5% de árboles por año. El 67.2% de los árboles, mostraron síntomas de salinidad en el follaje, causados posiblemente por el uso de agua salina y la fertilización, lo que constituye otro factor de riesgo muy importante que puede favorecer a factores bióticos como la muerte regresiva. Otros problemas que también estuvieron presentes en el cultivo, aunque en menor proporción, fueron la muerte regresiva, el golpe de sol en frutos, y la clorosis férrica. Estos factores representan también un riesgo potencial de gran importancia en un futuro cercano. En su conjunto, los diversos factores limitan el adecuado crecimiento y ocasionan una marca irregularidad en la floración y fructificación de los árboles.

### Literatura Citada

- Alcántar-Rocillo J J. 2009. Requerimientos agroecológicos pp. 17-27. En Coria-Avalos V. M. (Ed). Tecnología para la producción de aguacate en México. Libro Técnico Número 8. SAGARPA-INIFAP. Segunda Edición y Primera Reimpresión. Uruapan, Michoacán, México. 223 p.
- Ávila-Reséndiz, C., E. Pérez-García, E. Matheis-Toledano, and R. Mosqueda-Vázquez. 1993. Production efficiency of compact "Manila" mangos grafted onto different interstock/rootstocks combinations. *Acta Horticulturae* 341: 281-287.
- Barrientos-Priego, A. F., J.C. Muñoz-Pérez, M. Reyes-Alemán, W. Borys, M. T. Martínez -Damián. 2015. Taxonomía, cultivares, portainjertos pp. 29-62. En: Téliz D y A Mora (Cood). El aguacate y su manejo integral. Biblioteca Básica de Agricultura. Colegio de Postgraduados. 321 p.
- Castro M, C. Fassio, N. Darrouy. 2008. Portainjertos de aguacate en Chile. *Horticultura Internacional*: 62: 42-46.
- Coria-Avalos V. M. 2009. Tecnología para la producción de aguacate en México. Libro Técnico Número 8. SAGARPA-INIFAP. Segunda Edición y Primera Reimpresión. Uruapan, Michoacán, México. 223 p.
- Koepke T., A. Dhingra. 2013. Rootstock scion somatogenetic interactions in perennial composite plants. *Plant Cell Report*. 32:1321-1337
- Larios-Guzmán, A; L. M. Tapia-Vargas, I. Vidales-Fernández, F. J. Villaseñor-Ramírez. 2009. Establecimiento de huertos. pp. 28-35. En: Coria-Avalos V. M. (Ed). Tecnología para la producción de aguacate en México. Libro Técnico Número 8. SAGARPA-INIFAP. Segunda Edición y Primera Reimpresión. Uruapan, Michoacán, México. 223 p.

- Medina-Urrutia V. M., M.M. Robles-González, M. A. Rocha-Peña, G. Virgen-Calleros, J. E. Reyes-Hernández, E. Fernández-Rivera. 2014. Growth, yield and fruit quality of Tahiti Lime on eight standard rootstocks affected by soil depth. *Journal of Agricultural Science and Technology B* 4: 793-803
- Tapia-Vargas, L. M, A. Larios-Guzmán, J. Anguiano-Contreras. 2009. Uso y manejo del agua y nutrición. pp. 54-116. En: Coria-Avalos V M. (Ed). *Tecnología para la producción de aguacate en México. Libro Técnico Número 8*. SAGARPA-INIFAP. Segunda Edición y Primera Reimpresión. Uruapan, Michoacán, México. 223 p.
- Téliz-Ortiz, D; F. I. Marroquín-Pimentel. 2015. Importancia histórica y socioeconómica del aguacate pp. 1-28. En: Téliz D. y A. Mora (Coord). *El Aguacate y su Manejo Integrado*. Editorial Mundi Prensa, México.