

Effect of COVID-19 on the phytosanitary condition and commercialization of avocado in Jalisco

Efecto de COVID-19 en la fitosanidad y comercio del aguacate en Jalisco

Cecilio Castañeda-Cabrera, Catarino Perales-Segovia*, Tecnológico Nacional de México, Km. 18 Carretera Ags. - SLP, El Llano Aguascalientes, C.P. 20330; Mario A. Miranda-Salcedo, INIFAP Apatzingán, Km. 17.5, Carretera Apatzingán-Cuatro Caminos, Apatzingán, Michoacán, C.P. 60781; Ernesto González Gaona, INIFAP, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, C.P. 20660 *Corresponding author: cperales55@hotmail.com

Received: February 28, 2021.

Accepted: April 20, 2021.

Castañeda-Cabrera C, Perales-Segovia C, Miranda-Salcedo MA and González-Gaona E. 2021. Effect of COVID-19 on the phytosanitary conditions and commercialization of avocado in Jalisco. Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 362-371.

DOI: <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-17>

Abstract. Avocado crop (*Persea americana*) in Ciudad Guzmán, Jalisco, Mexico, is affected by pests and diseases that have worsened with the COVID-19 (SARS-CoV-2) pandemic. Damage to fruits has increased due to the reduction of the workforce by more than half, which restricts crop sampling and the timely control of pests. Furthermore, the closure of businesses and the consequent lack of agricultural inputs have affected the management and profitability of avocado crop. The restricted access to markets such as Monterrey, Mexico City and Guadalajara has also affected avocado availability.

Key words: SARS-CoV-2, agriculture, fruit cultivation, plant health

Resumen. El cultivo de aguacate (*Persea americana*) en Ciudad Guzmán, Jalisco, México, es afectado por plagas y enfermedades que se han agudizado con la pandemia del COVID-19 (SARS-CoV-2). Los daños en frutos han aumentado por la reducción a más de la mitad de la fuerza laboral, limitando el muestreo y el control oportuno de las plagas. Además, el cierre de negocios y la consecuente falta de agro insumos ha limitado el manejo y rentabilidad del cultivo de aguacate. El cierre del acceso a los mercados como Monterrey, Ciudad de México y Guadalajara ha afectado también la disponibilidad del aguacate.

Palabras claves: SARS-CoV-2, agricultura, fruticultura, sanidad vegetal

La enfermedad COVID-19

La enfermedad COVID-19, causada por el coronavirus SARS-CoV-2, ocasiona afecciones al sistema respiratorio que incluyen síntomas similares a un resfriado con fiebre, dolor de articulaciones

COVID-19 disease

The COVID-19 disease, caused by the SARS-CoV-2 coronavirus, affects the respiratory system, producing symptoms similar to those of a cold with fever, joint and headache pain, and even oxygenation difficulties, which may lead to hospitalization and intubation in severe cases. In people with chronic degenerative problems such as diabetes, hypertension, and obesity, or with pneumonic affectations, infection with SARS-CoV-2 can produce clinical complications that increase the risk of death. SARS-CoV-2 is an RNA virus of zoonotic origin that was first observed in chiropterans and later mutated to infect humans. It appeared in China's Wuhan province in December 2019 and is currently distributed throughout the world. It was officially declared a pandemic on March 11, 2020, by the World Health Organization (WHO). Mexico adopted health emergency measures on March 20 of the same year (DOF, 2020). As of February 8, 2021, 105 million positive cases of SARS-CoV-2 and 2.3 million deaths had been reported worldwide (WHO, 2021). In Mexico, 2.13 million positives and 192866 deaths were estimated by that time (SSa, 2021). Nine months later, at press time, Mexico recorded 3.78 million cases and 286 thousand deaths, an increase of 69 and 48%, respectively, despite an active vaccination program (Editor's Note). The COVID-19 pandemic has affected the labor and productive sectors in several ways: 1) the amount of employment (both in terms of unemployment and underemployment); 2) the quality of work (with respect to wages and access to social protection); 3) the ability of the most vulnerable groups to stay afloat in the face of the adverse consequences in the labor market (ILO, 2020).

y cabeza, hasta dificultades para oxigenar adecuadamente pudiendo requerirse hospitalización e intubación en casos graves. La infección viral en personas con problemas crónico-degenerativos como diabetes, hipertensión y obesidad, y con afectaciones neumónicas, pueden surgir complicaciones clínicas incrementando el riesgo de muerte. El SARS-CoV-2 es un virus de ARN de origen zoonótico que se presentó primero en quirópteros y posteriormente mutó para infectar humanos. Apareció en la provincia de Wuhan en China en diciembre de 2019 y actualmente está distribuido en el mundo. Fue oficialmente declarada pandemia el 11 de marzo 2020 por la Organización Mundial de la Salud (OMS). México adoptó lineamientos de emergencia sanitaria el 20 de marzo del mismo año (DOF, 2020). Al 8 de febrero 2021 se reportaron 105 millones de casos positivos a SARS-CoV-2 y 2.3 millones de muertes a nivel mundial (OMS, 2021), mientras que en México se estimaron 2.13 millones de positivos y 192866 muertes (SSa, 2021). Nueve meses después, al cierre de la edición, México registraba 3.78 millones de casos y 286 mil decesos, un incremento del 69 y 48 %, respectivamente, a pesar de un programa de vacunación activo (Nota del Editor). Las consecuencias de COVID-19 en el entorno laboral y productivo se estimó que podría impactar en: 1) la cantidad de empleo (tanto en materia de desempleo como de subempleo); 2) la calidad del trabajo (con respecto a los salarios y el acceso a protección social); y 3) los efectos en los grupos específicos más vulnerables frente a las consecuencias adversas en el mercado laboral (OIT, 2020).

La actividad agrícola en la contingencia COVID-19

En el contexto de la emergencia COVID-19, el Gobierno Mexicano consideró como actividad

Agricultural activity during the COVID-19 contingency

In the context of the COVID-19 emergency, the Mexican Government considered agriculture, together with the inputs and supply chains associated with it, like an essential activity (DOF, 2020). This included agricultural labor, fuel, seeds, fertilizers, chemical, and organic synthesis pesticides, biopesticides, and the production of biological control agents such as fungi, bacteria, insects, and mites. In Mexico, 38 crops are considered of strategic importance from a socio-economic perspective (SRE, 2016). However, the Mexican agricultural production is more extensive due to the diversity of agroecosystems, cultivated plants, and culinary tradition, with a productive reserve of 2,500 species of plants. Although the human diet throughout the world is traditionally based mainly on wheat (*Triticum aestivum*), rice (*Oryza sativa*), and corn (*Zea mays*) (UNCSN, 2020), other products have become part of the diet of many people as food supplements as a consequence of globalization. One of these products is avocado (*Persea americana*), which is native to Mesoamerica and currently among the 10 most important crops worldwide. Mexico is the main supplier, with a cultivated area of 231 thousand hectares and an annual production of 2.3 million tons (SIAP, 2019). Michoacán, the largest avocado-producing state in Mexico, has 28 to 30 thousand producers and 64 packing plants. In this state, avocado production generates an annual income of 2.7 billion dollars and 400 thousand jobs (APEAM, 2020). Michoacan accounts for 34% of the international market for this fruit (SADER, 2019). Avocado is an important food supplement that provides a rich source of vitamins and minerals (Rajendran *et al.*, 2017; SRE, 2016; Atlas Agroalimentario, 2018; SIAP, 2019). The nutraceutical properties of avocado block the

esencial a la agricultura, sus insumos y cadenas de aprovisionamiento (DOF, 2020). Esto incluye mano de obra, combustibles, semillas, fertilizantes, plaguicidas de síntesis química y orgánica, bio-plaguicidas, producción de agentes de control biológico como hongos, bacterias, insectos y ácaros. En México, 38 cultivos se consideran estratégicos desde la perspectiva socio-económica (SRE, 2016). Sin embargo, la oferta agrícola mexicana es más amplia debido a la diversidad de agroecosistemas, plantas cultivadas y culturas culinarias, contando con un acervo productivo de 2,500 especies de plantas. Aunque nivel mundial la dieta tradicional humana se basa principalmente en trigo (*Triticum aestivum*), arroz (*Oryza sativa*) y maíz (*Zea mays*) (UNCSN, 2020), la globalización ha permitido la integración de otros productos como complementos alimenticios. Uno de estos productos es el aguacate (*Persea americana*), nativo de Mesoamérica, el cual se ubica actualmente entre los 10 cultivos más importantes en el mundo. México es el principal proveedor con 231 mil hectáreas y una producción anual de 2.3 millones de toneladas (SIAP, 2019). Michoacán, la principal entidad federativa productora de este frutal con 28 a 30 mil productores y 64 emparadoras, produce una derrama económica de 2,700 millones de dólares y genera 400 mil empleos (APEAM, 2020). Aporta el 34 % del mercado internacional de esta fruta (SADER, 2019). El aguacate contribuye al aporte de vitaminas y minerales en la dieta complementaria humana (Rajendran *et al.*, 2017; SRE, 2016; Atlas Agroalimentario, 2018; SIAP, 2019). Las propiedades nutraceuticas del aguacate permiten bloquear la reducción de concentraciones de óxido nítrico y de peroxidación de lípidos, clave para la función del sistema inmunológico, y como antioxidante al disminuir formas reactivas de oxígeno (Raya-Farías *et al.*, 2018). El alto contenido en grasas no saturadas permite la extracción de aceites para la industria cosmética y farmacéutica.

reduction of nitric oxide and has a protective effect against lipid peroxidation, a key contribution to the well-functioning of the immune system. It also acts as an antioxidant by reducing reactive forms of oxygen (Raya-Farías *et al.*, 2018). Its high content of unsaturated fats makes it a rich source of oils for the cosmetic and pharmaceutical industries.

In Ciudad Guzmán, Jalisco, an expanding productive region, avocado crops are affected by several pests, including thrips (*Frankliniella bruneri*, *Heliothrips haemorrhoidalis*, *Scirtothrips perseae*, *S. aguacatae*, *S. kupandae*, and *Pseudophilothrips perseae*), mites (*Oligonychus punicae* and *O. perseae*), bone and branch borers (*Heilipmus lauri*), armored scales (*Abgrallaspis aguacatae* and *Hemiberlesia lataniae*), (Equihua-Martínez *et al.*, 2007). Avocado diseases include avocado sadness (*Phytophthora cinnamomi*) and verticillium wilt (*Verticillium albo-atrum*). The nematodes *Helicotylenchus* sp., *Rotylenchulus* sp., and *Pratylenchus* sp., have also gained importance in nurseries and seedlings (Tamayo, 2007).

The present work aims to provide information on the effects of COVID-19 on the health of avocado plants cultivated in Ciudad Guzmán, Jalisco, Mexico.

Increased damage to crops by pests and diseases

The COVID-19 pandemic disrupted the phytosanitary management of avocado crops by hindering the sampling of thrips (*Scirtothrips aguacatae*), brown mites (*O. punicae*), and crystalline spiders (*O. perseae*) due to the reduced number of technical personnel responsible for monitoring and management. These activities are part of state technical assistance programs. The disruption led to an increase in infestation, external damage to flowering and fruits. It has been reported that these pests can reduce the photosynthetic rate of plants by up to 50% and decrease production by 20% (Moaz *et al.*, 2010).

El aguacate en Cd. Guzmán, Jalisco, una región en expansión productiva, es afectado por varios organismos plaga que impactan en la producción. Entre estas, destacan trips (*Frankliniella bruneri*, *Heliothrips haemorrhoidalis*, *Scirtothrips perseae*, *S. aguacatae*, *S. kupandae* y *Pseudophilothrips perseae*), ácaros (*Oligonychus punicae* y *O. perseae*), barrenadores de hueso y ramas (*Heilipus lauri*), escamas armadas (*Abgrallaspis aguacatae* y *Hemiberlesia lataniae*), (Equihua-Martínez *et al.*, 2007). Entre las enfermedades destacan la tristeza del aguacatero (*Phytophthora cinnamomi*) y languidez del aguacate (*Verticillium albo-atrum*). Los nematodos *Helicotylenchus* sp., *Rotylenchulus* sp. y *Pratylenchus* sp., también han adquirido importancia en viveros y almácigos (Tamayo, 2007). El objetivo de este escrito fue proporcionar información del impacto de la COVID-19 en la fitosanidad del cultivo de aguacate en Cd. Guzmán, Jalisco, México.

Incremento de daños al cultivo por plagas y enfermedades

El manejo fitosanitario del cultivo que de manera indirecta afectó la pandemia fue el muestreo de trips (*Scirtothrips aguacatae*), acaro café (*O. punicae*) y cristalino y (*O. perseae*) debido al ausentismo de personal técnico responsable del monitoreo y manejo. Estas actividades están programadas en esquemas de asistencia técnica estatal. Esta limitante originó que se incrementara la infestación, el daño externo en la floración y frutos. Está documentado que estas plagas pueden reducir la tasa fotosintética hasta un 50 % y disminuir la producción en 20 % (Moaz *et al.*, 2010).

Personal técnico y aplicadores de plaguicidas

Para el manejo óptimo de plagas y enfermedades que afectan el cultivo del aguacate se requieren

Technical personnel and pesticide applicators

The optimal management of avocado pests and diseases requires around 48.8 working days per hectare/year. When COVID-19 was declared a pandemic, Mexico's Secretary of Health recommended voluntary confinement to the population. Despite the essential nature of agricultural work, it was estimated that the agricultural labor force decreased by 50%. This caused delays in the application of pesticides (conventional, organic, biological), which multiplied the impact by *O. perseeae* and *O. punicae*, as well as the incidence (10%) of anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) (Personal Communication, 2020. Phytosanitary technicians) (Figure 1).

Supply of inputs and pesticides

There is a direct relationship between alterations of the immune system induced by exposure to pesticides and the prevalence of diseases associated with the immune response (Corsini *et al.*, 2008). This poses a potentially serious health risk for populations exposed to diseases like COVID-19. The lower number of agricultural workers since the declaration of the pandemic was declared caused suppliers of agricultural inputs to reduce their working hours and days, which reduced the immediate availability of synthetic and organic agrochemicals for the control of pests and diseases. At the end of 2020, respiratory diseases caused by seasonal flu and influenza type A and B increased due to the presence of cold temperatures, which also had an impact on the availability of labor. Agricultural production companies restricted access to people with possible COVID-19 symptoms to avoid the spread of the virus among production units. In this way, the production, selection, purchase, and

alrededor de 48.8 jornales por hectárea / año. A partir de la declaración pandémica, la Secretaría de Salud recomendó a la población el confinamiento voluntario. A pesar del carácter esencial agrícola se estimó que la fuerza laboral disminuyó 50 %. Esto ocasionó retrasos en aplicaciones de plaguicidas (convencionales, orgánicos, biológicos), por lo que se incrementó la afectación por *O. perseeae* y *O. punicae* y la incidencia de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en 10% (Comunicación Personal, 2020. Técnicos fitosanitarios) (Figura 1).

Suministro de insumos y plaguicidas

Existe una relación directa entre la alteración del sistema inmunitario inducida por la exposición a plaguicidas y la prevalencia de enfermedades asociadas de la respuesta inmunitaria (Corsini *et al.*, 2008). Esto plantea un riesgo de salud potencialmente grave para poblaciones expuestas a enfermedades como COVID-19. La reducción de personal, a partir de la declaración de la pandemia, ocasionó que los proveedores de insumos agrícolas redujeran sus horarios y días laborales afectando la disponibilidad inmediata de agroquímicos sintéticos y orgánicos para el control de plagas y enfermedades. A finales del 2020 las enfermedades respiratorias causadas por la gripa estacional e influenza tipo A y B aumentaron por la presencia de temperaturas frías, lo cual también repercutió en disponibilidad de mano de obra. Las empresas de producción agrícola restringieron el acceso a personas con síntomas sospechosos a COVID-19 para evitar contagios en unidades de producción. Así, la producción, selección, compra y aplicación oportuna de plaguicidas fue afectada por la pandemia COVID-19. En ausencia de una contingencia sanitaria global como la actual, sin las dificultades de insumos y mano de obra descritas, las pérdidas por plagas en los cultivos agrícolas en general (p.e.,



Figure 1. The operational management of the main avocado pests (*Persea americana*) was affected during the COVID-19 pandemic. It is exemplified with the mite *Olygonychus punicae*. Rational management is based on monitoring (A) the mite population level (B) and its natural control agents such as the predatory mite *Amblyseius swirskii* (C); with these criteria biorational products are applied (D). With effective management it is possible to reduce damage and obtain healthy and safety fruits (E). The growers training was not carried out with the frequency and interaction required due to social distance (F, H, I). There were delays in harvest due to lack of labor and limited transport (G).

Figura 1. El manejo operativo de las principales plagas del aguacate (*Persea americana*) resultó afectado durante la pandemia COVID-19. Se ejemplifica con el ácaro plaga *Olygonychus punicae*. El manejo racional se basa en monitorear (A) el nivel poblacional del ácaro (B) y de sus agentes de control natural como el ácaro depredador *Amblyseius swirskii* (C); con estos criterios se aplican productos bioracionales (D). Con buen manejo se logra reducir daños y obtener frutos sanos e inocuos (E). La capacitación a productores no se realizó con la frecuencia e interacción requerida por la sana distancia (F, H, I). Se presentaron retrasos en cosecha por falta de mano de obra y limitación del transporte (G).

timely application of pesticides was affected by the COVID-19 pandemic. In the absence of a global health contingency such as the current one, without the associated restrictions in the supply of inputs and

ácaros, trips y escamas), enfermedades (p.e. antracnosis) y malezas pueden alcanzar hasta el 80% (Oerke, 2006). Solo las pérdidas por fitopatógenos cuestan a la economía mundial 220 mil millones de

labor, crop losses due to pests (e.g., mites, thrips, and scales), diseases (e.g. anthracnose), and weeds can reach up to 80% (Oerke, 2006). Losses caused by plant pathogens alone cost the world economy US \$220 billion each year (Savary *et al.*, 2019). The impact of the COVID-19 pandemic should be added to these costs, although there are still no global estimates of agricultural losses derived from the pandemic. However, the shortage of inputs and labor affected agricultural production in different ways, according to the production model. For example, organic agriculture and agroecological farming systems are less dependent on synthetic inputs compared to technified agricultural systems.

Marketing of agricultural products

Consumer requirements have changed over time and the agri-food industry is following new trends in health and safety. The factors that influence these trends include health considerations, marketing, work habits, idiosyncrasies, and socio-economic conditions. In Mexico, as in most countries affected by the COVID-19 pandemic, restrictions were established on the movement of people; crowd events or activities were canceled; shops, public spaces, and educational centers were closed. The restrictions on mobility in cities such as Monterrey, Guadalajara, and Mexico City, reduced the flow of food (foreign and local), which constitutes a major problem in places with high population density. The pandemic highlighted various aspects of the sustainability problems of large cities (Altieri and Nicholls, 2018), mainly those related to health systems since large cities were the most affected. Avocado prices fell between 25 and 30% during the pandemic (APEAM, 2020). In the first phase of the pandemic, the demand for food products increased due to panic purchases. Afterward, the demand for food decreased. Companies involved in the food

dólares anuales (Savary *et al.*, 2019). A estos costos habría que sumar el impacto COVID-19, aunque aún no se tienen estimaciones globales en pérdidas agrícolas derivadas de la pandemia. Sin embargo, el desabasto de insumos y mano de obra afectó de manera diferenciada según el modelo productivo. Por ejemplo, la agricultura orgánica y los sistemas de cultivo considerados agroecológicos tienen menor dependencia de insumos sintéticos en comparación con sistemas tecnificados.

Comercialización de productos agrícolas

Los requerimientos de consumidores han cambiado a través del tiempo y la industria agroalimentaria tiene nuevas tendencias de sanidad e inocuidad. Entre los factores que han modificado dichas tendencias están las consideraciones de salud, mercadotecnia, hábitos laborales, idiosincrasia, y situaciones socio-económicas. En México, como en la mayoría de países afectados por la pandemia COVID-19, se establecieron restricciones al movimiento de personas, cancelación de eventos o actividades que implicaran aglomeraciones y cierre de comercios, centros públicos y educativos. La limitación de movilidad en ciudades como Monterrey, Guadalajara y Cd. México, han restringido el flujo de alimentos (foráneos y locales), los cuales, por su alta densidad poblacional, necesitan 6 mil toneladas de alimentos por día. La pandemia ha resaltado los problemas de sustentabilidad de las grandes urbes en sus múltiples dimensiones (Altieri y Nicholls, 2018), claramente en salud ya que fueron las más afectadas con altas incidencia COVID-19. Los precios del aguacate cayeron entre 25 y 30% durante la pandemia (APEAM, 2020). En una primera fase de la pandemia, la demanda de productos alimenticios aumentó debido a compras de pánico. Sin embargo, posteriormente hubo una reducción de demanda. Las empresas involucradas en toda la

chain are activating continuity plans to reduce the destructive effect of activities on the world economy. Retail companies are struggling to maintain supplies of staples, such as avocado. Manufacturers are actively adjusting their production and distribution strategies based on the needs and changing factors affecting the industry. The food products with the highest demand have been prioritized to guarantee an efficient supply in the short term. The decrease in air and land transport has limited the capacity to transport fresh produce over long distances by up to 20%, making supply a challenge (UWT, 2021; FAO, 2021). Paradoxically, food is being underutilized as demand from restaurants, hotels, schools, stadiums, theme parks, and cruise ships decreases. Furthermore, transportation blockages disrupt fresh food supply chains and lead to higher levels of food loss and waste (Purdy, 2020).

CONCLUSIONS

Avocado producers and phytosanitary management specialists in Ciudad Guzmán, Jalisco, estimate that the impact of the pandemic, in terms of phytosanitary conditions, might be between 10 and 20%. It is important to monitor the productive needs of avocado crops, such as inputs and labor, since agriculture, in general, has remained essentially active. Safe food production is a priority. This would allow societies and governments to be better prepared for a new health crisis. The strategy of rationally using the resources of an agroecosystem and producing artisanal products for the management of pests and diseases are alternatives that can help produce food in a sustainable way in small productive units. The use of biotechnological products is more appropriate for extensive agriculture systems (See contributions of Zelaya-Molina *et al.* and Ayala-

cadena de suministro de alimentos están activando planes de continuidad, ya que la reducción o cancelación de actividades ha afectado la economía en el mundo. Empresas minoristas están luchando por mantener la provisión de productos básicos, como el aguacate. Los fabricantes activamente ajustan sus estrategias de producción y distribución con base en necesidades reales y de factores cambiantes que afectan a la industria. Se ha priorizado productos alimenticios de mayor demanda para garantizar suministro eficiente a corto plazo. La disminución en transporte aéreo y terrestre ha limitado la capacidad de transportar a largas distancias productos frescos hasta en 20%, por lo que los suministros es un desafío (UWT, 2021; FAO, 2021). Paradójicamente, la comida es subutilizada, debido a que la demanda disminuye para los restaurantes, hoteles, escuelas, estadios, parques temáticos y cruceros cerrados. Sin duda, los bloqueos en rutas de transporte son obstrutores para las cadenas de suministro de alimentos frescos y ocasionan mayores niveles de pérdida y desperdicio de alimentos (Purdy, 2020).

CONCLUSIONES

Los productores y técnicos especialistas en fitosanidad del aguacate en Cd. Guzmán Jalisco estiman que el impacto de la pandemia, en materia fitosanitaria, puede estar entre el 10 y 20 %. Es importante monitorear las necesidades productivas del cultivo, como insumos y mano de obra, ya que la agricultura en general ha continuado esencialmente activa. La producción inocua y segura de alimentos es una prioridad. Con ello, la sociedad y gobiernos podrían estar mejor preparados ante una nueva situación sanitaria, similar a la actual con la pandemia COVID-19. La estrategia de emplear racionalmente los recursos del agroecosistema y producir artesanalmente productos para manejo de plagas y

Zepeda *et al.*). For example, the use of domestically produced plant extracts with antimicrobial or pest suppressive properties as a preventive strategy or during the early stages of the development of pests and diseases is a safe and sustainable management alternative. Plant extracts contain semiochemicals and toxins that can affect directly (Carrillo-Rodríguez *et al.*, 2011) or indirectly a wide variety of pests and pathogens (Rocuzzo *et al.*, 2016). However, further research is needed for these types of sustainable approaches. Agriculture can become an ally of human health through quality and healthy products.

LITERATURE CITED

- Altieri MA and Nicholls CI. 2018. Urban Agroecology: designing biodiverse, productive, and resilient city farms. *AgroSur* 46: 49–60. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2018.v46n2-07>
- APEAM (Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de México). 2020. <https://www.elsoldemorelia.com.mx/local/pandemia-afecta-precio-de-aguacate-asegura-apeam-5734401.html>
- Atlas Agroalimentario. 2018. https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2018/Atlas-Agroalimentario-2018. Consulta 8 de febrero de 2021.
- Carrillo-Rodríguez JC, Hernández-Cruz B, Chávez-Servia JL y Vera-Guzmán AM. 2011. Efecto de extractos vegetales sobre la mortalidad de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), en laboratorio. *Journal of the Interamerican Society for Tropical Horticulture* 53:154-157. https://www.researchgate.net/publication/234112906_Efecto_de_extractos_vegetales_sobre_la_mortalidad_de_Tetranychus_urticae_Koch_Acari_Tetranychidae_en_laboratorio
- Corsini E, Liesivuori J, Vergieva T, Loveren V and Colosio C. 2008. Effects of pesticide exposure on the human immune system. *Human & Experimental Toxicology* 27 (9): 671–680. <https://doi.org/10.1177/0960327108094509>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2020. <https://www.gob.mx/cjef/documentos/se-declara-como-emergencia-sanitaria-la-epidemia-generada-por-covid-19?idiom=es>
- Equihua-Martínez A, Estrada-Venegas E y González-Hernández H. 2007. Plagas del Aguacate. pp. 133-169. En: Téliz, D. y A. Mora (eds.). *El Aguacate y su Manejo Integrado*. Ed. Mundi-Prensa. 2a. Edición. México.
- Maoz Y, Gal S, Argov Y, Coll M and Palevski E. 2011. Biocontrol of persea mite, *Oligonychus perseae*, with an exotic spider mite predator and an indigenous pollen feeder. *Biological Control* 59:147-157. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.07.014>

enfermedades son opciones para producir alimentos de manera sustentable en pequeñas unidades productivas, y el empleo de productos biotecnológicos en agricultura extensiva (Ver contribuciones de Zelaya-Molina y col., y Ayala-Zepeda y col.). Por ejemplo, el uso preventivo, o en las primeras etapas de desarrollo de plagas y enfermedades, de extractos de plantas con propiedades antimicrobianas o supresiva de plagas, elaborados de manera doméstica, son una herramienta de manejo seguro y sustentable ya que contienen semioquímicos y toxinas que afectan directa (Carrillo-Rodríguez *et al.*, 2011), o indirectamente a los organismos (Rocuzzo *et al.*, 2016). No obstante, es necesario incrementar la investigación para este tipo de enfoques sustentables. La agricultura puede constituirse un aliado en la salud humana a través de productos de calidad y saludables.

~~~~~ Fin de la versión en Español ~~~~~

- Oerke EC. 2006. Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science* 144: 31-43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2021. Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard. <https://covid19.who.int/>. Consulta 8 de febrero de 2021.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas). 2021. Enfrentar los impactos de COVID-19 y la crisis estructural en el Pacífico. <http://www.fao.org/news/story/es/item/1279330/icode/>
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2020. El COVID-19 y el mundo del trabajo: Repercusiones y respuestas. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/documents/briefingnote/wcms\\_739158.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/documents/briefingnote/wcms_739158.pdf)
- Purdy C. 2020. Covid-19 is about to reach US farms in a major test for food supply chains. <https://qz.com/1829558/covid-19-is-about-to-reach-us-farms/>
- Rajendran S, Afari-Sefa V, Shee A, Brocher T, Bekunda M, Dominick I and Lukumay PJ. 2017. Does crop diversity contribute to dietary diversity? Evidence from integration of vegetables into maize-based farming systems. *Agriculture & Food Security* 6:50. <https://doi.org/10.1186/s40066-017-0127-3>

- Raya-Farías A, Carranza-Madriral J, Campos-Pérez Y, Cortés-Rojo C y Sánchez-Pérez TA. 2018. El aguacate inhibe el estrés oxidativo y la disfunción endotelial inducida por el consumo de una hamburguesa en pacientes con síndrome metabólico. *Medicina Interna de México* 34(6):840-847. <https://doi.org/10.24245/mim.v34i6.2117>
- Rocuzzo S, Beckerman AP and Pandhal J. 2016. The use of natural infochemicals for sustainable and efficient harvesting of the microalgae *Scenedesmus* spp. for biotechnology: insights from a meta-analysis. *Biotechnology Letters* 38(12):1983-1990. <https://doi.org/10.1007/s10529-016-2192-2>.
- Savary S, Willocquet L, Pethybridge SJ, Esker P, McRoberts N and Nelson A. 2019. The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nature Ecology & Evolution* 3: 430–439. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0793-y>.
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). 2019. Reporte del mercado de Aguacate. [https://www.cima.aserca.gob.mx/work/models/cima/pdf/cadena/2019/Reporte\\_mercado\\_aguacate\\_070419.pdf](https://www.cima.aserca.gob.mx/work/models/cima/pdf/cadena/2019/Reporte_mercado_aguacate_070419.pdf). Consulta 10 de marzo 2021.
- SER (Secretaría de Relaciones Exteriores). 2016. Aguacate: El oro verde mexicano. <https://embamex.sre.gob.mx/japon/images/pdf/PRENSA/saladeprensa/aguaca.pdf>, Consulta 8 de febrero de 2021.
- SSa (Secretaría de Salud). 2021. Covid-19 en México. <https://www.gob.mx/salud/> consulta 8 de febrero de 2021.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca). 2019. Avance de siembras y cosecha, resumen por cultivo. [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenDelegacion.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenDelegacion.do). Consulta 8 de febrero de 2021.
- Tamayo PJ. 2007. Enfermedades del aguacate. *Revista Politécnica* 4:52-71.
- UNCSN (United Nation System Standing Committee on Nutrition). 2020. The COVID-19 Pandemic is disrupting people's food environments. <https://www.unscn.org/en/news-events/recent-news?idnews=2039>
- UWT (United World Transportation). 2021. Efectos del COVID-19 en la demanda del transporte refrigerado. <https://unitedworldtransportation.com/es/efectos-del-covid-19-en-la-demanda-del-transporte-refrigerado/>