

COVID-19 Pandemic: A plant health vision of a multidimensional problem

Pandemia COVID-19: Una visión desde la fitosanidad a un problema multidimensional

Gustavo Mora-Aguilera*, ¹Laboratorio de Análisis de Riesgo Epidemiológico Fitosanitario (CP-LANREF), Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco. Carretera Federal México-Texcoco Km 36.5, Montecillo, Estado de México C.P. 56230; **Norma Ávila-Alistac**, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Carretera Federal México-Texcoco Km 38.5, 56230 Texcoco, México; ¹**Gerardo Acevedo-Sánchez**. *Corresponding Author: morag@colpos.mx

'Hospitals are only an intermediate stage of civilization, never intended... to take in the whole sick population. May we hope that the day will come... when every poor sick person will have the opportunity of a share in a district sick-nurse at home'.

Florence Nightingale

Received: July 02, 2021.

Accepted: November 29, 2021.

Mora-Aguilera G, Ávila-Alistac N and Acevedo-Sánchez G. 2021. COVID-19 Pandemic: A plant health vision of a multidimensional problem. Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 1-58.

DOI: <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-32>

Abstract. Food and health are vital needs and legitimate human rights. Agriculture, exceeded by the Industrial Revolution and subsequent economic development has been fundamental to face the SARS-CoV-2 / COVID-19 health contingency. Its essentiality, in contrast to most economic sectors' shutdown, implied the uninterrupted agricultural production to guarantee worldwide food supply despite the farmer's risk. Consequently, the

Resumen. El alimento y la salud son necesidades fundamentales de la vida y legítimos derechos humanos. La Agricultura, superada por la Revolución Industrial y ulterior desarrollo económico, ha sido fundamental ante la contingencia sanitaria por SARS-CoV-2 / COVID-19. Su esencialidad, en contraste con el cierre temporal del resto de sectores económicos, implicó la producción ininterrumpida de productos agropecuarios para garantizar el suministro mundial de alimentos a pesar del riesgo para el trabajador de campo. Consecuentemente, el sector agrícola mexicano tuvo un crecimiento sostenido con una contribución del 59.2% de la producción global alimentaria ubicándose en la 12^o posición mundial en 2020. Las actividades fitosanitarias han sido fundamentales en la producción

Mexican agricultural segment had sustained growth with a global food production contribution of 59.2%, ranking 12th in the world in 2020. Phytosanitary activities have been fundamental in the production and global mobilization of healthy and safe food through safety programs and pest-free status certifications. The regional-crossboundary phytosanitary-international *preventive* model has strengths applicable to Public Health Systems whose current trend favors the *patient-client curative* approach in the hospital-outpatient environment. The COVID-19 pandemic represents a multidimensional problem that exceeds the Public Health Systems. The development of a *preventive Pansystemic Model* to address integral human health, involving causes and effects for this and future epidemics is urgent. The necessity of a new agricultural production paradigm that balances the growing global demand for healthy food, with sustainable and resilient ecosystem services with comprehensive human and environmental health indicators is also recognized. This work analyzes 31 contributions of the Mexican Journal of Phytopathology integrated into the Special Issue ‘*COVID-19 and Plant Health*’, promoted internationally among producers, researchers, and academia to communicate the phytosanitary contribution to the society, with emphasis on Phytopathology, at the multidimensional COVID-19 solution.

Key words: Epidemic, Agriculture, Confinement, Human health, WHO, SARS-CoV-2

INTRODUCTION

In February 2021, at the closing call for the MJP Special Issue: ‘*COVID-19 and Plant Health*’, 106.8 million positive cases to SARS-CoV-2 and

y movilización mundial alimentos saludables y seguros a través de programas de inocuidad y certificación fitosanitaria. El modelo *preventivo* internacional fitosanitario regional-transfronterizo posee fortalezas aplicables a los Sistemas Públicos de Salud cuya tendencia actual privilegia el enfoque *curativo paciente - cliente* del entorno hospitalario-ambulatorio. La pandemia COVID-19 representa un problema multidimensional que supera los Sistemas Públicos de Salud. Es urgente el desarrollo de un *Modelo Pansistémico preventivo* de salud integral que involucre causas y efectos para esta y futuras epidemias. Se reconoce la necesidad de un nuevo paradigma productivo agrícola que equilibre la demanda creciente mundial de alimentos saludables con servicios ecosistémicos sustentables y resilientes con indicadores integrales de salud humana y ambiental. Este trabajo analiza 31 contribuciones de la Revista Mexicana de Fitopatología integradas en el Número Especial ‘*COVID-19 y Fitosanidad*’, promovido internacionalmente entre productores, investigadores y academia para visibilizar y ponderar el aporte social de la Fitosanidad, con énfasis en la Fitopatología, en la solución multidimensional a COVID-19.

Palabras clave: Epidemia, Agricultura, Confinamiento, Salud humana, OMS, SARS-CoV-2

INTRODUCCIÓN

En febrero 2021, al cierre de la convocatoria del Número Especial RMF ‘*COVID-19 y Fitosanidad*’, mundialmente se reportaba 106.8 millones de casos positivos a SARS-CoV-2 y 2.4 millones de muertes en *tres olas epidémicas* (OMS, 2021). En México se tenía registro de 1.94 millones de positivos y 166.7 mil muertes en *dos olas* (SSa, 2021). En noviembre, al finalizar la edición del Número

2.4 million deaths in three epidemic waves were reported worldwide (WHO, 2021). In Mexico, there were 1.94 million positive cases and 166.7 thousand deaths in two waves (SSa, 2021). In November, at the end of the Special Issue edition, 252.4 million positive individuals and 5.08 million deaths were reported worldwide. Mexico registered 3.8 million cases and 290.6 thousand deaths. This means an increase of 42.3 and 51.1% incidence globally and in Mexico, respectively, despite intensive global vaccination with 3.171 million people 'immunized' in approximately one year. Mexico started its vaccination program on December 24, 2020, totaling 132.54 million doses applied. In this context, it is clear that the pandemic is not under control and that Health Systems depend on vaccination as the center of their mitigation strategies despite its evident limitation (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021). Currently, Europe is experiencing its *fourth epidemic wave* with severe restrictions. These include a 'health passport' (vaccination certificate with full vaccination schedule), compulsory immunization of public employees, and generalized or forced confinement for non-vaccinated persons in response to *Omicron*, the fifth variant with global prevalence and high transmission capacity. Unlike the first and second epidemic waves, intense social mobilizations have arisen to reject restrictive impositions, evidencing the limited risk management capacity of health authorities and the exhaustion of society, which demands effective and innovative measures (La Jornada, 2021a).

Faced with this scenario, a systemic-global health model is required to confront a pandemic process that eludes local or territorial solutions. High costly and bureaucratic international organizations, such as the World Health Organization (WHO) or the Pan American Health Organization, have the opportunity to redesign their current management

Especial, mundialmente se reportaron 252.4 millones de individuos positivos y 5.08 millones de muertes. México tenía 3.8 millones de casos y 290.6 mil decesos. Esto significó un incremento del 42.3 y 51.1% de incidencia en el mundo y en México, respectivamente, a pesar de la intensiva vacunación global con 3,171 millones de personas 'inmunizadas' en aproximadamente un año. México inició su programa de vacunación el 24 diciembre, 2020 totalizando 132.54 millones de dosis aplicadas. En este contexto, es claro que la pandemia no está controlada y que los Sistemas de Salud dependen de la vacunación como eje central de sus estrategias de mitigación a pesar de su evidente limitación (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021). Actualmente, Europa experimenta su *cuarta ola epidémica* con severas restricciones que incluyen 'pasaporte sanitario' (certificado de vacunación con esquema completo), inmunización obligada de empleados públicos y confinamiento generalizado o forzoso para no vacunados en respuesta a la emergencia de *Ómicron*, quinta variante con prevalencia internacional y alta capacidad de transmisión. A diferencia de la primera y segunda ola epidémica, se han suscitado intensas movilizaciones sociales de rechazo a las impositions restrictivas evidenciado limitada capacidad de gestión de riesgos por las autoridades sanitarias, y el agotamiento de la sociedad que demanda medidas efectivas e innovadoras (La Jornada, 2021a).

Ante este escenario, se requiere un modelo de salud sistémico-global para afrontar un proceso pandémico que elude soluciones locales o territoriales. Los organismos internacionales altamente costosos y burocráticos como la Organización Mundial de la Salud (OMS) o la Organización Panamericana de la Salud, tienen oportunidad para rediseñar su actual política de gestión, hacia un Modelo Pansistémico que permita la articulación de modelos regionales bajo un nuevo paradigma

policy towards a Pansystemic Model that allows to articulate regional models under a new public health paradigm with a real emphasis on *prevention*. This model should operate with robust Epidemiological Surveillance Systems based on digital and genomic technology, and active community involvement.

COVID-19 has evidenced the collapse of the global health system and the failure to generate comprehensive mitigation proposals based on *prevention* supported by scientific research. This is a result of historical and sustained neglect of health as a fundamental right (Franco-Giraldo, 2019; Frenk, 2003). Instead, health, as a patient-disease business strategy, underlies the personalized treatment of diseases (COVID-19 among them). Therefore, the interests of pharmaceutical consortiums and geopolitical views threaten humanity equality by promoting exclusion and discriminatory schemes already evidenced with the inequitable distribution of vaccines in the world (Carbajal, 2022; Afp, 2021b; Franco-Giraldo, 2019; 2014; PAHO, 2008; Cabello, 2001).

The COVID-19 health crisis has impacted all aspects inherent to life and human activities. Agriculture, declared as an essential activity to face this crisis, has maintained food production in contrast to the general slowdown in 2020, and differentiated in 2021, of other economic, socio-cultural, and educational sectors. In this adverse situation, the Mexican Journal of Phytopathology (MJP), endorsed by the Mexican Society of Plant Pathology (MSP), within the scope of its mission focused on crop health, proposed the Special Issue MJP '*COVID-19 and Plant Health*' to acknowledge all actors that make possible food production in rural areas with limited health services, and in the case of field workers and small producers, without medical insurance. The MJP international call was open and by invitation. However, contributions from Mexico prevailed. The objective was to

de salud pública con real énfasis en la *prevención*, operado con sistemas robustos de Vigilancia Epidemiológica basados en tecnología digital y genómica, y la articulación participativa de la comunidad.

COVID-19 ha evidenciado el colapso del sistema de salud mundial y la incapacidad para generar propuestas de mitigación preventivas basadas en investigación científica, como resultado de un histórico y sostenido abandono de la salud como derecho fundamental (Franco-Giraldo, 2019; Frenk, 2003). La salud como negocio paciente-enfermedad subyace en la estrategia generalizada del tratamiento personalizado de las enfermedades (COVID-19 entre ellas), por lo que se anteponen intereses de consorcios farmacéuticos y geopolíticos que amenazan la pervivencia de la humanidad y promueven esquemas excluyentes y discriminatorios ya evidenciados con la distribución inequitativa de vacunas en el mundo (Carbajal, 2022; Afp, 2021b; Franco-Giraldo, 2019; 2014; OPS, 2008; Cabello, 2001).

La crisis sanitaria COVID-19 ha impactado todos los ámbitos inherentes a la vida y a las actividades humanas. La Agricultura, declarada como actividad esencial ante esta crisis, ha mantenido la producción de alimentos en contraste a la ralentización general en 2020, y diferenciada en 2021, del resto de sectores económicos, socio-culturales y educativos. En este entorno adverso por SARS-CoV-2, la Revista Mexicana de Fitopatología (RMF), órgano divulgativo de la Sociedad Mexicana de Fitopatología (SMF), en el ámbito de su misión enfocada a la sanidad de los cultivos, se propuso en el Número Especial RMF '*COVID-19 y Fitosanidad*' visibilizar a los diferentes actores que hacen posible la producción de alimentos en regiones rurales, generalmente con limitados servicios de salud, y en el caso de jornaleros y pequeños productores sin la cobertura médica correspondiente. La convocatoria RMF tuvo una cobertura abierta y por invitación

COVID-19: THE VIRUS, DISEASE AND EPIDEMIOLOGY

COVID-19 in human health. The section *COVID-19: The virus, disease, and epidemiology*, includes contributions addressing the genomic and pathogenic capabilities of SARS-CoV-2 (García-Ruiz *et al.*, 2021); implication of chronic diseases in the occurrence of COVID-19 in Mexican youth (Alvarez-Maya *et al.*, 2021); a retrospective comparative analysis between plant and human epidemics as an analytical framework for COVID-19 (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021); risk of contamination in processed and semi-processed foods from handling in the packaging (Vargas-Arispuro *et al.*, 2021); potential sanitization strategies with chlorine and citrus extract-based products (Muñoz-Castellanos *et al.*, 2021; Schneegans-Vallejo *et al.*, 2021); reflections on the implications of COVID-19 in the global evolution of plant health (Gutiérrez-Samperio, 2021); and the cultural, social, and productive significance from the perspective of an 85-year-old corn and asparagus producer, Don Bernardino (Cruces-Pedraza, 2021). The main conclusions are integrated into Table 1. The conceptual and analytical framework of these contributions is presented below.

Coronavirus diversity. Since the emergence of diseases of zoonotic origin, such as SARS (2003) and MERS (2012), studies of coronavirus diversity in bats and other animals have been of great interest as a preventive strategy (García-Ruiz *et al.*, 2021). The importance of these studies for human health is unquestionable, due to the adaptability and variability of the viral agent in the host, as can be inferred from the population structure of variants with a high sequential and regional prevalence that has emerged during the pandemic: *Alpha*, *Beta*,

nóticas altamente dependientes de un equilibrio antropogénico, agroecológico y climático (Figura 1).

COVID-19: EL VIRUS, ENFERMEDAD Y EPIDEMIOLOGÍA

COVID-19 en la salud humana. La sección *COVID-19: El virus, enfermedad y epidemiología*, incluye contribuciones que abordan las propiedades genómicas y patogénicas de SARS-CoV-2 (García-Ruiz *et al.*, 2021); implicación de enfermedades crónicas en la ocurrencia de COVID-19 en jóvenes mexicanos (Álvarez-Maya *et al.*, 2021); un análisis retrospectivo comparativo entre epidemias de plantas y humanos como marco analítico de COVID-19 (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021); riesgo de contaminación en alimentos procesados y semiprocesados a partir del manejo en empaques (Vargas-Arispuro *et al.*, 2021); potenciales estrategias de sanitización con cloro y productos a base extractos cítricos (Muñoz-Castellanos *et al.*, 2021; Schneegans-Vallejo *et al.*, 2021); reflexiones sobre las implicaciones de COVID-19 en la evolución global de la fitosanidad (Gutiérrez-Samperio, 2021), y el significado cultural, social, y productivo desde la óptica de un productor de maíz y espárrago, Don Bernardino, de 85 años de edad (Cruces-Pedraza, 2021). Conclusiones principales de estos aportes se integran en Cuadro 1. El marco conceptual y analítico de estas contribuciones se expone a continuación.

Diversidad de coronavirus. A partir de la emergencia de enfermedades de origen zoonótico, como SARS (2003) y MERS (2012), estudios de diversidad de coronavirus en murciélagos y otros animales han sido de gran interés como estrategia preventiva (García-Ruiz *et al.*, 2021). Es incuestionable la importancia de esos estudios para la salud humana, debido a la capacidad de adaptación y variabilidad

Delta, Eta, Epsilon, Kappa, Gamma, Lambda, Lota, Mu, Delta, and Omicron. *Delta* being the most widely distributed variant and *Omicron*, officially reported on November 24, 2021, the most recent (WHO, 2021; Mora-Aguilera *et al.*, 2021; www.gisaid.org). This has led to the creation or strengthening of national and international programs for viral genomics research (Table 1; Figure 2A). However, public investment in research and the practical applicability in the development of drugs and vaccines have culminated in the private use of patents with the consequent asymmetry in global immunization to the detriment of countries without the capacity to purchase vaccines (Carbajal, 2022).

Additionally, web platforms have been developed that allow the traceability of genetic sequences, variants, and population lineage dynamics. This is possible by contributions of complete and partial sequences of the viral genome by research and health entities in countries with infrastructure and resources for this purpose. As a result, SARS-CoV-2 genomic information is among the most complete representing an extraordinary effort of scientific collaboration. For example, GISAID has approximately 4 million sequences of the virus, of which GB contributes more than 1 million (UKHSA and DHSC, 2021). Its free availability has allowed etiological, epidemiological, clinical, pathogenic, and immunological research, with emphasis on vaccine developments (García-Ruiz *et al.*, 2021; Mora-Aguilera *et al.*, 2022). Likewise, phylogenetic and phylogeographic dynamics and a genomic diversity index can be consulted on GISAID (Figure 2A). However, these models emphasize the pathogen, omitting the epidemiological system (e.g., host, environment, etc.), which is fundamental for understanding epidemics, and lack epidemiological risk communication strategies. Public data information requires the release of official bulletins associated with these websites to

del agente viral en el huésped como puede inferirse de la estructura poblacional de variantes con alta prevalencia secuencial y regional que han surgido durante la pandemia: *Alpha, Beta, Delta, Eta, Epsilon, Kappa, Gamma, Lambda, Lota, Mu, Delta* y *Ómicron*. Siendo *Delta* la variante más distribuida y *Ómicron*, reportada oficialmente el 24 de noviembre de 2021, la más reciente (WHO, 2021; Mora-Aguilera *et al.*, 2021; www.gisaid.org). Lo anterior ha derivado en la creación o fortalecimiento de programas nacionales e internacionales para la investigación genómica viral (Cuadro 1; Figura 2A). No obstante, la inversión pública en investigación y la aplicabilidad práctica en el desarrollo de fármacos y vacunas han culminado en el usufructo privado de patentes con la consecuente asimetría en inmunización mundial en detrimento de países sin capacidad de compra de vacunas (Carbajal, 2022).

Adicionalmente, se han desarrollado plataformas web que permiten la trazabilidad de secuencias genéticas, variantes y dinámica de linajes poblacionales. Esto es posible por aporte de secuencias completas y parciales del genoma viral por entidades de investigación y de salud en países con infraestructura y recursos para ese fin. Como resultado, la información genómica de SARS-CoV-2 es de la más completa representando un extraordinario esfuerzo de colaboración científica. Por ejemplo, GISAID posee aproximadamente 4 millones de secuencias del virus, de las cuales GB contribuye con más de 1 millón (UKHSA and DHSC, 2021). Su libre disponibilidad ha permitido investigaciones etiológicas, epidemiológicas, clínicas, patogénicas e inmunológicas, como énfasis en vacunas (García-Ruiz *et al.*, 2021; Mora-Aguilera *et al.*, 2022). Así mismo, en esta plataforma se puede consultar la dinámica filogenética, filogeográfica y un índice de diversidad genómica (Figura 2A). Sin embargo, estos modelos enfatizan al patógeno, omitiendo el sistema epidemiológico (p.e., hospedero, ambiente,

avoid misinformation and deficient interpretative management. The emergence and spread of the *Omicron* variant is an example of incorrect risk communication. This includes WHO, the United Nations (UN) lead agency for the pandemic management of COVID-19 (<https://www.who.int/es>).

Pandemic or syndemic? COVID-19 disease is a pandemic process due to the occurrence of a synchronous contagion process worldwide (Figure 2A, B) (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021), however, it has been considered a syndemic or infectious disease that interacts with other clinical, social, and behavioral factors (BBC News, 2020). This concept was addressed in the MJP Special Issue by Samaniego-Gaxiola (2021), in the context of soil health for healthy and sustainable food production. In one of its meanings, *a syndemic is a synergy of epidemics that occur simultaneously in time and space, interact, and have common causal mechanisms* (Mendenhall *et al.*, 2017). Therefore, understanding clinically and epidemiologically the effect of SARS-CoV-2 should include a systemic analysis of its interaction with chronic noncommunicable diseases and comorbidities.

Mexico has at least three epidemics in coexistence with COVID-19: diabetes, hypertension, and obesity. However, there are other factors that the pandemic has evidenced as determinants of the pathogenic aggressiveness of SARS-CoV-2, for example, malnutrition, environmental pollution, insalubrity, demography, urban overcrowding, labor precariousness, etc., products of socioeconomic inequalities (Horton, 2020). However, human folly in its interaction with nature also plays a fundamental role. A comprehensive retrospective analysis of human and cultivated plant pandemics concluded that globally: *'The SARS-CoV-2/COVID-19*

etc.), fundamental para la comprensión de epidemias, y carecen de estrategias de comunicación de riesgos epidemiológicos. La información pública, si bien transparenta el dato, obliga a la generación de boletines interpretativos oficiales de dichos sitios web para evitar desinformación y deficiente manejo interpretativo. La emergencia y dispersión de la variante *Ómicron* es un ejemplo de la incorrecta comunicación de riesgos. Esto incluye a la OMS, organismo líder por mandato del Organismo de Naciones Unidas (ONU) para la gestión pandémica de COVID-19 (<https://www.who.int/es>).

¿Pandemia o sindemia? La enfermedad COVID-19, es un proceso pandémico debido a la ocurrencia de un proceso de contagio sincrónico a nivel mundial (Figura 2A, B) (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021), no obstante, se ha considerado una sindemia o enfermedad infecciosa que tiene interacción con otros factores clínicos, sociales y conductuales (BBC News, 2020). Este concepto se abordó en el Número Especial RMF por Samaniego-Gaxiola (2021), en el contexto de salud de suelos para producción sana y sostenible de alimentos. En una de sus acepciones, *una sindemia es una sinergia de epidemias que ocurren de forma simultánea en tiempo y espacio, interaccionan y tienen mecanismos causales comunes* (Mendenhall *et al.*, 2017). Por lo cual comprender clínica y epidemiológicamente el efecto de SARS-CoV-2, debería incluir un análisis sistémico de su interacción con enfermedades crónicas no transmisibles y comorbilidades.

México tiene al menos tres epidemias en coexistencia con COVID-19: diabetes, hipertensión y obesidad. Sin embargo, existen otros factores que la pandemia ha evidenciado como determinantes de la agresividad patogénica de SARS-CoV-2, por ejemplo, desnutrición, contaminación ambiental, insalubridad, demografía, hacinamiento urbano,

pandemic evidenced the deterioration of a rational epidemiological framework; absence of Surveillance Systems that articulate clinical and viral variants detection with traceability of community risks, enhanced with genomic and digital technology; the weakening of the Public Health System; and the absence of a Pansystemic Model integrating regional preventive models' (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021).

Sanitary management. During the first and second pandemic waves of 2020, the gaps, deterioration, and dismantling of governmental Health Systems, even in developed countries (e.g., USA, UK, France), and the importance of reducing socioeconomic inequalities and strengthening preventive medicine became evident (González-Salgado *et al.*, 2021; Martín-Moreno *et al.*, 2021). WHO has been criticized for its slow responsiveness and bureaucratization of international crisis management. It even resulted in the temporary funding suspension and the exit of the USA from the countries subscribed to the WHO in July 2020 (BBC News, 2020). As this contribution goes to edition, COVID-19 mitigation efforts continue under the conventional clinical model based on the search for *curative* drugs (i.e., antivirals) and the promotion of extensive vaccination programs (but limited to countries that can afford them) with strong influence from the pharmaceutical industry. Thus, economic interests have been privileged over *prevention* as a systemic health model (Franco-Giraldo, 2019; 2014). The new B.1.1.529 variant reported in South Africa, called *Omicron* by the WHO, exhibits 50 mutations in its genome, which worries specialists for being potentially more contagious. Initial data show that in less than 15 days approximately 445 cases have been reported worldwide (Fernández, 2021), while in South Africa it represents 84% of incidence.

precarización laboral, etc., productos de desigualdades socioeconómicas (Horton, 2020). Sin embargo, también la insensatez humana en su interacción con la naturaleza tiene un rol fundamental. En un exhaustivo análisis retrospectivo de pandemias humanas y de plantas cultivadas se concluyó que a nivel global: *'La pandemia SARS-CoV-2/COVID-19 evidenció el deterioro de un marco epidemiológico racional; ausencia de Sistemas de Vigilancia que articulen la detección clínica y de variantes virales con trazabilidad de riesgos comunitarios, potenciados con tecnología genómica y digital; la depauperación del Sistema Público de Salud; y la ausencia de un Modelo Pansistémico integrador de modelos regionales preventivos'* (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021).

Gestión sanitaria. Durante la primera y segunda ola pandémica de 2020, se evidenciaron los rezagos, deterioro y desmantelamiento de Sistemas de Salud gubernamentales, incluso de países desarrollados (p.e., EUA, GB, Francia), y la importancia de reducir las desigualdades socioeconómicas y fortalecer la medicina preventiva (González-Salgado *et al.*, 2021; Martín-Moreno *et al.*, 2021). La OMS ha sido criticada por su lenta capacidad de reacción y burocratización de procesos de gestión internacional. Incluso derivó en el retiro temporal del financiamiento y la salida de EUA de los países suscritos a la OMS en Julio, 2020 (BBC News, 2020). Al cierre de la edición de este número, los esfuerzos de mitigación COVID-19 continúan bajo el modelo clínico convencional basado en la búsqueda de fármacos *curativos* (i.e., antivirales) e impulso de programas de vacunación extensivos (pero limitado a países que pueden pagarlos) con fuerte influencia de la industria farmacéutica. Así, se ha privilegiado intereses económicos a la *prevención* como modelo sistémico de salud (Franco-Giraldo, 2019; 2014). La nueva variante B.1.1.529

Likewise, the changes in the gene associated with the protein of the spicule (S) may cause efficiency loss in current vaccines against COVID-19 (Afp, 2021a). However, in viruses, obligate parasites dependent on a living host, the evolutionary process towards a reduction of aggressiveness by survival (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021), does not suggest that *Omicron* could be more pathogenic than previous variants including *Delta*.

Recently, Anthony Fauci, a consultant epidemiologist to the USA government, stated that: '*Although the Omicron variant of the coronavirus is spreading rapidly in the United States, early indications are that it may be less dangerous than Delta*' (Johnson, 2021). However, the constant mutation of the virus, in addition of being considered in the development of mitigation strategies and clinical treatments (García-Ruiz *et al.*, 2021), should be integrated as an essential risk factor in epidemiological models including the spatiotemporal forecasting of variants associated with prevalence and virulence. For example, *Eta* was a variant rapidly replaced by other dominant variants. *Mu* and *Lambda* were variants associated with specific regions (i.e., South America) with longer periods but equally replaced by others of greater dispersion such as *Delta* (Hodcroft, 2021).

Health and food quality. On the other hand, the deterioration of population health due to non-infectious diseases, particularly in Mexico, underlies the consumption style disrupted by the food industry. In one decade (80's) the percentage of overweight and obese people grew 32.2%, currently estimated at 70% (Rivera *et al.*, 2018). The metabolic and cardiovascular diseases constitute risk factors to SARS-CoV-2 infection and mortality (Alvarez-Maya *et al.*, 2021; García-Ruiz *et al.*, 2021). This is the context of the contribution of Alvarez-Maya *et al.* (2021), who analyzed the

reportada en Sudáfrica, denominada *Ómicron* por la OMS, exhibe 50 mutaciones en su genoma, lo que preocupa a los especialistas por ser potencialmente más contagiosa. Datos iniciales muestran que en menos de 15 días se han reportado aproximadamente 445 casos a nivel mundial (Fernández, 2021), mientras que en Sudáfrica representa 84% de incidencia. Así mismo, los 30 cambios en el gen asociado a la proteína de la espícula (S), puede generar pérdida de eficiencia en las actuales vacunas contra COVID-19 (Afp, 2021a). Sin embargo, en los virus, parásitos obligados dependientes de un huésped vivo, el proceso evolutivo hacia una reducción de agresividad por sobrevivencia (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021), no sugiere que *Ómicron* pueda ser más patógeno que previas variantes incluyendo *Delta*.

Recientemente, Anthony Fauci, epidemiólogo consultor del gobierno EUA, expresó que: '*Aunque la variante Ómicron del coronavirus se está propagando rápidamente por Estados Unidos, los primeros indicios dejan entrever que podría ser menos peligrosa que Delta*' (Johnson, 2021). No obstante, la constante mutación del virus, además de considerarse en el desarrollo de estrategias de mitigación y tratamientos clínicos (García-Ruiz *et al.*, 2021), debe integrarse como factor de riesgo esencial en modelos epidemiológicos incluyendo el pronóstico espacio-temporal de variantes asociado con prevalencia y virulencia del organismo. Por ejemplo, *Eta* fue una variante que rápidamente fue reemplazada por otras variantes dominantes. *Mu* y *Lambda* fueron variantes asociadas a regiones específicas (i.e., Sudamérica) con periodos más prolongados pero igualmente reemplazadas por otras de mayor dispersabilidad como *Delta* (Hodcroft, 2021).

Salud y calidad de alimentos. Por otro lado, el deterioro de la salud poblacional por enfermedades no infecciosas, particularmente en México, subyace

epidemiological behavior of the young Mexican cohort in the first epidemic wave. The authors justify the food labeling initiative that had been previously rejected by legislative bodies (Reyes, 2019). Undoubtedly, the pandemic contributed to the official publication on November 8, 2019, of the decree that reforms the *General Health Law on overweight, obesity and labeling of food and non-alcoholic beverages*, approved by Mexican Congress on October 22.

Within the framework of this reform, the **Food and Beverage Front Labeling System (SEFAB)**, developed by the National Institute of Public Health (INSP, in Spanish), was implemented, which resulted in the update of the Mexican Official Norm NOM-051-SCFI/SSA1-2010 and its mandatory implementation on October 1, 2020, through three phases to be carried out between 2020-2025. This strategy, among other elements, stipulates and specifies: **1)** That the right to health protection should have among its purposes the *prevention of diseases*; **2)** In terms of school hygiene, it is the responsibility of health authorities to establish actions that *promote healthy and nutritious food and physical activity*; **3)** That health promotion integrates nutritious food, physical activity, and nutrition; **4)** Emphasizing that programs will propose actions to reduce malnutrition and promote the consumption of foods adequate to the population's nutritional needs; **5)** Avoid other elements that represent a potential health risk. Therefore, essentially these actions seek to decrease the epidemic intensity of obesity, as a chronic disease, reduce its effect on other non-infectious diseases, and reduce the risk of infection and mortality by COVID-19 (Álvarez-Maya *et al.*, 2021).

Urban food. The interest in quality food and its timely supply to densely populated urban areas,

en el estilo de consumo trastocado por la industria alimentaria. En una década (80's) el porcentaje de personas con sobrepeso y obesidad creció 32.2%, en la actualidad se estima en 70% (Rivera *et al.*, 2018). Estas enfermedades metabólicas, y las cardiovasculares constituyen factores de riesgo a la infección y mortalidad por SARS-CoV-2 (Álvarez-Maya *et al.*, 2021; Garcia-Ruiz *et al.*, 2021). Este es el contexto de la contribución de Álvarez-Maya y colaboradores (2021), los cuales analizaron el comportamiento epidemiológico del cohorte joven mexicano en la primera ola epidémica. Los autores justifican la iniciativa de etiquetado de alimentos que, con variantes, había sido previamente rechazada por instancias legislativas (Reyes, 2019). Sin duda, la pandemia contribuyó a que el 8 de noviembre 2019, se publicara en el Diario Oficial de la Federación el decreto que reforma la *Ley General de Salud, en materia de sobrepeso, obesidad y etiquetado de alimentos y bebidas no alcohólicas*, aprobado por el Congreso de la Unión el 22 de octubre.

En el marco de esta reforma se implementó el **Sistema de Etiquetado Frontal de Alimentos y Bebidas (SEFAB)**, desarrollado por el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), que derivó en la actualización de la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 y la entrada en vigor el 1 de octubre 2020 mediante tres fases a efectuarse entre 2020-2025. Esta estrategia, entre otros elementos, estipula y puntualiza: **1)** Que el derecho a la protección de la salud debe tener entre sus finalidades la *prevención de las enfermedades*; **2)** En materia de higiene escolar, corresponde a las autoridades sanitarias establecer acciones que *promuevan una alimentación sana y nutritiva* y la realización de actividad física; **3)** Que la promoción de la salud integra la alimentación nutritiva, actividad física y nutrición; **4)** Enfatiza que los programas propondrán acciones para reducir la malnutrición, promoverán el consumo de alimentos adecuados a las

as the disruption consequence of the supply chains caused by COVID-19, has been proposed in different political frameworks, but still without effects on public policy. The perspective of urban agriculture in food safety and quality is viable for populated cities. These are environments where infectious agents have had the highest contagion rates in historical epidemics (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021; Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez 2021). Agricultural production in Mexico City, in the first infectious stage of COVID-19, evidenced its resilience despite a higher risk of contagion for workers than in the rural environments (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021; Reyes-Tena *et al.*, 2021; González-Gaona *et al.*, 2021; Castañeda-Cabrera *et al.*, 2021). Additionally, the possibility of SARS-CoV-2 spread by food contaminated, mainly fresh food, was investigated due to the association of the first positive case with a food market in Wuhan, China. Vargas-Arispuro *et al.* (2021) reviewed the scientific evidence and concluded that it is a low risk associated with agricultural products, mainly due to adherence to Good Production and Packaging Practices. However, the passive presence of the virus is widely documented for up to 2-3 days depending on the type of material exposed to human contact. This makes possible the contamination of food packaging by handling in transport and selling points. Reviews of the use of chlorine and citrus-based products as sanitizers to inactivate SARS-CoV-2 suggest a cost-effective and low environmental impact option (Muñoz-Castellanos *et al.*, 2021; Schneegans-Vallejo *et al.*, 2021).

Vaccination as a mitigation alternative. Vaccines against SARS-CoV-2 were developed at an unprecedented research speed (12 months after the outbreak), mainly supported by government funds. This approach, implemented from December 2020,

necesidades nutricionales de la población; y 5). Evitarán otros elementos que representen un riesgo potencial para la salud. Por tanto, esencialmente estas acciones buscan disminuir la intensidad epidémica de obesidad, como enfermedad crónica, disminuir su efecto en otras enfermedades no infecciosas, y reducir el riesgo de infección y mortalidad por COVID-19 (Álvarez-Maya *et al.*, 2021).

Alimento urbano. El interés por alimentos de calidad y su abastecimiento oportuno a polos urbanos densamente poblados, como consecuencia de la ruptura de cadenas de suministro ocasionada por COVID-19, se ha propuesto en diferentes ámbitos, pero aun sin efectos en política pública. La perspectiva de agricultura urbana en la seguridad y calidad de alimentos es viable para grandes urbes. Entornos donde los agentes infecciosos han tenido mayores tasas de contagio en epidemias históricas (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021; Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez 2021). La producción agrícola de la Ciudad de México, en la primera etapa infecciosa de COVID-19, evidenció su resiliencia a pesar de mayor riesgo de contagio para trabajadores que en el entorno rural (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021; Reyes-Tena *et al.*, 2021; González-Gaona *et al.*, 2021; Castañeda-Cabrera *et al.*, 2021). Adicionalmente, la posibilidad de dispersión de SARS-CoV-2 por alimentos, principalmente frescos, fue investigada debido a la asociatividad del primer caso positivo al virus con un mercado de alimentos en Wuhan, China. Vargas-Arispuro y colaboradores (2021), revisaron las evidencias científicas al respecto concluyendo el bajo riesgo vinculado con productos agrícolas, en gran medida por la adherencia a buenas prácticas de producción y empaque. No obstante, está ampliamente documentada la presencia pasiva del virus hasta por 2-3 días en función del tipo de material expuesto al contacto humano. Esto posibilita la contaminación del

constitutes the current mitigation strategy against the health crisis, helping to decrease the mortality risk by 90%, restore labor and social activity, and alleviate losses in all sectors of the economy. As a reference, vaccines against the bacteria causing the Black Death and Cholera took 551 and 33 years, respectively, after the epidemic outbreaks after the Renaissance (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021). However, access to vaccines for many low-income countries remains restricted. Like those in the Caribbean Basin and the African continent, due to the cost of acquisition, storage, and distribution. In addition, the G7 countries have amassed up to 75% of the doses produced, despite exceeding their immediate needs. The USA wasted more than 15 million doses due to the rejection of vaccination by broad sectors of society, a situation repeated in several developed countries (Afp, 2021b).

Currently, WHO has approved, under the criterion of ‘*emergency use*’, Pfizer/BioNTech, AstraZeneca/Oxford, Janssen, Moderna, and Sinopharm vaccines. Others are still under development or in evaluation by international regulatory agencies. Geopolitical, protectionist, or bureaucratic management has been denounced by countries such as China and Russia, whose vaccines have been the most delayed in their approval. On the other hand, national competent agencies have authorized CanSino, Sputnik V, Soberana 02, and Soberana Plus against COVID-19 in specific countries. Cuba is a notorious case being the only country in Latin America that has developed and applied its vaccines, Soberana 01, Soberana 02, Soberana Plus, and Abdala, despite the economic and technological embargo imposed by the USA. Currently, 82% of the Cuban population is vaccinated with the required two doses (Ritchie *et al.*, 2021). Mexico, through the Federal Commission for Protection against Health Risks

embalaje de alimentos por manipulación en transporte y en puntos de venta. Las revisiones del uso de cloro y de productos a base de cítricos como sanitizantes para inactivar al SARS-CoV-2 sugieren una opción rentable y de bajo impacto ambiental (Muñoz-Castellanos *et al.*, 2021; Schneegans-Vallejo *et al.*, 2021).

Vacunación como alternativa de mitigación. Las vacunas contra SARS-CoV-2, fueron desarrolladas a una velocidad de investigación sin precedente (12 meses después del brote epidémico), principalmente financiadas con fondos gubernamentales. Los programas de vacunación, implementados a partir de diciembre 2020, constituyen la actual estrategia de mitigación contra la crisis sanitaria, ayudando a disminuir hasta 90% del riesgo de mortalidad, restaurar la actividad laboral y social, y paliar las pérdidas económicas en todos los sectores de la economía. Como referencia, las vacunas contra las bacterias causantes de la Peste Negra y Cólera, tardaron 551 y 33 años, respectivamente, después de los brotes epidémicos posteriores al Renacimiento (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021). No obstante, el acceso a los inmunológicos para muchos países de bajos ingresos aún sigue restringido, como los Caribeños y del continente Africano, debido al costo de adquisición, almacenaje y distribución. Adicionalmente, los países del G7 han acaparado la producción de dosis hasta en 75%, a pesar de superar sus necesidades inmediatas. EUA desperdició más de 15 millones de inmunológicos debido al rechazo a la vacunación de amplios sectores de la sociedad, situación que se repite en varios países desarrollados (Afp, 2021b).

Al cierre de la edición, la OMS ha aprobado, con el criterio de ‘*uso en emergencias*’, las vacunas Pfizer/BioNTech, AstraZeneca/Oxford, Janssen, Moderna y Sinopharm. Otras continúan en proceso de desarrollo o en evaluación por entidades

(Cofepris, in Spanish), recently approved Abdala to complement its vaccination program. In this country, the vaccination policy has been successful due to population acceptance and national coverage (Cruz, 2021).

Health model crisis. The global requirement of vaccines, as the first front of mitigation against SARS-CoV-2, evidenced the global crisis of Health Systems, and weak public medical research, consequently, the reluctance of *prevention* in favor of the *curative* principle promoted by the pharmaceutical industry and educative models (Franco-Giraldo, 2019; 2014; PAHO, 2008; Frenk, 2003; Cabello, 2001). Mexico, once a world leader in vaccines production and pathogen eradication (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021), has invested more than US\$ 832.7 million through May 2021 in vaccine procurement (Expansión, 2021). The oligopoly of SARS-CoV-2 vaccine manufacturers could earn up to US\$ 190 billion in sales during 2021. Only nine pharmaceutical companies, including US-based Pfizer and Moderna, along with China's Sinovac, Biotech and Sinopharm will benefit from the COVID-19 vaccine market (Paton, 2021). Notably, before the pandemic, three companies controlled the international market (Carbajal, 2022).

The worldwide value of the vaccine market allowed the pharmaceutical industry to increase its stock market value after the pandemic process and strengthen its monopoly structure (Carbajal, 2022). Consequently, supported by their respective countries, pharmaceutical companies have been reluctant to release patents, requested by WHO and several countries, preventing mass vaccination with a humanistic and inclusive approach. This strategy is recognized by WHO and health experts as the only viable and rational strategy to manage the SARS-CoV-2 pandemic. Prolonging the epidemic

regulatorias internacionales. El manejo geopolítico, proteccionista, o burocrático ha sido denunciado por países como China y Rusia, cuyas vacunas han sido las más tardadas en su aprobación. Por otra parte, agencias competentes nacionales han autorizado CanSino, Sputnik V, Soberana 02 y Soberana Plus contra COVID-19 en países específicos. Un caso a resaltar es Cuba, único país en Latinoamérica que ha desarrollado y aplicado sus propias vacunas, Soberana 01, Soberana 02, Soberana Plus y Abdala, a pesar del bloqueo económico y tecnológico impuesto por EUA. Actualmente, 82% de la población cubana está vacunada con las dos dosis requeridas (Ritchie *et al.*, 2021). México, a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris), recientemente aprobó la vacuna Abdala para complementar su programa de vacunación. En este país, la política de vacunación sido exitosa por la aceptación poblacional y por cobertura nacional (Cruz, 2021).

Crisis del modelo de salud. El requerimiento mundial de inmunológicos como primer frente de mitigación contra SARS-CoV-2, evidenció la crisis mundial del sistema de salud y el deterioro de la investigación médica pública, por consiguiente, un abandono total del principio *preventivo* en beneficio del *curativo* promovido por la industria farmacéutica y los modelos educativos (Franco-Giraldo, 2019; 2014; OPS, 2008; Frenk, 2003; Cabello, 2001). México, alguna vez líder mundial en la generación de vacunas y erradicación de agentes patógenos (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021), ha invertido más de US\$ 832.7 millones hasta mayo 2021 en la adquisición de vacunas (Expansión, 2021). El oligopolio de fabricantes de vacunas contra SARS-CoV-2 podría ganar hasta US\$ 190 mil millones en ventas durante 2021. Solo nueve empresas farmacéuticas, incluidas Pfizer y Moderna, con sede en EUA, junto con las chinas

increases the risk of the emergence of virus variants with new parasitic and clinical outcomes, and the potential loss of vaccines efficacy. For example, for *Omicron* it is anticipated that efficiency may decrease due to the number of mutations in its genome. WHO recently announced a 40% loss of vaccine effectiveness due to *the Delta* variant (Afp and Reuters, 2021). This corporate reticence is paradoxical considering that the USA, UK, and other countries invested public resources of US\$ 8.6 billion for the generation of vaccines (Carbajal, 2022), and that SARS-CoV-2 genomic information has come mainly from public research institutions (www.gisaid.org). However, this commercial vision is congruent with the gradual abandonment of the *prevention* approach of Public Health Systems and the adoption of *cure*, and therefore of *health* as a business model (Franco-Giraldo, 2019; 2014; PAHO; 2008; Frenk, 2003; Cabello, 2001). The genomic and functional basis of vaccines (García-Ruiz *et al.*, 2021), and their historical analysis from the scientific, epidemiological, and Health Systems perspective (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021) are addressed in the MJP Special Issue.

COVID-19 AND AGROFOOD SECURITY

Agriculture and food production. Agriculture was declared an essential activity in Mexico, and other countries, in the containment framework of the SARS-CoV-2/COVID-19 pandemic mitigation strategies. This implied productive continuity for the world food supply. Consequently, the agricultural sector was the only one that maintained positive growth concerning other economic sectors. However, this implied a health risk for workers in this sector. This aspect and the strategies implemented to mitigate them are analyzed in another section. The agricultural contribution to national GDP was addressed with 2020 and partially

Sinovac, Biotech y Sinopharm se beneficiarán del mercado de vacunas contra el COVID-19 (Paton, 2021). Notoriamente, previo a la pandemia solo tres empresas controlaban el mercado internacional (Carbajal, 2022).

El valor mundial del mercado de vacunas propició que la industria farmacéutica incrementara su valor bursátil a partir del proceso pandémico e incluso fortaleció las estructuras monopólicas (Carbajal, 2022). En consecuencia, apoyadas por sus respectivos países, las farmacéuticas han sido reticentes a la liberación de patentes, solicitada por la OMS y varios países, impidiendo masificar la vacunación con un enfoque humanista e incluyente. Estrategia reconocida por la OMS y expertos en salud, como la única viable y racional para manejar la pandemia de SARS-CoV-2. Prolongar la epidemia incrementa el riesgo de emergencia de variantes del virus con nuevas capacidades parasíticas y clínicas, y la pérdida potencial de eficacia de vacunas. Por ejemplo, para *Ómicron* se prevé que la eficiencia puede disminuir debido a la cantidad de mutaciones en su genoma. La OMS recientemente anunció la pérdida de 40% de efectividad de vacunas debido a la variante *Delta* (Afp y Reuters, 2021). Es paradójica esta reticencia empresarial considerando que EUA, UK y otros países invirtieron recurso público por US\$ 8600 millones para la generación de inmunológicos (Carbajal, 2022), y que la información genómica del SARS-CoV-2 ha provenido principalmente de instituciones públicas de investigación (www.gisaid.org). Sin embargo, esta visión mercantil es congruente con el gradual abandono del enfoque de *prevención* de los Sistema Públicos de Salud y la adopción de la *cura*, y por tanto de la *salud* como negocio (Franco-Giraldo, 2019; 2014; OPS; 2008; Frenk, 2003; Cabello, 2001). La base genómica y funcional de las vacunas (García-Ruiz *et al.*, 2021), y su análisis histórico desde la perspectiva científica, epidemiológica y de los Sistemas

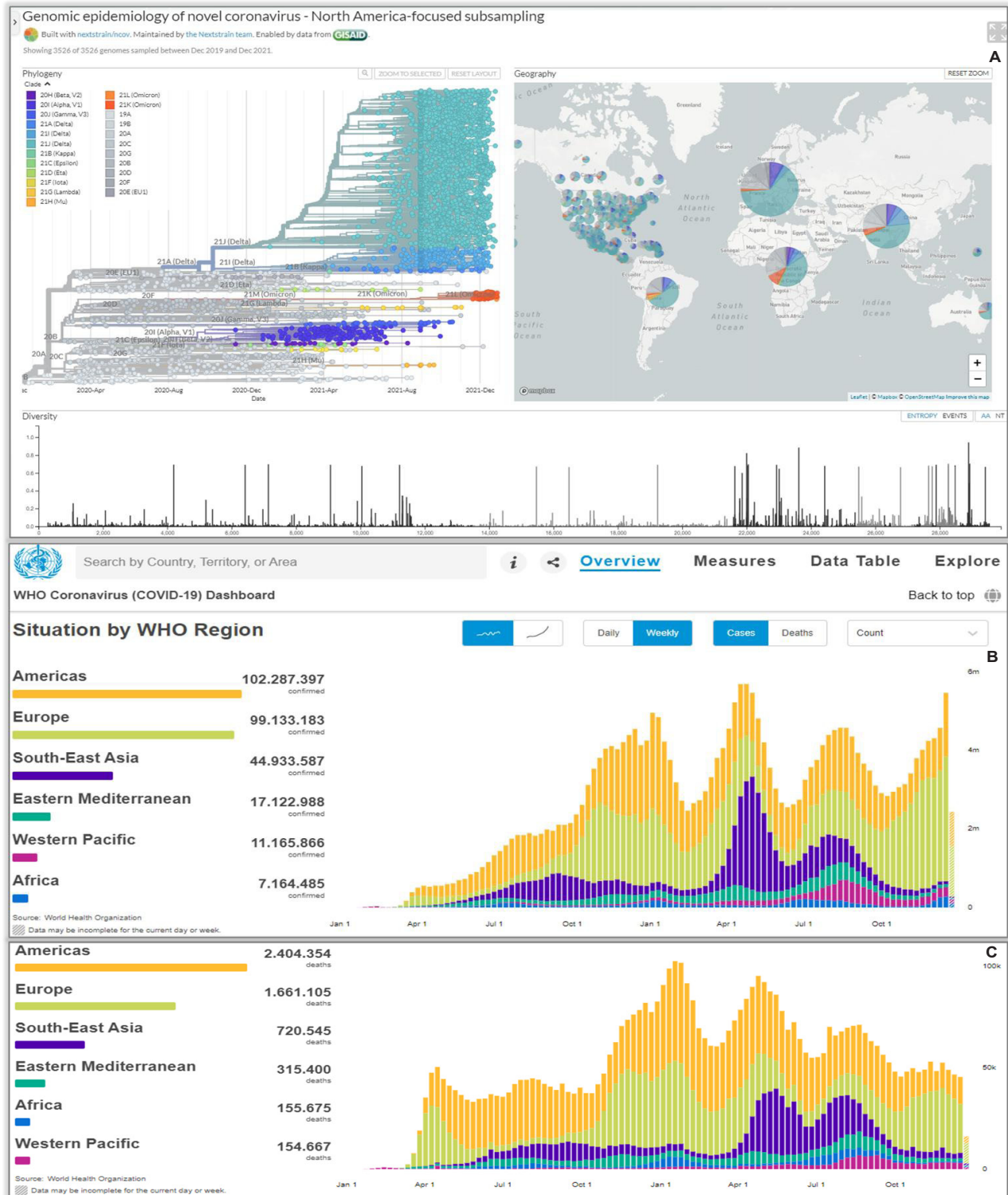


Figure 2. Public web platforms developed for SARS-CoV-2/COVID-19. A. Phylogeny, phylogeography and virus diversity generated by GISAD (www.gisaid.org). B. COVID-19 pandemic traceability reported from January to October 2021 by John Hopkins University, USA (<https://coronavirus.jhu.edu/map.html>). Number (x1000) of positive cases by WHO regions. C. Number of death cases by regions.

Figura 2. Plataformas web públicas desarrolladas para SARS-CoV-2/COVID-19. A. Filogenia, filogeografía y diversidad del virus generadas por GISAD. B. Trazabilidad pandémica de COVID-19. Número (x1000) de casos positivos por regiones OMS. C. Número de muertes por regiones.

from 2021 productive data (Rivas-Valencia *et al.*, 2021). The MJP Special Issue includes four contributions regarding the importance of innovating production through the use of native resources to ensure productive sustainability with minimum environmental impact. The focus was to reduce dependence on foreign agricultural supplies provided by international consortiums. The dependence effect on international supplies is evidenced by the COVID-19 crisis, as it has a direct impact on global production and supply chains. International consortiums produce supplies of high agricultural inputs, such as chemical fertilizers, pesticides, and hybrid and varieties seeds, some produced by transgenic technology. These consortiums, such as Bayer and Pfizer, may also have commercial divisions for the human health sector. A proposal to encourage research on native plant germplasm was addressed with tomato (*Solanum lycopersicum*) as a study case (Cortez-Madrigal *et al.*, 2021). In addition, biotechnological use of microbiological resources to enhance soil nutrient availability and plant nutrient uptake; and the potential as control agents, were discussed by authors from Mexican leading public research centers (Zelaya-Molina *et al.*, 2021; Samaniego-Gaxiola 2021; Ayala-Zepeda *et al.*, 2021).

Agriculture transcendence. The current consumer society, abruptly interrupted by widespread social confinement and distancing as mitigation strategies against COVID-19, evidenced the intricate network of human dependencies largely induced as essential material needs. However, it was evident that food and health are the true fundamental rights of life. Agriculture, underestimated since the Industrial Revolution as an engine of economic and financial development on a large scale, patented its civilizing condition and the motherhood of human culture. The great centers of agricultural origin were

de Salud (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021) son abordados en el Número Especial RMF.

COVID-19 Y SEGURIDAD AGROALIMENTARIA

La Agricultura y producción alimentaria. En México y otros países, la agricultura fue declarada actividad esencial en el marco de la contención absoluta de las actividades humanas como estrategia de mitigación de la pandemia SARS-CoV-2/ COVID-19. Esto implicó la continuidad productiva para el suministro mundial de alimentos. Consecuentemente, el sector agrícola fue el único que mantuvo un crecimiento positivo respecto a otros sectores económicos. Sin embargo, esto implicó un riesgo sanitario para este sector. Este aspecto y las estrategias implementadas para mitigarlas se analizan en otra sección. El aporte agrícola al PIB nacional fue abordado con datos productivos 2020 y parcialmente del 2021 (Rivas-Valencia *et al.*, 2021). En cuatro contribuciones del Número Especial RMF se expuso la importancia de innovar la producción mediante el empleo de recursos nativos para asegurar la sustentabilidad productiva, con menor impacto ambiental, y para disminuir la dependencia de insumos agrícolas foráneos distribuidos por consorcios internacionales. El efecto de la dependencia de insumos fue evidenciado por COVID-19 al impactar directamente en cadenas de suministros mundiales debido a la globalización de procesos productivos. Insumos de alta demanda agrícola, como semilla de híbridos y variedades generadas por procesos convencionales o con ingeniería genética, fertilizantes químicos, y pesticidas son producidos por consorcios internacionales, varios de los cuales poseen también divisiones comerciales para el sector salud como Bayer y Pfizer. La propuesta de incentivar la investigación de germoplasma vegetal nativo fue abordado con

the base of the *demos*, the evolution of language (Goettsch *et al.*, 2021), and the primordium of scientific thoughts. The COVID-19 health crisis demands a profound review of agriculture as a cultural, tangible, and intangible heritage of humanity, a guarantor of well-being, and a promoter of nation's and people's stability. But it also calls for a review of intensive and extensive production models with a strong impact on the quality and food safety, productive assets, agroecosystemic resources, and the environment. Agriculture has been questioned for its direct and indirect effect on the *carbon footprint* (Sui and Wenquiang, 2021). In addition, it has been postulated that Agriculture and urbanization have caused deforestation, enhancing the origin of zoonotic diseases (Lal, 2020). A recent paper reports that 35% of wild plants, including emblematic crops such as coffee, avocado, and cocoa, are threatened with extinction due to the conversion of natural habitats for human use. The main causes included the abandonment of traditional agricultural methods by extensive mechanization, widespread use of herbicides and pesticides, invasive species and pests, as well as contamination by genetically modified crops, overharvesting, and logging (Goettsch *et al.*, 2021).

Sustainable and resilient agriculture. Agriculture lied on natural resources with high resilience and ecosystemic contributions. The CO₂ sequestration and its conversion into food is a fundamental agricultural contribution to the *carbohydrate footprint* (a positive term proposed for conversion of CO₂). Its contribution to the biogeochemical cycles is highly dynamic and effective. Agriculture can readily be integrated into a systemic and sustainable environmental model with greater efficiency than other sectors of the economy. These sectors, however, need to be incorporated into this model based on a deep review that includes the

el jitomate (*Solanum lycopersicum*) como estudio de caso (Cortez-Madrigal *et al.*, 2021), y el empleo biotecnológico de recursos microbiológicos como fijadores de nutrientes y como agentes de control biológico fueron discutidos por investigadores de centros públicos de investigación de vanguardia en México (Zelaya-Molina *et al.*, 2021; Samaniego-Gaxiola 2021; Ayala-Zepeda *et al.*, 2021).

Trascendencia agrícola. La actual sociedad de consumo, abruptamente interrumpida por el confinamiento y distanciamiento social generalizado como estrategias de mitigación contra COVID-19, evidenció la intrincada red de dependencias humanas en su gran mayoría inducidas como necesidades materiales esenciales. Sin embargo, fue evidente que el alimento y la salud son los verdaderos derechos fundamentales de la vida. La Agricultura, subestimada desde la Revolución Industrial como motor de desarrollo económico y financiero de gran escala, patentizó su condición civilizatoria y madre de la cultura humana. Los grandes centros de origen agrícola fueron la simiente de los *demos*, la evolución de la lengua (Goettsch *et al.*, 2021) y los primordios del pensamiento científico. La crisis sanitaria COVID-19 obliga a una revisión profunda de la Agricultura como patrimonio cultural, material e inmaterial de la humanidad, garante de bienestar y promotor de la estabilidad de los pueblos. Pero, además, exige revisar los modelos de producción intensivos y extensivos con fuerte impacto en la calidad e inocuidad de alimentos, activos productivos, recursos agroecosistémicos y el ambiente. La agricultura ha sido cuestionada por su efecto directo e indirecto en la *huella de carbono* (Sui y Wenquiang, 2021). Además, se ha postulado que la Agricultura y la urbanización han causado la deforestación, potenciando el origen de enfermedades zoonóticas (Lal, 2020). Un reciente trabajo reporta que 35% de las plantas silvestres, entre las

balance between real needs and consumption. The paradox is the growing demand for food worldwide. Therefore, the essential nature of agriculture transcends the current COVID-19 pandemic. Consequently, agricultural innovation, within an environmental and productive framework, must be the perspective to be promoted. However, it is necessary to recognize countries' productive particularities and the need for public policies that cut across institutions and actors of the productive sector. Similarly, FAO's 'Zero Hunger', and the UN's 'Sustainable Development' with horizons to 2030, international policies must articulate their traditional programmatic schemes with aggressive and de-bureaucratizing operational and financial strategies (UN, 2015). Otherwise, the following UN resolution will be a utopia: *'We are resolved to end poverty and hunger worldwide by 2030, to combat inequalities within and among countries, to build peaceful, just and inclusive societies, to protect human rights and promote gender equality and the empowerment of women and girls, and to ensure the lasting protection of the planet and its natural resources'*.

The essentiality of Agriculture implied higher clinical risks to COVID-19, albeit with lower infection rates, in the rural population. Preliminary data on SARS-CoV-2 case fatality in rural areas was higher (12.4%) than in urban areas (8.4%) (Rodríguez, 2021). The explanation is the infrastructure, human resources, and accessibility limitations to primary and secondary health services. The risk of contagion among agricultural workers affected the different productive stages and caused a contraction of local markets, mainly supply centers in urban areas (Cruces-Pedraza, 2021; Castañeda-Cabrera *et al.*, 2021; Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021; González-Gaona *et al.*, 2021; Reyes-Tena *et al.*, 2021). However, it is necessary to emphasize that Mexican agricultural

que se encuentran cultivos emblemáticos como el café, aguacate y cacao, están amenazados de extinción a causa de la conversión de hábitats naturales para uso humano. Las principales causas incluyeron el abandono de métodos agrícolas tradicionales por mecanización extensiva, uso generalizado de herbicidas y pesticidas, especies invasoras y plagas, aunado a la contaminación por cultivos genéticamente modificados, recolección excesiva y tala (Goettsch *et al.*, 2021).

Resiliencia y sustentabilidad agrícola. La agricultura se fundamenta en uso de recursos con gran capacidad de resiliencia y fuertes aportes ecosistémicos. El secuestro de CO₂ y su conversión en alimento, es la gran contribución agrícola a la *huella del carbohidrato* (término propuesto en referencia ecosistémica positiva para la conversión del CO₂), y su valor en los ciclos biogeoquímicos es altamente dinámico y efectivo. La Agricultura puede rápidamente integrarse a un modelo ambiental sistémico y sustentable con mayor eficiencia que otros sectores de la economía, los cuales requieren incorporarse a este modelo con base en una profunda revisión que incluya el equilibrio entre necesidades reales y consumo. La paradoja es la creciente demanda de alimentos a nivel mundial. Así, la esencialidad de la Agricultura trasciende la actual pandemia COVID-19. En consecuencia, la innovación agrícola, en un marco ambiental y productivo, es la perspectiva futura que debe impulsarse, en concordancia con el contexto de cada país, mediante políticas públicas transversales a las instituciones y actores del sector productivo. Análogamente, políticas internacionales como 'Hambre Cero' de FAO y 'Desarrollo Sostenible' de la ONU con horizontes al 2030 deben articular sus modelos programáticos tradicionales con estrategias operativas y financieras agresivas y desburocratizadoras (ONU, 2015). De otra manera la siguiente resolución de la ONU

policies embraced neoliberalism in the 1980s. It implied gradual elimination or privatization of essential organizations such as FERTIMEX, ANSA, CONAFRUT, INMECAFE, etc. With the paradigm of modernizing the Mexican economy (i.e., privatization), the agriculture sector was relegated under the assumption that importation was cheaper than production. Currently, this vision has been partially reversed, essentially due to the initiative of the productive sector. The COVID-19 pandemic demonstrated that only those countries with a solid primary sector economy may guarantee food security and strategies that made great sense facing the pandemic.

Migrants and rural remittances. It is paradoxical that migrants, who began their territorial displacement precisely because of neoliberal policies detrimental to farming, and due to the long relinquishment of agricultural structural strategies, sent record remittances that impacted mainly in Mexican rural areas (Rivas-Valencia *et al.*, 2021). Conversely, in the cities, employment was canceled or precarious. The funneling of money overseas increased. The poor ‘injecting’ and the rich ‘exporting’ capitals. Thus, facing the COVID-19 crisis, it was the rural sector, through production and remittances, which contributed to its mitigation effect on the Mexican economy (Rivas-Valencia *et al.*, 2021). In 2020, remittances from Mexicans (mainly from the USA) reached an historical maximum equivalent to 3.8% of GDP, which represented US\$ 40,606.60 million, 11.4% higher than in 2019. Similarly, as of September 2021, remittances worth US\$ 37,300.00 million, a historical record comparable to 2020 (Carbajal, 2021).

Global food production. On a global scale, agrofood trade was US\$66.703 billion, of which

será una utopía: *‘Estamos resueltos a poner fin a la pobreza y el hambre en todo el mundo de aquí a 2030, a combatir las desigualdades dentro de los países y entre ellos, a construir sociedades pacíficas, justas e inclusivas, a proteger los derechos humanos y promover la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de las mujeres y las niñas, y a garantizar una protección duradera del planeta y sus recursos naturales’.*

La esencialidad de la Agricultura implicó mayores riesgos clínicos por COVID-19, aunque con menores tasas de contagio, en la población rural. Datos preliminares sobre letalidad de SARS-CoV-2 en zonas rurales fue mayor (12.4%) que en zonas urbanas (8.4%) (Rodríguez, 2021), en gran medida por restricciones de infraestructura, recursos humanos, e inaccesibilidad a servicios básicos de salud. El riesgo de contagio entre trabajadores agrícolas afectó los diferentes eslabones productivos y provocó una contracción de mercados locales, principalmente centrales de abasto en áreas urbanas (Cruces-Pedraza, 2021; Castañeda-Cabrera *et al.*, 2021; Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021; González-Gaona *et al.*, 2021; Reyes-Tena *et al.*, 2021). Sin embargo, es necesario contextualizar que las políticas agrícolas, a partir de 1988 con la formalización del neoliberalismo económico, han tenido un grave deterioro con la desaparición o privatización de organismos esenciales como FERTIMEX, ANSA, CONAFRUT, INMECAFE, etc. Con el paradigma de modernizar la economía mexicana (i.e., privatizador) se desdeñó el campo con la asunción que era más barato importar que producir. Actualmente, se ha logrado revertir parcialmente esta visión, en gran parte por iniciativa del sector productivo. La pandemia COVID-19 demostró que solo aquellos países con una sólida economía del sector primario pudieron garantizar su autosuficiencia y seguridad alimentaria, estrategias que cobraron un gran sentido ante la pandemia.

59.2% corresponded to Mexican sales (Villalobos-Arámbula, 2021). At the end of 2020, agricultural and fisheries export value was the highest in 28 years since 1993 (SIAP, 2021; Rivas-Valencia *et al.*, 2021) (Figure 3). The sector dynamism placed Mexico as the 12th largest agricultural producer and 3rd in Latin America, esteeming a positive balance in 2020 (SIAP, 2021). At this writing close, Mexico's GDP stands at MX\$ 17'841,981 million (+4.6%) with an employment and consumption recovery close to pre-pandemic conditions. The primary sector contribution was MX\$ 617,130 million (INEGI, 2021). However, caution of the Mexican economy's recovery prevails as in the rest of the world. Full economic reactivation may depend on the progress of vaccination programs against SARS-CoV-2.

Basic food basket value. Regarding the impact of COVID-19 on food value, in terms of the basic food basket in Mexico, measured through the National Consumer Price Index (INPC, in Spanish) remained relatively stable (105.9, 2019 vs. 116.9, 2021) (BANXICO, 2021), with some exceptions in 2020 of products that decreased in price due to consumption contraction, distribution channels reduction, partial closure of supply centers and local markets (Reyes-Tena *et al.*, 2021). Specifically, the prices of agricultural products of the basic food basket increased from MX\$ 454.9 in 2019 to 535.4 in November 2021 (INEGI, 2021), implying an average increase of 15.3%. However, these increases contrast with the disproportionate global increases in computer inputs, digital services, and medicines under the supply-demand premise, not compatible with an international health crisis. On the other hand, in agricultural production, the commodities' increased value in international markets excludes the farmer from the benefits transferred to the intermediaries of distribution chains, traders, and

Migración y remesas rurales. Es paradójico que los migrantes, quienes iniciaron su desplazamiento territorial, precisamente por políticas neoliberales perjudiciales para el campo, y el largo abandono de estrategias estructurales productivas, enviaran remesas récord que impactaron principalmente en los entornos rurales mexicanos (Rivas-Valencia *et al.*, 2021), mientras que en las grandes urbes se canceló o precarizó el empleo y se acentuó la fuga de capitales nacionales. Los pobres 'inyectando' dinero y los ricos haciendo 'trasfusión' de capitales. Así, ante la gran crisis COVID-19, fue el campo, por la vía productiva y las remesas, quien contribuyó a mitigar el efecto COVID-19 en la economía mexicana (Rivas-Valencia *et al.*, 2021). En 2020, las remesas de mexicanos residentes en el extranjero (principalmente EUA) llegó a su máximo histórico equivalente al 3.8% del PIB, lo que se traduce en US\$ 40,606.60 millones, 11.4% mayor que en 2019. Similarmente, a septiembre 2021 se enviaron remesas por US\$ 37,300.00 millones, registro histórico comparable al 2020 (Carbajal, 2021).

Producción alimentaria global. A escala global, el comercio agroalimentario fue de US\$ 66,703 millones, de los cuales 59.2% correspondió a ventas realizadas por México (Villalobos-Arámbula, 2021). Al finalizar 2020, el valor de las exportaciones agropecuarias y pesqueras fue la mayor en 28 años desde 1993 (SIAP, 2021; Rivas-Valencia *et al.*, 2021) (Figura 3). Este dinamismo del sector permitió a México ubicarse como 12° productor agropecuario y 3° en América Latina favoreciendo una balanza positiva en 2020 (SIAP, 2021). Al cierre de este escrito, el PIB de México se ubica en MX\$ 17'841,981 millones (+4.6%) con una clara recuperación del empleo y del consumo cercano a la situación pre-pandémica, con un aporte del sector primario (agrícola) de MX\$ 617,130 millones (INEGI, 2021). No obstante, la cautela en

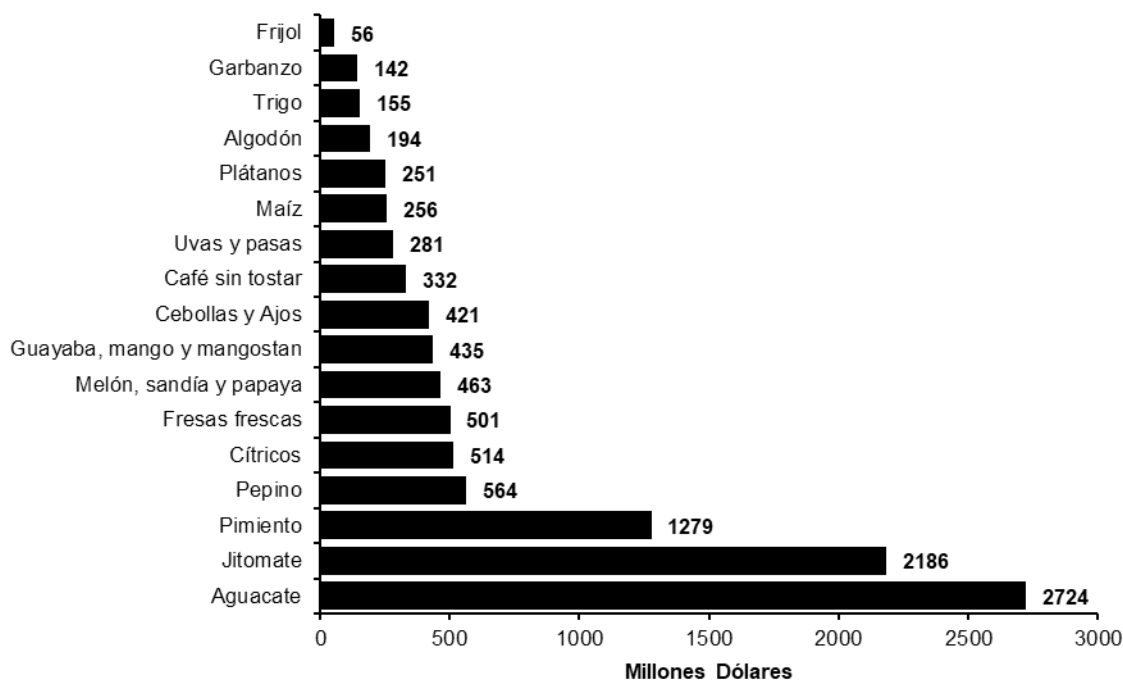


Figure 3. Mexican agricultural products with the highest export values in 2020. Units in millions of dollars. Data source: SIAP, (2021). Source: Rivas-Valencia *et al.*, 2021.

Figura 3. Productos agrícolas mexicanos con mayor valor de exportación en 2020. Unidades en millones de dólares. Fuente datos: SIAP, (2021). Fuente: Rivas-Valencia *et al.*, 2021.

packers. The coffee commodity, with an increase of 103% in 2021, illustrates this fact (Hernández, 2022; Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021). This commercial trend must be remedied under a sustainable and ‘fair’ production approach to the environment. But also fair for farmers and the labor producing and harvesting the food.

Conservation of productive resources. It is possible to promote agriculture based on agroecosystem services optimization, conservation of productive resources, use of native germplasm, preservation of farming knowledge, and return of productive value to the producer (Ayala-Zepeda *et al.*, 2021; Cortéz-Madrigal *et al.*, 2021; Samaniego-Gaxiola, 2021; Zelaya-Molina *et al.*, 2021). However, in Mexican rural areas, as in other countries, the agricultural production

la recuperación prevalece para México y el resto de mundo. Se ha pronosticado que ésta dependerá del avance de vacunación contra el SARS-CoV-2, lo cual permitiría la total reactivación económica.

Valor de canasta básica. Respecto al impacto de COVID-19 en el costo de alimentos, en términos de la *canasta básica* en México, medido a través del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) se mantuvo relativamente estable (105.9, 2019 vs 116.9, 2021) (BANXICO, 2021), con algunas excepciones en 2020 de productos que disminuyeron en precio por contracción de consumo, reducción de canales de distribución, cierre parcial de centrales de abasto y mercados locales (Reyes-Tena *et al.*, 2021). Específicamente, los precios de productos agrícolas de la canasta básica, pasaron de MX\$ 454.9 en 2019 a 535.4 en noviembre 2021 (INEGI,

exhibits great diversity in terms of technology, culture and social organization. Simplifying to one production model is not feasible. A single model may not be in agreement with regional biotic and abiotic complexity and to the specific production unit conditions. Agriculture cannot be conceived as bio-factories with standardized and seasonally reproducible processes. It is necessary to differentiate, for example, technified production systems from traditional, subsistence or organic systems, which have less impact on soil and plant microbial systems.

Technified production systems (i.e., generally extensive monocultures of commercial varieties, use of fertilizers, agrochemicals, and costly irrigation systems, etc.) can have a strong impact on productive (i.e., soil, water, varieties) and environmental resources. But they are also the biggest food producing units. Therefore, the great agricultural challenge is to find a balance between systems created to meet the world's great food needs, the preservation of productive resources, and minimum environment impact. But this only possible with a comprehensive public policies framework including research, and development and technological innovation (R + D + I).

The importance of a political-scientific framework is illustrated by the gradual elimination, for almost two decades, of *methyl bromide* from world agriculture (SISSAO, 2014), and the current process to eliminate glyphosate from Mexican agriculture (<https://www.gob.mx/semarnat/articulos/por-que-decir-no-al-glifosato?idiom=es>). However, an innovation is linked to other technological developments. Its elimination or modification must include an integrated approach to generate effective alternatives. For example, transgenic varieties, such as glyphosate-resistant soybean, or pest-resistant corn using the *Bt* gene. Bayer-Monsanto's

2021), implicando un incremento promedio de 15.3%. Sin embargo, estos incrementos contrastan con los aumentos mundiales desproporcionados en insumos computacionales, servicios digitales y medicamentos bajo la premisa de oferta-demanda, no compatible con una contingencia de salud internacional. Por otra parte, en producción agrícola, el incremento del valor de alimentos en mercados internacionales excluye al productor de los beneficios transferidos a cadenas de distribución de intermediarios, comercializadoras y empacadoras. El caso del café, con un incremento del 103% en 2021, ilustra esta realidad (Hernández, 2022; Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021). Esta tendencia comercial debe subsanarse bajo un enfoque de producción sustentable y 'justa' al ambiente. Pero también justa para aquellas(os) que cultivan y cosechan los alimentos.

Conservación de activos productivos. Es posible impulsar una Agricultura fundamentada en la optimización de servicios agroecosistémicos, conservación de activos productivos, uso de materiales vegetales nativos, preservación de saberes, retorno de valor productivo al productor (Ayala-Zepeda *et al.*, 2021; Cortéz-Madrigal *et al.*, 2021; Samaniego-Gaxiola, 2021; Zelaya-Molina *et al.*, 2021). Sin embargo, el entorno rural de México y de todos los países con producción agrícola, es tecnológica, cultural y socialmente muy diverso. Simplificar a un modelo productivo sería equivocado. No estaría acorde con la complejidad biótica y abiótica regional y particular a cada unidad de producción. La Agricultura no puede concebirse como biofábricas con procesos estandarizados y reproducibles estacionalmente. Es necesario diferenciar, por ejemplo, los sistemas productivos tecnificados, de aquellos tradicionales, de subsistencia, u orgánicos, los cuales tienen un menor impacto en los sistemas microbianos del suelo y planta.

HT3 Smartstax Pro corn was recently banned by COFEPRIS Mexico for human consumption. This variety integrates genes involved in the *Bt* toxins production and genes for tolerance to *glyphosate* (established as a probable carcinogen by WHO in 2015), *glufosinate* and *dicamba*, three herbicides that broaden the spectrum of biological action. The use of these herbicides may affect plant and microbial diversity and introduces selective pressures not yet well studied. But this technology enables extensive production of crops such as soybeans and corn. Vanning *glyphosate de facto* eliminates the business of transgenic varieties.

Food safety and human health. High tech agriculture represents a significant investment risk due to sensible profit, conditioned by multiple factors being the perishable commodities condition the most important. It limits a broad market penetration and commercial time frames. Marketing is constrained and limited to pre-established agreements. For this production type Good Agricultural Practices (GAP) and Good Manufacturing Practices (GMP) were adopted in the 1990s for food safety. That is food without, or minimum, physical, chemical, or biological contaminants at production and packing sites. GAP and GMP standards represent an increase in production cost. However, the establishment of sanitizing measures towards COVID-19 (Muñoz-Castellanos *et al.*, 2021; Schneegans-Vallejo *et al.*, 2021), were feasible by using infrastructure already adopted such as restrooms and hygiene centers for hand washing. The hygienist organizational culture was already in place (Vargas-Arispuro *et al.*, 2021). GAP and GMP are essential to reduce the risk of human diseases, mainly due to enterobacteria (*Salmonellosis*) or vibrios (*cholera*). In fresh consumption, food safety is critical, as in berries, vegetables, and fruits. High technology production,

Los sistemas productivos tecnificados (i.e., monocultivos generalmente extensivos, insumos varietales, fertilizantes, agroquímicos, sistemas de riesgo, etc.) pueden tener un fuerte impacto en los activos productivos (i.e., suelo, agua, variedades) y ambientales. Pero también son los que producen el mayor volumen de alimentos. El gran reto agrícola es encontrar el balance entre sistemas creados para satisfacer las grandes necesidades mundiales de alimentos con la preservación de recursos productivos y por ende del ambiente. Pero esto solo será posible en el marco de políticas públicas que incluya la investigación, desarrollo e innovación tecnológica (I + D + i).

La importancia de un marco político-científico se ilustra con la eliminación gradual, por casi dos décadas, del *bromuro de metilo* de la agricultura mundial (SISSAO, 2014), y el actual proceso para eliminación del glifosato de la agricultura mexicana (<https://www.gob.mx/semarnat/articulos/por-que-decir-no-al-glifosato?idiom=es>). Sin embargo, una innovación está vinculada a otros desarrollos tecnológicos. Su eliminación o modificación debe incluir un enfoque integral para generar alternativas efectivas. Por ejemplo, variedades transgénicas, como la soya resistente al glifosato, o el maíz resistente a plagas mediante el gen *Bt*. El maíz *HT3 Smartstax Pro*, de Bayer-Monsanto, recientemente fue prohibido por COFEPRIS México para consumo humano. Esta variedad integra genes involucrados en la producción de toxinas Bt y genes de tolerancia al *glifosato* (establecido como probable cancerígeno por la OMS en 2015), *glufosinato* y *dicamba*, tres herbicidas que amplían el espectro de acción biológica. El uso de estos herbicidas puede afectar la diversidad vegetal y microbiana e introduce presiones selectivas poco estudiadas. Pero posibilita la producción extensiva de cultivos como soya y maíz. Prescindir del glifosato elimina *de facto* el negocio de variedades transgénicas.

generally associated with agro-export models, has contributed to human health mainly by preventing microbiological risks. A human disease outbreak due to products obtained at point-of-sale can be traceable.

The successful food safety approach in crops is analogous to animal production. However, in this case, the limited biological barriers with humans allowed recurrent emergence of zoonotic diseases, as exemplified with the *coronaviruses*, SARS-CoV-2, and *orthomyxoviruses*, with the influenza virus. In Mexico, there is the precedent of the 2009 epidemic outbreak of the *Influenza A H1N1*, becoming pandemic. This variant originates from a virus mutation in a pork farm. Similarly, the first 1997 outbreak of avian *Influenza A H5N1* in Hong Kong was associated with a chicken farm. Prevention of human diseases requires a systemic approach toward food quality produced in healthy environments, therefore crop production must be integrated with animal farming and human population in the vision of 'one health' a new 'health architecture' proposed by WHO (<https://www.who.int/es/news-room/commentaries>).

International plant health. The international phytosanitary approach includes not only food safety strategies. It also incorporates measures to contain pest movement (e.g., pathogens, weeds, insects, etc.) at regional and transboundary levels. A phytosanitary certificate is an internationally adopted instrument developed under the preventive exclusion principle. It explains the success of Mexican growing export volumes (Rivas-Valencia *et al.*, 2021). In this context, international efforts toward health production were recognized by FAO/UN, paradoxically in the same year that COVID-19 was declared a pandemic, for its contributions to guaranteeing world food production while minimizing sanitary risks (Gutiérrez-Samperio,

Inocuidad y salud. La tecnificación en agricultura representa un alto riesgo debido al margen de utilidad muy sensible, condicionado por múltiples factores, el más débil es la condición preecedera de productos cosechados, que impide crear estrategias de mercado de amplia penetración y largo plazo. En consecuencia, la mercadotecnia es limitada y acotada a compromisos preestablecidos de compra-venta. A pesar de ello, en este tipo de agricultura, desde los 90's se adoptaron estándares de buenas prácticas agrícolas (BPA) y de manufactura (BPM) para la producción y comercialización, con el fin de satisfacer la demanda de productos agrícolas inocuos, i.e., libre de contaminantes físicos, químicos o biológicos. La aplicación de estas normas y regulaciones de BPA y BPM representa un incremento del costo productivo. Sin embargo, el establecimiento de medidas sanitizantes emergentes ante COVID-19 (Muñoz-Castellanos *et al.*, 2021; Schneegans-Vallejo *et al.*, 2021), fueron rápidamente implementadas por infraestructura instalada, por ejemplo, baños y centros de higiene para lavado de manos, y por la existencia de una cultura organizacional higienista (Vargas-Arispuro *et al.*, 2021). Por el consumo en fresco, cultivos como berries, hortalizas y frutales, las BPA y BPM son fundamentales para reducir riesgos de enfermedades en humanos principalmente por enterobacterias (*Salmonelosis*) o vibrios (*Cólera*). Este enfoque productivo, generalmente asociado a modelos agroexportadores, ha contribuido a preservar la salud humana principalmente de riesgos microbiológicos. En caso de brotes de enfermedad en centros de consumo humano, permite la trazabilidad comercial.

El marco de inocuidad exitoso en alimentos vegetales, es análogo en producción animal. Sin embargo, en este sector las limitadas barreras biológicas con el humano han permitido la recurrente emergencia de enfermedades zoonóticas. Es el caso de los *coronavirus*, como SARS-CoV-2, y los

2021). This phytosanitary approach has conceptual and methodological strengths that could provide a rational framework for the human and animal health systems (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021; Mora-Aguilera *et al.*, 2021). Similarly, Pérez-Hernández and coworkers (2021), adapted for plant epidemics a spatial analytical approach developed for COVID-19. Epidemiological cross-cutting applicability is possible because is based on populations and the universal principle of contagion, which operates in the time-space dimension. The CP-LANREF team developed an Epidemiological Surveillance System for SARS-CoV-2/COVID-19 using phytosanitary experiences (Mora-Aguilera *et al.*, 2022).

Agriculture policies and human health. The resilience of agricultural practices is inherent to the changing environment and the need for continuous adaptation along the production cycle. The epistemological and heuristic nature of agriculture, together with the increase in food global demands, represents an agricultural-sector opportunity in the face of COVID-19. The productive sector responsiveness is fundamental to influence public policy and agricultural planning to maintain the production and consumption dynamic. A search for a new agricultural paradigm is also a challenge. For example, the export-extensive vision must be adapted to small producers by identifying opportunities in local consumption markets whereas optimizing agricultural practices with organic and biological inputs viable for small-scale agriculture (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021; Ayala-Zepeda *et al.*, 2021; Samaniego-Gaxiola, 2021; Zelaya-Molina *et al.*, 2021). Agricultural policies cannot be established with the same free-market principles applied in secondary and tertiary economic sectors. However, even in these cases, prevails a recurrent government ‘rescue’ upon business ‘mistakes’.

orthomyxovirus, con el virus de la influenza. En México, existe el antecedente del brote epidémico en 2009 que originó la pandemia de *Influenza A H1N1*. Esta variante derivó de una mutación viral en una granja porcina. Similares eventos condujeron al primer brote de *Influenza aviar A H5N1* de 1997 en Hong Kong, a partir de una granja de pollos. En consecuencia, el riesgo sanitario es sistémico e indica que la salud de cultivos agrícolas debe integrarse a la salud animal y humana en la visión de ‘una misma salud’ una nueva ‘arquitectura sanitaria’ propuesta por la OMS (<https://www.who.int/es/news-room/commentaries>).

La fitosanidad internacional. El enfoque fitosanitario internacional incluye no solo estrategias de inocuidad, también incorpora medidas para contener y limitar la movilización de plagas (p.e., patógenos, malezas, insectos, etc.) a nivel regional y transfronterizo. El certificado fitosanitario o de movilización es un instrumento internacional de gran importancia operado bajo el principio preventivo de exclusión y que explica los crecientes volúmenes de exportación de México (Rivas-Valencia *et al.*, 2021). En este contexto, la sanidad agrícola ha sido reconocida por la FAO/ONU, paradójicamente el mismo año de la declaratoria de COVID-19 como pandemia, por sus aportes en garantizar la producción mundial de alimentos minimizando riesgos sanitarios (Gutiérrez-Samperio, 2021). El modelo fitosanitario posee fortalezas conceptuales y metodológicas que podrían analizarse y transferirse en el contexto de la salud humana y animal (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021; Mora-Aguilera *et al.*, 2021). Análogamente, Pérez-Hernández y colaboradores (2021), adaptaron para epidemias de plantas un enfoque espacial analítico implementado para COVID-19. La transversalidad aplicativa epidemiológica es posible porque se fundamenta en la *población* y en el principio universal

For example, *Fobaproa* (1994) in Mexico, and the *real estate bubble* (2008) in the USA which has a worldwide impact. ‘Protectionist’ policies prohibited in agricultural trade agreements have been ineffective because countries require a food production guarantee. Producers are fully aware of the economic-political frameworks needed to provide high-risk investments certainty. As an example, in Mexico, Aguascalientes producers of guava reported a lack of economic-policy protection against competitiveness detriment, which worsened with the COVID-19 pandemic (González-Gaona *et al.*, 2021). In contrast, avocado producers had strong government support, placing this sector in the first position worldwide making a significant contribution to the country’s economy (Rivas-Valencia *et al.*, 2021; Castañeda-Cabrera *et al.*, 2021).

New productive paradigm. Agriculture, in its biological, technological, socio-cultural, and economic diversity, faces the opportunity to develop a new productive paradigm, currently based on *monoculture + genetics (varieties) + chemistry (fertilizers and pesticides)*, and to venture into innovative models for national and international trade. The objective is to benefit producers-consumers, to guarantee security and food safety, and in agreement with international policies of sustainable development (UN), climate mitigation (IPCC), and protection of human health (WHO).

The pandemic represents digital and technological innovation challenges for Mexican and global agriculture leading to frontier research. For instance, there is a need for scaling and optimizing the biological and environmental functional relationships towards sustainable agriculture. Research also requires new approaches to develop and enhance productive knowledge

de *contagio*, el cual opera en la dimensión tiempo-espacio. El equipo CP-LANREF desarrolló un Sistema de Vigilancia Epidemiológica para SARS-CoV-2/COVID-19 empleando experiencias fitosanitarias (Mora-Aguilera *et al.*, 2022).

Política agrícola y salud humana. La resiliencia tecnológica de la Agricultura es inherente a la naturaleza cambiante del ambiente y a la necesidad adaptativa el proceso productivo incluso dentro de un mismo ciclo de producción. La naturaleza epistemológica y heurística de la Agricultura, aunada al incremento de la demanda internacional de alimentos representa un área de oportunidad para el sector agrícola ante COVID-19. La capacidad de reacción del sector productivo es determinante para incidir exitosamente en política pública y planeación agrícola, con el fin de mantener la dinámica productiva mediante el fortalecimiento de cadenas de consumo y suministro, pero también para la búsqueda de un nuevo paradigma productivo. Por ejemplo, la visión exportadora-extensiva, debe adaptarse a pequeños productores identificando áreas de oportunidad en mercados de consumo local optimizando prácticas agrícolas con insumos orgánicos y biológicos viables a una agricultura de pequeña escala (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021; Ayala-Zepeda *et al.*, 2021; Samaniego-Gaxiola, 2021; Zelaya-Molina *et al.*, 2021). Las políticas agrícolas no pueden regirse con los mismos principios del libre mercado del sector secundario y terciario, a pesar que estos son constantemente ‘rescatados’ con recursos públicos ante crisis creadas por ‘errores’ de los mismos sectores. Por ejemplo, *Fobaproa* (1994) en México y la *burbuja inmobiliaria* (2008) en EUA con impacto mundial. Las políticas definidas como ‘proteccionistas’, prohibidas en el contexto de tratados agrícolas comerciales, en la práctica han sido inoperantes ya que los países requieren asegurar la producción de alimentos. Los productores son además

applicable to innovative technology with an impact on extensive, intensive, traditional, and organic agriculture. The current academic and productivity tendency, largely encouraged by institutional competencies, should consider agricultural innovation products as a goal equivalent to the 'virtuous' (or distorted) *impact factor* of highly cited journals. In agriculture, It is not technology the true *factor* of effectiveness?

Achieve global food demands, sustainability, and food security to face COVID-19 and other potential health issues, under the constrain of global agricultural supply chains crisis (required mainly by medium and high technology agriculture), represent a great opportunity to build the agriculture of the future, environment-friendly, reaching the food and health challenges (Ayala-Zepeda *et al.*, 2021; Cortez-Madrigal *et al.*, 2021; Gutiérrez-Samperio, 2021; Samaniego-Gaxiola, 2021; Zelaya-Molina *et al.*, 2021).

Global supply chains and Agriculture. The disruption of industrial supply chains, including the agro-industrial (e.g., production of by-products and processed products) will continue to be a risk factor for the reactivation of national and international economies facing the fourth global epidemic wave. For example, the current chips and semiconductors deficit is causing interruption or production reduction in the automotive and electronics industries. Container shortages (real or simulated) are impacting flow and commodities movements, including agricultural goods, increasing international prices, and inflationary rises. Low cardboard and glass availability has affected the production of packaging systems impacting bottled products commercialization such as tequila, beer, and others. Even with this adverse scenario, the interruption of continuous food supply occurred to a lesser degree than expected,

consientes que requieren un marco económico-político que proporcione certidumbre a sus inversiones de alto riesgo. Por ejemplo, productores de guayabo de Aguascalientes, México reportaron una desprotección de políticas económicas en detrimento de competitividad de la cadena productiva del cultivo, lo cual se agudizó durante la pandemia por COVID-19 (González-Gaona *et al.*, 2021). En contraste, productores de aguacate han tenido un fuerte apoyo federal garantizando a México la primera posición mundial productiva con fuerte contribución en la economía nacional (Rivas-Valencia *et al.*, 2021; Castañeda-Cabrera *et al.*, 2021).

Nuevo paradigma productivo. La Agricultura, en su diversidad biológica, tecnológica, socio-cultural y económica enfrenta la oportunidad de desarrollar un nuevo paradigma productivo, actualmente basado en el *monocultivo + genética (variedades) + química (fertilizantes y pesticidas)*, y de incursionar en modelos innovadores de comercio nacional e internacional. El objetivo debe responder eficazmente en beneficio de productores-consumidores, y garantizar la seguridad y calidad alimentaria en el contexto de políticas internacionales de desarrollo sostenible de la ONU, reducción del impacto climático de la IPCC y la procuración de la salud humana de la OMS.

La pandemia representa un reto y oportunidad para el agro mexicano y mundial en materia de innovación digital y tecnológica que derive en investigación de frontera. Es necesario escalar y optimizar las relaciones benéficas de funcionalidad biológica y ambiental hacia una agricultura sustentable. También es necesario reenfocar la investigación para generar y potenciar el conocimiento productivo aplicable al desarrollo tecnológico innovador con impacto en la agricultura extensiva, intensiva, tradicional y orgánica. El modelo académico y productivista que actualmente prevalece, en gran

at least for agricultural countries such as Mexico with important local and regional distribution networks. Despite the risk of disease for harvesting, processing, transporting and distributing food labor, adherence to *prevention* guidelines in production units allowed their operation (Castañeda-Cabrera *et al.*, 2021; Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021; González-Gaona *et al.*, 2021; Reyes-Tena *et al.*, 2021).

Industrial suppliers for cropping have reduced their activities during the COVID-19 pandemic. However, the supply problem has affected differentially depending on the scale of agricultural production (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021; González-Gaona *et al.*, 2021). Extensive agriculture could be the most affected, because its production requires diverse and high inputs volumes (fuel, seeds, fertilizers, pesticides, lubricants, spare parts, equipment, etc.), while small producers have been little affected. This segment uses their supplies or exchange (seeds, manure as organic matter, etc.), or acquires them in local or regional markets. This productive resilience was illustrated with urban agriculture in CDMX (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021).

Local supply chains. The COVID-19 crisis in Mexico showed that agricultural commodity diversity played a fundamental role in ensuring a supply of domestic market and auto consumption. This reduced the impact on product shortages or the *basic food basket* cost increase, unlike other countries, mainly European, which were highly dependent on imports of fresh products. Rural and urban central markets maintained the operation applying COVID-19 *prevention* measures, some were shut down for a few days in high epidemic intensity (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021; González-Gaona *et al.*, 2021; Castañeda-Cabrera *et al.*, 2021; Cruces-Pedraza, 2021). The central agricultural market (CEDA in Spanish) in CDMX, the major in Mexico, has 327 hectares for operation and selling

medida incentivado por sistemas de competencias institucionales, debe considerar productos de innovación agrícola como una meta equivalente al virtuoso (o desvirtuado) *factor de impacto* de revistas de alta visibilidad y citación. En Agricultura, ¿No es el *impacto* en tecnología el verdadero *factor* de efectividad?.

En el contexto de COVID-19, la ventana de oportunidad ante la necesidad mundial de alimentos, la sustentabilidad y seguridad alimentaria por la crisis de suministros de insumos requeridos, principalmente por la agricultura de mediana y alta tecnología, debe aprovecharse para construir una Agricultura del futuro acorde a los grandes retos climáticos, alimentarios y de salud (Ayala-Zepeda *et al.*, 2021; Cortez-Madrigal *et al.*, 2021; Gutiérrez-Samperio, 2021; Samaniego-Gaxiola, 2021; Zelaya-Molina *et al.*, 2021).

Cadenas globales de suministro y Agricultura.

La ruptura de cadenas de suministro industrial, incluyendo la agroindustrial totalmente dependiente de insumos internacionales, continuará siendo un factor de riesgo para la apertura y reactivación económica nacional e internacional ante una pandemia que transita en su cuarta ola mundial. Por ejemplo, el actual déficit de chips o semiconductores ha ocasionado el cese o reducción de producción en la industria automotriz y electrónica. El déficit de contenedores (real o simulado) está impactando el flujo y movilización de mercancías, incluyendo agrícolas, incrementando los precios internacionales y la inflación en mercados de consumo. La baja disponibilidad de cartón y vidrio ha afectado la producción de sistemas de embalaje que impactan en la comercialización de productos embotellados como tequila, cerveza y otros. Aún con los escenarios adversos, la interrupción del suministro continuo de alimentos ocurrió en menor grado de lo esperado, al menos para países con producción agrícola como

providing 80% and 30% of Mexican city and national demand. This Central has remained active throughout the pandemic despite an epidemic outbreak detected in April 2020, which was promptly mitigated through sanitation, controlled access, sampling, confinements, preventive hospital care, etc. (Bolaños and González, 2020). In this market, the ‘CEDA to your house’ (‘CEDA a domicilio’) program was implemented on March 23, 2020 as an alternative for purchasing and delivering products at home without the implicit risk (<https://www.cedaadomicilio.com/>).

PLANT HEALTH AND COVID-19

Plant health and trade. Mexico maintained its phytosanitary policies focused on plant health, food safety, and security during the COVID-19 pandemic (Rivas-Valencia *et al.*, 2021). At the national level, the National Campaigns and Phytosanitary Epidemiological Surveillance Programs continued operating. These strategies are fundamental to reducing pest entry risk and potential production losses on selected crops (SIRVEF, 2021). Activities included protection and surveillance for more than 35 pests of economic and/or quarantine importance (Rivas-Valencia *et al.*, 2021). These activities allow the issue of export certificates favoring the international fresh products trade. In addition to these efforts, on February 28, 2020, the pilot program for an electronic phytosanitary certificate (ePhyto) was announced to streamline trade between Mexico and the USA (SENASICA, 2021). The Mexican Digital Window for Foreign Trade (VDMCE, in Spanish), created in 2013, has also been fundamental to continue agricultural trade, improving the commodities release efficiency at ports entry. This instrument, created by the Mexican government to guarantee trade and supply, has contributed to SARS-CoV-2 *prevention* by

México con redes locales y regionales de distribución. A pesar del riesgo para personal empleado en cosecha, procesamiento, transporte y distribución de alimentos, la adherencia a los lineamientos de prevención en las unidades de producción permitió mantener en operación las unidades productivas (Castañeda-Cabrera *et al.*, 2021; Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021; González-Gaona *et al.*, 2021; Reyes-Tena *et al.*, 2021).

Procesos industriales, proveedores de insumos para la agricultura como combustibles, semillas, fertilizantes, plaguicidas, etc., han reducido sus actividades durante la pandemia COVID-19. No obstante, el problema de insumos ha afectado diferencialmente dependiendo de la escala de producción agrícola (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021; González-Gaona *et al.*, 2021). La agricultura extensiva, podría ser la más afectada, debido a que su producción requiere de una variabilidad y altos volúmenes de insumos (semillas, fertilizantes, plaguicidas, lubricantes, refacciones y equipos, combustibles, etc.), mientras que pequeños productores han sido poco afectados, ya que utilizan insumos propios o por trueque (semillas, estiércol como materia orgánica, etc.), o los adquieren en mercados locales o regionales. Esta resiliencia productiva se ilustró con el estudio de caso de productores urbanos de CDMX (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021).

Cadenas de suministro local. La fase de contingencia de COVID-19 en México evidenció que la diversidad de productos agrícolas tuvo un rol fundamental para asegurar el abastecimiento del mercado interno y consumo propio. Esto redujo el impacto en carencia de productos o precios de la *canasta básica*, a diferencia de otros países, principalmente europeos, altamente dependientes de la importación de productos frescos. Los mercados locales, rurales y urbanos (centrales de abasto) estuvieron en funcionamiento aplicando medidas de

Table 1. Thematic category, institutions, main conclusions and authorship of 31 contributions included in the Special Number RMF 'COVID-19 and Plant Health'. Pandemic period 2020-2021.**Cuadro 1. Categoría temática, instituciones, principales conclusiones y autorías de 31 contribuciones que constituyen el Número Especial RMF 'COVID-19 y Fitosanidad'. Periodo pandémico 2020-2021.**

Categoría	Institución	Conclusiones Principales	Referencias
Virus, enfermedad y epidemiología	EUA: UNL México: COLPOS, CIAD, UACH, UAEM	<ul style="list-style-type: none"> - Personas con comorbilidades, menores de edad y no vacunadas, tienen mayor riesgo de contagio. - Creación de protocolos de manipulación de alimentos y desinfectantes para inactivar SARS-CoV-2. - El riesgo de contaminación de alimentos por SARS-CoV-2 es bajo por BPA y BPM - Estudios de SARS-CoV-2, permitirá entender procesos evolutivos y clínicos. 	Gutiérrez-Samperio, 2021; Cruces-Pedraza, 2021; García-Ruiz <i>et al.</i> , 2021; Vargas-Arispuro <i>et al.</i> , 2021; Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021; Muñoz-Castellanos <i>et al.</i> , 2021; Álvarez-Maya <i>et al.</i> , 2021; Schneegans-Vallejo <i>et al.</i> , 2021
COVID-19 y seguridad agroalimentaria	México: INIFAP, CNRG-INIFAP, IPN-CIIDIR, ITSON	<ul style="list-style-type: none"> - La agricultura mexicana, único sector con crecimiento positivo. - Alternativas sustentables y de bajo impacto ambiental coadyuva la producción de alimentos sanos. - El control biológico incentiva una agricultura autosustentable. - El desabasto de insumos agrícolas se registró en áreas de agricultura extensiva. 	Rivas-Valencia <i>et al.</i> , 2021; Zelaya-Molina <i>et al.</i> , 2021; Samaniego-Gaxiola 2021; Cortez-Madrigal <i>et al.</i> , 2021; Ayala-Zepeda <i>et al.</i> , 2021
Fitosanidad y COVID-19	EUA: MSU México: UACH, UNAM, TecNM	<ul style="list-style-type: none"> - La resiliencia de productores y técnicos, impulsó el uso de tecnología digital para el manejo de cultivos. - El desabasto de mano de obra agrícola e insumos, generó pérdidas económicas. - Las zonas rurales agrícolas presentaron menor número de contagios vs zonas urbanas. 	Pérez-Hernández <i>et al.</i> , 2021; Cuevas-Castilleja <i>et al.</i> , 2021; Reyes-Tena <i>et al.</i> , 2021; Castañeda-Cabrera <i>et al.</i> , 2021; González-Gaona <i>et al.</i> , 2021
Docencia e investigación	México: UACH, UNAM, UMSNH, IPN-CeProBi, UIEP Costa Rica: UCR, UNA	<ul style="list-style-type: none"> - COVID-19 evidenció fragilidad en la enseñanza-aprendizaje bajo un entorno digital. - En pandemia, aumentó los costos / uso en equipo de cómputo y servicio de internet. - El entorno académico demostró resiliencia direccionado a esfuerzos educativos, reflexivos y, simpáticos con el estudiante. 	Zamora-Macorra 2021; Manoj-Kumar, 2021; Santoyo, 2021; Calvo-Araya, 2021; Solano-Báez <i>et al.</i> , 2021; Fajardo-Franco and Aguilar-Tlatelpa, 2021; Granados-Montero, 2021
La visión COVID-19 del estudiante	México: UNAM, UAM-X, UAT	<ul style="list-style-type: none"> - La enseñanza-aprendizaje y/o investigación fue continuó a las plataformas digitales. - Se gestaron alternativas de vinculación con otras instituciones, investigadores y estudiantes en pandemia. - El rezago digital a plataformas digitales evidenció deficiencia de aprendizaje. - Se comprometió la calidad del postgrado por paro parcial o total de instituciones educativas. 	González-Cruces, 2021; González-Meléndez, 2021; de la Hoz-Ruiz, 2021; García-Reynoso, 2021; Villalobos-Camacho, 2021; Rubio-Tinajero y Zapata-Contreras, 2021

reducing the interaction between employees and users (SENASICA, 2021; <https://bit.ly/3owWz6h>). In addition to these actions, the majority of official procedures have migrated to a virtual modality,

prevención COVID-19, algunos con cierres por algunos días en fases de alta contingencia epidémica (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021; González-Gaona *et al.*, 2021; Castañeda-Cabrera *et al.*, 2021; Cruces-

favoring procedures speedup and social distancing compliance.

New pathogen and resilience. During the COVID-19 pandemic, Reyes-Tena and collaborators (2021) reported for the first time *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm) on jitomate (*Solanum lycopersicum*) in Michoacán, Mexico. Production losses were 10% compared to 2020 in absence of the pathogen. At ending this document, authors were contacted for a 2021 update: ‘Concerning Cmm, we have learned to live with it; it is no longer a serious problem in macro-tunnel but in the open field’. In addition, ‘The tomato price in 2021 has been much better and farmers have done well. This example shows farmers’ resilience toward crops health problems and the risk dynamics in farming. On the contrary, with the new COVID-19 disease, the Public Health Systems were not prepared to face a global health crisis. Likewise, the population was not psychologically prepared to face a collective threat due to the individualization of the *curative* patient-disease model. Eventually, the COVID-19 disease must be accepted as part of the respiratory human diseases (Mora-Aguilera and Acevedo Sánchez, 2021).

The strategies proposed by WHO and health institutions are based on reactive actions based on hygienist experiences of the mid-19th century, effective in another socio-economic, scientific, and geopolitical reality. Currently, the lack of a Pansystemic Model to restore *prevention* should be remedied (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021). Vaccination, the main global mitigation strategy, is a limited strategy due to commercial interests and because it does not represent a sustainable health model in concurrency with other human epidemics.

Pedraza, 2021). La Central de Abastos de productos agrícolas en CDMX, la principal en México, cuenta con 327 hectáreas de área operativa para acopio y venta abasteciendo 80% de la demanda de la capital mexicana y 30% del mercado nacional. Esta Central se ha mantenido activa durante toda la pandemia a pesar de un brote epidémico detectado en abril 2020, intervenido oportunamente con sanitización, acceso controlado, muestreos, confinamientos, atención hospitalaria preventiva, etc. (Bolaños y González, 2020). En este mercado, el programa ‘CEDA a domicilio’ se instauró el 23 de marzo 2020 como alternativa para compra y entrega de alimentos a domicilio sin el riesgo implícito por compras presenciales (<https://www.cedaadomicilio.com/>).

FITOSANIDAD Y COVID-19

Fitosanidad y comercio. Durante el proceso pandémico, México mantuvo su política fitosanitaria enfocada a sustentar la sanidad, inocuidad y seguridad de productos agrícolas (Rivas-Valencia *et al.*, 2021). A nivel nacional continuó la operación de Campañas de Prioridad Nacional y Programas de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, fundamentales para reducir riesgos de ingreso de plagas y potenciales pérdidas productivas en cultivos de importancia económica (SIRVEF, 2021). Estas actividades incluyeron acciones de protección y vigilancia en más de 35 plagas de importancia económica y/o cuarentenaria (Rivas-Valencia *et al.*, 2021). Estas actividades permiten la emisión de certificados de exportación, lo cual favorece y promueve el comercio internacional de productos frescos. Aunado a estos esfuerzos, el 28 de febrero 2020 se anunció el programa piloto de certificación electrónica fitosanitaria (ePhyto) para agilizar el intercambio comercial entre México y Estados Unidos (SENASICA, 2021).

Epidemics and endemicity. In crop production, with historical recurred epidemics, it is understood that the transition from epidemic to an endemic condition is part of the biological balance and production systems. Determining when a pathogenic agent has become established in the host population, with the consequent management strategy change, will also be a determining factor in COVID-19. However, as long as pharmaceutical companies determine the global COVID-19 mitigation agenda, it will not be possible to design relevant comprehensive scientific strategies for the benefit of the public.

Omicron, for example, could be equivalent to highly prevalent, transmissible, and low pathogenic viral variants that have been used in *plant cross-protection* for virus control in agriculture. This is a natural adaptive consequence from high aggressive variants able to cause millions of dead plants (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez 2021). However, risk communication and measures adopted for *Omicron* go in the opposite direction with the reestablishment of ‘preventive’ measures that broad sectors of the society in many countries reject, implying that these are not effective health crisis solutions after the limited results obtained after three epidemic waves.

Pesticides and human health. Food safety also implies monitoring the pesticide amount in harvested products used in human consumption. Toxic chemicals, as well as pathogenic organisms, can have a high impact on human health. However, unlike an immediate human reaction to microbial infection, the effects of the pesticides may have sublethal implications and require frequent contaminated products consumption or prolonged direct exposure to a pesticide (or toxic metabolites) to develop chronic diseases. Consequently, agricultural workers and local people settled near-production units may be more frequently affected

La ventanilla Digital Mexicana de Comercio Exterior (VDMCE), creada en 2013, también permitió continuar con operaciones comerciales agrícolas, mejorando la eficiencia de liberación de mercancías en puntos de ingreso. Este instrumento, creado por el Gobierno de México para garantizar el comercio y abasto de alimentos, ha contribuido a la prevención de contagios SARS-CoV-2 al reducir la interacción entre servidores públicos y usuarios (SENASICA, 2021; <https://bit.ly/3owWz6h>). Adicional a estas acciones, gran parte de trámites oficiales migraron a una modalidad virtual, favoreciendo la agilidad en trámites y cumpliendo con las medidas de distanciamiento social sugeridas por las instancias de salud.

Nuevo patógeno y resiliencia. Durante la pandemia COVID-19, Reyes-Tena y colaboradores (2021) realizaron el primer reporte de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm) en jitomate (*Solanum lycopersicum*) en Michoacán, México. Las pérdidas productivas fueron del 10% respecto a 2020 en ausencia del patógeno. Al cierre de la edición se contactó al autor para conocer el estatus 2021: ‘Con respecto a Cmm, hemos aprendido a convivir con ella, ya no es un problema grave en macrotunel, a campo abierto sí’. Además, ‘el precio del jitomate en 2021 ha sido mucho mejor y a los productores les ha ido muy bien’. Este ejemplo muestra la capacidad de resiliencia de productores ante problemas sanitarios agrícolas y el riesgo dinámico en la producción agrícola. Contrasta notoriamente con la nueva enfermedad COVID-19 en salud humana, donde los Sistemas Públicos de Salud no estaban preparados para operar modelos preventivos y de mitigación para una contingencia epidémica global. Así mismo, la población no está preparada psicológicamente para enfrentar una amenaza colectiva debido a la individualización del modelo curativo paciente-enfermedad (Mora-Aguilera and Acevedo Sánchez, 2021).

than consumers. Demonstrate that pesticides prolonged exposure with carcinogenic, renal, and teratogenic effects, among other ailments, is the reason for common legal and scientific controversies.

In Mexico, traces of two to six pesticides, including glyphosate, 2-4 D, Molinate, and Picloran, were recently reported in school children in Agua Caliente and Ahuacán, Jalisco (Sierra-Díaz *et al.*, 2019; Ribeiro, 2020). Glyphosate is possibly the most debated chemical concerning carcinogenic reactions. However, recent scientific evidence concludes that it causes cancer in the lymphatic system (non-Hodgkin lymphoma) (Weisenburger, 2021). In Calvillo, Aguascalientes, an increase of chronic kidney disease has been reported in recent years, associated with the indiscriminate use of pesticides in crops (González-Gaona *et al.*, 2021), especially overexposure to Malathion and Cypermethrin (Mendoza *et al.*, 2015). An alteration in the immune system has also been reported, which has a predisposition to other diseases such as COVID-19 (Corsini *et al.*, 2008). These are some examples of the abundant evidence in this regard.

Microbiota and plant health. Pest control with microbiological or plant extracts alternatives has been long applied in agriculture. Mexico is a leader in America with the National Reference Center for Biological Control (SENASICA-CNRCB) (SENASICA, 2020); the Microbial Genetic Resources Laboratory (CNRG-INIFAP) (Zelaya-Molina *et al.*, 2021; INIFAP, 2019); and several graduate and research programs in public institutions such as INIFAP, IPN, UMSNH, COLPOS and ITSON (Samaniego-Gaxiola, 2021; Ayala-Zepeda *et al.*, 2021; Santoyo, 2021). The CNRCB has extensive microbiological collections used in national Phytosanitary Campaigns for regional pest management, limiting the use of

Las estrategias propuestas por la OMS e instituciones de salud se basan en acciones colectivas reactivas y fundamentadas en experiencias higienistas de mediados del siglo XIX efectivas en otra realidad socio-económica, científica y geopolítica. Actualmente se carece de un Modelo Pansistémico efectivo para restituir la *prevención* como principio fundamental para garantizar la salud (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021). La vacunación, la principal apuesta global de mitigación es una estrategia limitada por prevalecer un interés comercial y por no representar un modelo sustentable de salud concurrente con otros determinantes epidémicos.

Epidemia y endemicidad. En la Agricultura, con ocurrencia histórica de epidemias, se ha entendido que la transición epidémica a un proceso endémico es parte del equilibrio biológico y de los modelos productivos. Determinar cuándo un agente patógeno se ha establecido en la población, con el consiguiente cambio de estrategia de manejo será también determinante en COVID-19. Sin embargo, mientras las farmacéuticas determinen la agenda mundial del manejo COVID-19 no se podrán diseñar estrategias pertinentes con bases científicas en beneficio de la población.

Ómicron, por ejemplo, podría ser el equivalente a variantes virales de alta capacidad de prevalencia, dispersión y baja patogenicidad que se ha usado en la agricultura en *protección cruzada* de plantas para control de virus. Consecuencia natural adaptativa a partir de variantes virales con mayor agresividad y causantes de millones de plantas muertas (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez 2021). Sin embargo, la comunicación de riesgo y medidas adoptadas para *Ómicron* va en sentido opuesto con la reinstauración de medidas '*preventivas*' que amplios sectores de la sociedad en diversos países rechazan, implicando que éstas no son la real solución

pesticides in urban and agricultural environments (SENASICA, 2020). Due to the agroecological niches diversity in Mexico, origin center of several crops, broad microbiological research tradition, and the availability of specialized human resources, the CNRG-INIFAP aims to host the world's most complete germplasm and microbiological bank agricultural collections. The goal is to contribute with sustainable productive strategies (SADER, 2016).

There is tremendous microbiological research worldwide for pests suppression. The MJP Special Issue integrates two papers related to the conceptual, theoretical, and applied framework for microbiological implication on soil health in sustainable agriculture (Zelaya-Molina *et al.*, 2021; Samaniego-Gaxiola, 2021). However, this issue should also be included in a strategic R + D + I system to support the new agricultural paradigm. For instance, it is necessary to scale up and interdisciplinary validate microbiological studies at extensive and regional levels integrated into comprehensive productive innovation models. Bearing in mind that food production should satisfy regional, national and international food demands. As long as the microbiological studies do not transcend the Petri dish, biological strategies will not guarantee their competitiveness with conventional pesticides.

Microbiota and new agricultural paradigm.

The use of promoting plant growth (MPCV) microorganisms potentially implies a breakdown of one component of the modern paradigm in agriculture: chemical fertilization (Table 1). However, as with biological control agents, their success will depend on effective agricultural public policy strategies aligned with social and environmental responsibility, and with integrative scientific-technological models (Samaniego-Gaxiola, 2021; Zelaya-Molina *et al.*, 2021).

a la crisis de salud después de magros resultados obtenidos en tres olas epidémicas.

Plaguicidas y salud humana. La inocuidad de alimentos considera la ausencia de trazas, o cantidad segura, de un plaguicida en productos agrícolas de consumo humano. Este componente químico, y el microbiológico pueden ser de alto impacto a la salud humana. Sin embargo, a diferencia de un proceso infeccioso microbiológico inmediato, los efectos de plaguicidas pueden tener implicaciones subletales y requerir el consumo frecuente de productos contaminados o exposición prolongada directa a una formulación química (o tóxicos derivados) para desarrollar cuadros clínicos crónicos. En consecuencia, trabajadores agrícolas y asentamientos humanos próximos a unidades de producción pueden resultar afectados con mayor frecuencia que el consumidor. Esta es la razón de controversias jurídicas y científicas respecto a su causalidad cancerígena, daños renales y teratogénicos, entre otros padecimientos, de ciertos plaguicidas.

En México, recientemente se reportaron trazas de dos a seis plaguicidas, entre ellos glifosato, 2-4 D, Molinato y Picloran, en niños de edad escolar en Agua Caliente y Ahuacán, Jalisco (Sierra-Díaz *et al.*, 2019; Ribeiro, 2020). Posiblemente, el glifosato sea el químico más debatido respecto a procesos cancerígenos. Sin embargo, evidencias científicas recientes concluyen que causa cáncer en el sistema linfático (non-Hodgkin lymphoma) (Weisenburger, 2021). En Calvillo, Aguascalientes, se ha reportado un incremento de enfermedades renales crónicas en los últimos años, asociado al uso indiscriminado de plaguicidas en cultivos agrícolas (González-Gaona *et al.*, 2021), especialmente a una sobreexposición a Malatión y Cipermetrina (Mendoza *et al.*, 2015). También se ha señalado una alteración en el sistema inmunológico, lo cual predispone a otras enfermedades como al COVID-19 (Corsini *et al.*, 2008).

The global health crisis caused by COVID-19 obligates us to integrate strategies that contribute to secure, safe, and healthy food production in inclusive public policies. These desired goals should impact all society sectors not only directed to local consumers or to importing countries with capacity to pay for the quality extra value. Backyard production, practiced in developing countries by large rural sectors, must be incorporated into this quality production scheme. These self-consumption systems, important to alleviate inequality and poverty, favor close contact between humans and animals increases the risk of zoonotic diseases. The new deltacoronavirus, recently found to cause infections in children from communities associated with pig farms in Haiti, evidences the health risk on this production system (Lednicky *et al.*, 2021).

Plant health and digitalization. Agriculture digitalization has its antecedents in the 1990s extensive precision agriculture of Argentina, Brazil, and USA. Geopositioning systems (GPS) were decisive in this technological development. However, the digitalization of the integrated production process began with the profitable availability of the internet and mobile telephone equipment capable of operating applications (Apps). Android, an open-source operating system released in 2008 improved the digital possibilities. The greatest progress has been driven by companies dedicated to fertilizer production. In plant health, progress has been restricted by readily 'solution' toward pest control. The wide patent and generic pesticides offer, and the tendency of visual, descriptive and rapid pest 'diagnosis' (not necessarily effective and cause of pesticides irrational use) (<https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/61807/>). At the official level, the digitization of most SENASICA-Mexico activities allowed continuity of crop health

Estos son ejemplos de la abundante evidencia a este respecto.

Microbiota y salud de plantas. El control de plagas con alternativas microbiológicas o de extractos vegetales se ha aplicado en la agricultura desde el siglo pasado. México es líder en América con el Centro Nacional de Referencia de Control Biológico (SENASICA-CNRCB) (SENASICA, 2020); el Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos (CNRG-INIFAP) (Zelaya-Molina *et al.*, 2021; INIFAP, 2019); y con diversos programas de postgrado e investigación en instituciones públicas como INIFAP, IPN, UMSNH, COLPOS e ITSON (Samaniego *et al.*, 2021; Ayala-Zepeda *et al.*, 2021; Santoyo, 2021). El CNRCB posee amplios acervos microbiológicos empleados en Campañas Fitosanitarias nacionales para manejo regional de plagas, limitando el uso de pesticidas en ambientes urbanos y agrícolas (SENASICA, 2020). Debido a la diversidad de nichos agroecológicos en México, centro de origen de varios cultivos, amplia tradición microbiológica y la disponibilidad de recurso humano especializado, el CNRG-INIFAP tiene como meta constituir el banco de germoplasma y microbiológico más completo del mundo, con el fin de implementar estrategias sustentables acordes a los requerimientos productivos y ambientales del futuro (SADER, 2016).

A nivel mundial existe innumerable investigación microbiológica sobre el potencial supresivo de plagas. El Número Especial RMF integra dos trabajos que aportan el marco conceptual, teórico y aplicado sobre el rol microbiológico en salud de suelos bajo una visión de agricultura sustentable (Zelaya-Molina *et al.*, 2021; Samaniego *et al.*, 2021). Sin embargo, es necesario el impulso de políticas públicas que permitan el desarrollo de tecnología aplicable a un nuevo paradigma agrícola. No obstante, es necesario escalar estudios microbiológicos a validación extensiva, regional e inter-

campaigns, and national and international trade during the pandemic (Rivas-Valencia *et al.*, 2021).

Digital epidemiological surveillance. Web-based surveillance systems for citrus (*Citrus* spp.), coffee (*Coffea* spp.), and agave (*Agave tequilana*) operated by SENASICA-Mexico continued in use in critical production regions or due to the interest of extension specialists. For instance, a field workshop on digital technology for coffee plantations was offered to phytosanitary specialists in Veracruz State upon their request during the COVID-19 critical phase (Figure 4) (CP-LANREF, 2021. Personal Communication). These experiences will help to strengthen the digital approach in crop health. However, there is notorious technological and capacities asymmetry among countries, even developed ones. Digital technological harmonization is essential to face transboundary pest risk scenarios to operate regional surveillance web, real-time models. Current epidemics caused by CLas-Citrus, Rust-Coffee, and FOC R4T-Banana in Latin America are examples of the urgent need that international organizations, such as FAO, IICA, IPPC, and OIRSA could lead with modern digital approaches (Ibarra-Zapata *et al.*, 2021; Santivañez *et al.*, 2014). The global impact of COVID-19 has evidenced the lack of such computerized web models for preventive surveillance at the community-regional-continental level. These should be developed and operated by Public Health Systems, WHO, and regional health organizations. Ideally, under a system approach vision, the COVID-19 health crisis would be expected to contribute to designing, analyzing, and optimizing health policies in human, animal, and plant health for holistic-systemic models applied in preventive surveillance, operable at different spatial population scales (Mora-Aguilera *et al.*, 2021).

disciplinaria, integrada a modelos de innovación productiva que permitan satisfacer demandas de alimentos regionales, nacionales e internacionales. Mientras los estudios de efectividad no trasciendan la caja Petri, las estrategias biológicas, no garantizarán su competitividad con plaguicidas convencionales.

Microbiota y el nuevo paradigma agrícola. El uso de microorganismos promotores del crecimiento vegetal (MPCV) puede representar la ruptura de uno de los ejes del paradigma de la producción agrícola moderna: la fertilización química (Cuadro 1). Análogamente al uso de agentes de control biológico, su éxito dependerá de estrategias efectivas de política pública en planeación agrícola, desarrollo empresarial con responsabilidad social y ambiental, y modelos científico-tecnológicos holísticos (Samaniego-Gaxiola, 2021; Zelaya-Molina *et al.*, 2021).

La crisis global de salud por COVID-19 obliga, en efecto, a integrar la visión de estrategias que coadyuven a la producción de alimentos sanos e inocuos como política pública incluyente, no solo direccionada al consumidor local o de países importadores con capacidad de pagar el valor agregado de calidad. La producción de traspatio, practicada por amplios sectores rurales de países en desarrollo, debe incorporarse a modelos productivos saludables y seguros. Estos sistemas de autoconsumo, importantes para paliar la desigualdad y pobreza, favorecen el contacto estrecho entre humanos y animales con riesgo de enfermedades zoonóticas. El nuevo deltacoronavirus, recientemente encontrado causando infecciones en niños a partir de granjas porcinas en Haití, evidencia el riesgo de salud asociado a este sistema productivo (Lednicky *et al.*, 2021).

Tele-diagnosis. In the context of the extensionist – farmer communication, the use of digital tools for phytosanitary diagnosis optimized technical advice to urban agriculture farmers in the CDMX during a critical COVID-19 incidence phase in 2020 (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021). This case showed the incorporation of creative solutions using available technological resources. The use of digital photographs, videos in real-time communication through digital platforms, and other technological devices made possible labor, educational and social continuity, contributing to urban crop production (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021). Although virtual pests and diseases diagnosis is being used for a

Fitosanidad y digitalización. La computarización del sector agrícola tiene su antecedente en la agricultura extensiva de precisión de los 90's en Argentina, Brasil y EUA. Los sistemas de geoposicionamiento (GPS) fueron determinantes en este desarrollo tecnológico. Sin embargo, la digitalización integral del proceso productivo inició con la disponibilidad rentable del internet y de equipos de telefonía móvil con capacidad para operar aplicaciones (App), principalmente desarrollados en *Android*, un Sistema Operativo de código abierto publicado en 2008. El mayor progreso ha sido incentivado por compañías dedicadas a la producción de fertilizantes. En fitosanidad, los avances en este



Figure 4. Field application of conceptual and methodological approaches to assess plant phenology and coffee rust intensity using the App-VEFCafeto® v4.7 for smartphone. *Web-based Epidemiological Surveillance System for Coffee Pests (PVEF-Cafeto)* workshop to extension specialists of the Veracruz State. The inner box shows chlorotic lesions due to *Hemileia vastatrix* infection.

Figura 4. Explicación conceptual y metodológica para medir fenología de planta e intensidad de roya del cafeto mediante la App-VEFCafeto® v4.7 para telefonía móvil. Curso de *Transferencia del Sistema Web de Vigilancia Epidemiológico de Plagas del Cafeto (PVEF-Cafeto)* a técnicos de Comité Estatal de Sanidad Vegetal del estado de Veracruz. El recuadro interno muestra machas cloróticas por infección de *Hemileia vastatrix*. Foto: CP-LANREF. Huatusco, Ver. México. Noviembre, 2020.

while in the official sector, throughout SENASICA and other international plant health entities, the COVID-19 pandemic encouraged its adoption due to restrictions on face-to-face activities. Similarly, it has accelerated the emergence of human clinic telemedicine, which was incipient before COVID-19 (https://www.medicasur.com.mx/es/ms/Mi_Hospital_Digital_Medica_Sur).

However, the parallelism in the diagnosis of diseases in plants and humans is based on the reductionist *curative* view. The assumption that the *cause* is the basis for the *cure* disarticulated *de facto* the possibility of developing and strengthening holistic systems for disease mitigation. It also encouraged the emergence of *curative*, not *preventive*, health businesses enterprises, represented by chemical-pharmaceutical consortiums with human, animal, and plant health subdivisions run with the same health problem-medicine approach. The COVID-19 pandemic evidenced the *prevention* disregard, foundation of successful public health by the end of the last century (Mora-Aguilera and Acevedo Sánchez *et al.*, 2021; Frenk, 2003; Franco-Giraldo, 2019; 2014).

TEACHING AND RESEARCH DURING CONFINEMENT

Academical institutions and COVID-19. COVID-19 revealed the fragility of the current educational model regarding the performance of the teaching-learning processes in a digital environment. The responsiveness was heterogeneous according to the institutional infrastructure and the ‘virtual’ capabilities or teachers and students skills. The MJP Special Issue included contributions from Mexico and Costa Rica addressing the graduate and undergraduate education and research complexity (Zamora-Macorra, 2021; Manoj-Kumar, 2021;

ámbito han sido restringidos por la amplia oferta de plaguicidas de patente y genéricos, y la cultura del ‘diagnóstico’ visual, descriptivo y rápido (no necesariamente efectivo y causa del uso irracional de plaguicidas) (<https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/61807/>). A nivel oficial, la digitalización de la mayoría de los procesos del SENASICA, México, permitió la continuidad de las actividades de sanidad agrícola y comercialización durante la pandemia (Rivas-Valencia *et al.*, 2021).

Vigilancia epidemiológica digital. Los sistemas computarizados de vigilancia epidemiológica en cítricos (*Citrus* spp.), café (*Coffea* spp.) y agave (*Agave tequilana*), desarrollados por SENASICA México, continuaron su operación en áreas productivas críticas o de interés para técnicos a pesar la contingencia por COVID-19. Por ejemplo, se realizó un taller de transferencia en campo del modelo de vigilancia y del uso de tecnología digital a técnicos fitosanitarios de café en el estado de Veracruz a solicitud de técnicos (Figura 4) (CP-LANREF, 2021. No publicado). Estas experiencias coadyvarán a fortalecer modelos digitales en la sanidad agrícola, el cual exhibe notorias asimetrías entre países, incluso aquellos desarrollados. La armonización de este enfoque tecnológico es fundamental ante eventuales escenarios de riesgos transfronterizos que implicarían el uso de tecnología digital para operar modelos de vigilancia regionales en tiempo real. Las actuales epidemias en Latinoamérica causadas por CLas-Cítricos, Roya-Cafeto y FOC R4T-Banano son ejemplos de la urgente necesidad que organismos internacionales como FAO, IICA, IPPC y OIRSA podrían liderar (Ibarra-Zapata *et al.*, 2021; Santivañez *et al.*, 2014). El impacto global de COVID-19 ha evidenciado la carencia de modelos computarizados de vigilancia preventiva a nivel comunitario-regional-continental, responsabilidad de los Sistemas Públicos de Salud.

Santoyo, 2021; Calvo-Araya, 2021; Solano-Báez *et al.*, 2021; Fajardo-Franco and Aguilar-Tlatelpa, 2021; Granados-Montero, 2021). Nevertheless, it is undeniable that even with the educational programs implementation; there is no assurance of exposure to professional, cultural, and social reality as a whole heavily restricted by confinement and social distancing. In the next section, this issued will be also addressed from the student's perspective.

A key focus of this academic analysis is the institutional educational models resilience. This cannot be elucidated only from the RMF contributions that addressed mainly personal views on educational strategies carryout during confinement. It can be generalize, however that institution fully complied with regulations established by respective health authorities (Camhaji, 2021). Institutions prohibited on-site activities in all community sectors or limited the staff access to critical research projects. Digitalization and virtualization were implemented as institutional policies and programs compliance was an indicator of the educational advancement.

As of today, a significant number of major public Mexican universities such as UNAM, IPN, and UAM, and private institutions like TEC-Monterrey and Iberoamericana, maintain their activities at 'distance' after almost two years from the COVID-19 epidemic onset. This is contradictory considering that vaccination program favored this sector in Mexico, in order to contribute to their reopening. This scenario shows that educational institutions chose to adhere to health regulations instead of providing innovative strategies as expected from their scientific human resources putatively qualified to solve social problems and from the student sector that presumably should be critical and active toward fundamental decisions regarding the educational model to which they are exposed. Thus, inertial and politically secure

Idealmente, en un esquema de mejora continua, se esperaría que esta crisis de salud contribuya a diseñar, analizar y optimizar políticas sanitarias en salud humana, animal y vegetal para el desarrollo de modelos holístico-sistémicos de vigilancia preventiva, operables a diferentes escalas espaciales (Mora-Aguilera *et al.*, 2021).

Tele-diagnóstico. En el contexto de la relación técnico-productor, utilización de herramientas digitales para diagnóstico fitosanitario optimizó la asesoría técnica a productores de agricultura urbana de la CDMX durante una fase de incidencia crítica de COVID-19 en 2020 (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021). Este caso mostró la incorporación de soluciones creativas mediante recursos tecnológicos disponibles. Envío de fotografías digitales, videos, comunicación en tiempo real mediante plataformas digitales y otros elementos tecnológicos permitieron garantizar la continuidad laboral, educativa y social, coadyuvando a la producción agrícola urbana (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021). Aunque el diagnóstico virtual de plagas y enfermedades es un enfoque que el sector oficial, a través del SENASICA y otras instancias internacionales han implementado por varios años, principalmente con fines educativos, la pandemia COVID-19 incentivó su adopción por restricciones de actividades presenciales. Análogamente, ha acelerado el surgimiento de la telemedicina incipiente antes de COVID-19 (https://www.medicasur.com.mx/es/ms/Mi_Hospital_Digital_Medica_Sur).

Sin embargo, el paralelismo en el diagnóstico de enfermedades en plantas y humanos se fundamenta en la visión reduccionista *curativa*. La presunción que la *causa* es base de la *cura* desarticuló *de facto* la posibilidad de desarrollar y fortalecer sistemas holísticos para manejo de enfermedades y propició el surgimiento de grandes negocios de salud *curativa*, no *preventiva*, representados por consorcios

strategies were chosen, leaving universities and public research centers unable to demonstrate to the society that the scientific mass are reliable to provide the solutions to COVID-19. Education aims to change the reality through the individual transformation. And the current and immediate reality is a worldwide sanitary crisis caused by SARS-CoV-2, which teachers-educators and researchers must respond in order to contribute effectively towards its solution. However, they opted for blending with the population, with a safe wage and without facing risks of getting out of their houses to fulfill their needs as many people do during the pandemic. The educated masses, which are paid by the society, were evidenced like a privileged, secure and immobilized elite class.

The great opportunity to educate students with determination, character, social compromise and recognizing the scientific method value (well embraced by education and research) was missed toward the COVID-19 pandemic. Implicitly, we teach and replicate the fear. To extreme paradox, was depicted by Mexican students which were withdrawn of medical internships, claiming the lack of ‘*optimal health conditions*’ during the first COVID-19 epidemic phase. The announcement came from the Mexican Association of Medical Schools and Faculties (AMFEM, in Spanish), which includes UNAM, IPN, and private universities. Completing this paradox, students of Medicine Faculty (UNAM) recognized the authorities for such decision (Sanchez, 2022). This action denies humanistic vocation strengthening, violates the Hippocratic medical principles (e.g. ‘*I will spend my life and exercise my art in innocence and purity*’), and sows further doubts in the society about the physician profile who is being educated. COVID-19 has precisely emphasized social health exclusion, and clearly states the demand that physicians ‘*assume the public health as an*

químico-farmacéuticos con divisiones que impactan, bajo los mismos enfoques, en la salud humana, animal y vegetal. La pandemia COVID-19 es una evidencia del abandono de la *prevención*, base exitosa de salud pública de finales del siglo pasado (Mora-Aguilera and Acevedo Sánchez *et al.*, 2021; Frenk, 2003; Franco-Giraldo, 2019; 2014).

DOCENCIA E INVESTIGACIÓN DURANTE EL CONFINAMIENTO

Instituciones académicas y COVID-19. COVID-19 evidenció la fragilidad del modelo educativo actual para operar el proceso enseñanza-aprendizaje en un entorno digital. La capacidad de respuesta fue heterogénea en función de la infraestructura institucional, y de las capacidades y habilidades ‘virtuales’ de educadores y educandos. El Número Especial RMF integró contribuciones de México y Costa Rica que abordan la complejidad educativa y de investigación, tanto en postgrado como licenciatura (Zamora-Macorra, 2021; Manoj-Kumar, 2021; Santoyo, 2021; Calvo-Araya, 2021; Solano-Báez *et al.*, 2021; Fajardo-Franco and Aguilar-Tlatelpa, 2021; Granados-Montero, 2021). Sin embargo, es innegable que el cumplimiento formal de programas educativos no garantiza la integralidad formativa en aspectos vinculantes con la realidad profesional, cultural y social, fuertemente comprometidos por el confinamiento y distanciamiento social. Esta vertiente se aborda en la siguiente sección, desde la perspectiva del estudiante.

Un aspecto central en este análisis académico es la capacidad de resiliencia institucional en sus modelos educativos. Este aspecto no puede dilucidarse únicamente a partir del enfoque de las contribuciones RMF, las cuales abordaron la solución personal a un problema educativo. Sin embargo, en todas queda claro que la institución cumplió a cabali-

important option for life' and uproot the physician-client trend (Franco-Giraldo, 2019; 2014; OPS, 2008; Cabello, 2001).

Educational resilience can only be achieved through dynamic models and quality indicators sensible to the reality on which models intend to correspond. The educational and research-extension programs become the epistemological, philosophical and cognitive vision of any institution. However, academic structures are generally fixed due their rigid bureaucracy schemes; therefore tend fast to obsolescence regarding their socio-economical frames. The 20th century end to current times displayed the major scientific milestones since the Industrial Revolution having an immediate impact on technology. Nonetheless, educational institutions have been unable to response to the same pace. Heads of academic institutions, chosen for their political profile rather than scientific criteria, have adopted government decisions without a critical position, thereby submitting institutions to immobility.

Cluster and individual resilience. In a non-resilient institutional and organizational environment, independent and individualized efforts optimized institutional frameworks to pursue academic and research projects during the pandemic. Institutional clusters, led by committed scientists, continue generating human resources and cutting-edge research. These clusters showed resilience against COVID-19. The Microbial Genetic Resources Laboratories (CNRG-INIFAP, in Spanish) (Figure 5) (Zelaya-Molina *et al.*, 202), LBRN-COLMENA (Ayala-Zepeda *et al.*, 2021), Genomic Diversity (Santoyo, 2021), Functional Genomics (Manoj-Kumar, 2021), and CP-LANREF (Mora-Aguilera *et al.*, 2022), exemplify such research resilient clusters with distinct organizational systems and phytosanitary research approaches with potential to contribute to the COVID-19 sanitary crisis.

dad con los lineamientos sanitarios determinados por las respectivas instancias de salud (Camhaji, 2021). La exigencia y rigor se evidenció en varias instituciones al prohibir actividades presenciales de todos los sectores comunitarios, y en el menor de los casos se implementó el ingreso escalonado para personal de proyectos de investigación críticos. La digitalización y virtualización fueron adoptadas como políticas institucionales y el cumplimiento de programas fue el indicador del avance educativo. Hasta el presente, gran número de instituciones públicas mexicanas como la UNAM, IPN y UAM, y privadas como el TEC-Monterrey e Iberoamericana, no han reiniciado sus actividades académicas a casi dos años de iniciado el proceso epidémico COVID-19. Contradictorio, ya que el programa de vacunación privilegió a ese sector en México para coadyuvar a la reapertura. Esta es una evidencia de que las instituciones educativas optaron cómodamente por adherirse al cumplimiento de lineamientos de salud sin responder con estrategias propias e innovadoras a la altura de un cuerpo científico formado para la solución de problemas, y de un sector estudiantil supuestamente crítico y participativo sobre las decisiones fundamentales del modelo educativo al que son inmersos. Así, parecería que se decidió por estrategias inerciales y políticamente seguras sin que la universidad y centros públicos de investigación se mostraran ante la sociedad como la masa científica, de la cual podrían emerger las soluciones ante COVID-19. La educación tiene un propósito transformador de la realidad a partir del individuo. Esa realidad coyuntural es una crisis global de salud por SARS-CoV-2, a la cual educadores-educandos e investigadores deben aplicarse para incidir en su solución. Se optó por mimetizarse con el resto de la población, sin sufrir las consecuencias de un salario menguado y sin el riesgo de aquellos que eventualmente tuvieron que abandonar la seguridad del confinamiento para solventar sus necesidades fundamentales. La masa educada,

In the academic environment, resilience was achieved at individual level leading to creative, reflective, and comprehensive educational efforts involving even students' families. Teaching experience and the desire to teach plant pathology prompted, for instance in designing virtual research tools for urban farming (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021); and due to the impossibility of conducting field practices, household gardens and school plots were used for sampling coupled with phytopathological kits (e.g., PDA petri dishes, origami foldscope microscope, etc.) sent to students' homes (Solano-Báez *et al.*, 2021; Granados-Montero, 2021); and pandemic frame for scientific reflection (Zamora-Macorra, 2021). One such educational innovation for virtual teaching, entitled '*Redefining teaching in Biological Sciences: Foldscope, a success case*', was awarded in a national competition (SNTE-Mexico) (G. Márquez 2021. Personal communication). Calvo-Araya (2021), analyzed the efforts of the National University of Costa Rica to support a digital technology transition proving that distance education can be address by providing digital technical support and surveying the performance.

Even though virtual platforms were indispensable tools during the lockdown, there is consensus that plant science and agronomy disciplines cannot be fully addressed. They require practical laboratory and field training. Physical interaction teaching is obligatory, so their cancellation may explain up to 42.8% of virtual classes 'absenteeism' (Calvo-Araya, 2021). This fact is not unique to these areas of knowledge and institutions cannot avoid it. The innovation and development of teaching and pedagogical strategies should become both structural and institutional to face this new virtual and digital reality (Calvo-Araya, 2021). *Gamification learning* and *inverted classrooms* are some trends that have re-emerged in this

sufragada por la sociedad, quedó evidenciada como una clase privilegiada, segura, e inmóvil.

Ante COVID-19 se perdió la gran oportunidad de educar y formar educandos con determinación, carácter, compromiso social y el valor del método científico (tan abrazado en la educación e investigación). Enseñamos y reproducimos el miedo. La gran paradoja fue el retiro de estudiantes mexicanos de prácticas médicas en todo el país, bajo el argumento de ausencia de '*condiciones óptimas*' durante la primera etapa epidémica de COVID-19. El anuncio fue realizado por la Asociación Mexicana de Facultades y Escuelas de Medicina (AMFEM), al cual pertenece la UNAM, IPN, e instituciones privadas. Complementando la paradoja, los estudiantes de la Facultad de Medicina (de la UNAM) reconocieron a las autoridades por la decisión de retirar a los internos (estudiantes) de los hospitales (Sánchez, 2022). Esta acción niega la posibilidad de fortalecer la vocación humanista, viola los preceptos Hipocráticos del compromiso médico (p.e., '*Pasaré mi vida y ejercitaré mi arte en la inocencia y la pureza*'), y siembra aún más la duda ante la sociedad sobre el perfil del médico formado. Precisamente, COVID-19 ha acentuado la exclusión social de la salud, y patentiza la demanda de que los médicos '*asuman la salud pública como una opción con sentido de vida*' y se desarraigue la tendencia médico-cliente (Franco-Giraldo, 2019; 2014; OPS, 2008; Cabello, 2001).

La resiliencia educativa solo es posible mediante modelos dinámicos y con indicadores de calidad sensibles a la realidad sobre la cual intenta incidir. El mapa curricular y las matrices de investigación-extensión son el reflejo institucional de una visión epistemológica, filosófica y cognitiva de un campo de conocimiento. Sin embargo, generalmente son estructuras fijas debido a la rigidez burocrática con la que operan, por lo que tienden a la obsolescencia respecto al contexto social y económico. La recta

context (Solano-Báez *et al.*, 2021). Furthermore, social and digital gaps in rural regions of Mexico, as in other countries, should not be ignored and must be considered (Fajardo-Franco and Aguilar-Tlatelapa, 2021). Undeniably, virtualization and digitalization represent an educational and cultural opportunity for bring institutions and society closer and to establish effective academic and research networks. However, the channels and programs must not be improvised and should clearly state as educative, informative, or just playful (Andreu, 2021; Carvajal, 2021).

The impact of COVID-19 on education has lacked so far a comprehensive and cross-disciplinary institutional analysis. This is important due to the existence of not public institutional metadata (Vidal *et al.*, 2021). This limited responsiveness is explained by inertial educational models, not resilience and unable to convert realities into opportunity areas. Nevertheless, international organizations reports, such as ECLAC (CEPAL, 2020), has announced the educational advances setback; not only on cognitive issues but also on psychological, social, and leadership developments. Students have been disconnected from their reality for prolonged periods. Institutions and educators are not providing any alternative strategy. The COVID-19 risk as argument for virtual education cannot and should not be used indefinitely.

History has shown that those student generations facing dialectic and convulsive socioeconomic crises generated society leaders. Therefore, suspicion arises when constrained rights are issued on the excuse of COVID-19; for example, for the Chilean, Colombian, and Ecuadorian student demonstrations (Anfossi, 2021; Reuters *et al.*, 2021; Ap *et al.*, 2021). As society moves towards digitalization and consumption, appears the willingness to automate professions and override human nature and social values. Those values that

final del siglo XX, extendiéndose al presente siglo, es el corolario de grandes revoluciones científicas con impactos tecnológicos inmediatos. Las instituciones educativas han sido incapaces para actualizar sus procesos al ritmo de estos cambios científicos. Los directivos, seleccionados más sobre un perfil político que por autoridad científica, adoptaron decisiones externas sometiendo a las instituciones a la inmovilidad ante COVID-19.

Resiliencia organizacional e individual. En un entorno institucional y organizacional no resiliente lo ha operado durante la etapa pandémica fueron esfuerzos independientes e individualizados, optimizando el margen institucional, para la ejecución de proyectos académicos e investigación. Clústeres institucionales, guiados por liderazgos científicos, son los que continúan generando recursos humanos e investigación de vanguardia durante la contingencia sanitaria. Son estos clústeres los que mostraron resiliencia ante COVID-19. Laboratorios de Recursos Genéticos Microbianos (CNRG-INIFAP) (Figura 5) (Zelaya-Molina *et al.*, 202), LBRN-COLMENA (Ayala-Zepeda *et al.*, 2021), Diversidad Genómica (Santoyo, 2021), Genómica Funcional (Manoj-Kumar, 2021), y CP-LANREF (Mora-Aguilera *et al.*, 2022), ilustran clústeres de investigación resilientes con diferentes modelos organizacionales y enfoques de investigación fitosanitaria con potencial para contribuir ante la crisis de salud por COVID-19.

En el entorno académico, la resiliencia se evidenció a nivel individual direccionando esfuerzos educativos creativos, reflexivos, simpáticos con el estudiante e incluso con sus familias. La experiencia docente y el deseo de enseñar fitopatología más allá del cumplimiento temático, condujo al diseño de instrumentos virtuales para investigar en un entorno de agricultura urbana (Cuevas-Castilleja *et al.*, 2021); ante la imposibilidad de prácticas de

aroused and evolved from strong disagreements, costly and tragic, along with history (e.g., freedom, equality, fraternity). ‘Mass formation’ by adopting COVID-19 as a cohesion strategy can be avoided only by critical, proactive, and problem-solving science.

Economy of virtualization. Virtualization and digitalization of daily life became a functional need toward COVID-19. In Mexico, the rise of electronic commerce (eCommerce) increased 600% in the fourth week of lockdown (Sanchez, 2021). With six out of 10 Mexican consumers going digital, the estimated sales value was US\$ 31.4 billion in 2020, nearly double the amount that Mexico has invested in vaccine acquisition by midyear (Riquelme, 2021). Together with pharmaceuticals, these companies have profit from pandemics. The digital industry (e.g. Apple, Microsoft, etc.) raised prices in a ‘successful’ year. The supply and demand market paradigm rules out without any solidarity sign with household spending. Moreover, the large digital services companies (e.g., Amazon, Netflix, Zoom, Google, and Meta Platforms (Facebook)) also increase their capital and stock market price (Reuters, 2021).

The digitalization needs in all fields, not just education, helped technological and digital service providers to encourage governments to expand the connectivity networks (<https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/674>; Villanueva, 2021). In addition, due to lockdown, home office extra-hours and operational costs reduction were recognized as advantageous for the education, business, and government sectors, strengthening teleworking as a cost-effective option. Thus, Mexico implemented regulations to prevent labor abuse (La Jornada, 2021b). Nevertheless, private universities kept their onerous tuition fees, shifting the technological cost to households.

campo, el direccionamiento de muestreos en jardines habitacionales y lotes escolares mediante envío de kits fitopatológicos (i.e., medio PDA, pinzas, microscopio origámico Foldscope, etc.) a casa de estudiantes (Solano-Báez *et al.*, 2021; Granados-Montero, 2021); y aprovechar la pandemia para la reflexión científica (Zamora-Macorra, 2021). Una de estas innovaciones educativas para condiciones de confinamiento, titulada ‘*Redefiniendo la Enseñanza en Ciencias Biológicas: Caso de Éxito Foldscope*’, obtuvo el primer lugar en el concurso del Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación (SNTE-México) (G. Márquez 2021. Comunicación Personal). Calvo-Araya (2021), analizó las acciones de la Universidad Nacional de Costa Rica para apoyar la transición digital probando que es posible direccionar procesos educativos estructurales, como el fortalecimiento de áreas de soporte digital, y encuestas del proceso virtual para retroalimentación docente y analizar áreas de oportunidad.

Aunque el uso de las plataformas virtuales constituyó una herramienta indispensable durante el confinamiento, existe consenso que las disciplinas fitosanitarias y agronómicas no pueden prescindir de prácticas de laboratorio y campo. La instrucción fáctica es obligada, por lo que su cancelación puede explicar el 42.8% de ‘ausentismo’ de clases virtuales (Calvo-Araya, 2021). Esta realidad no es privativa de estos campos del conocimiento y las instituciones no pueden soslayarlo. La innovación y desarrollo de estrategias didácticas y pedagógicas debe ser estructural e institucional ante la nueva realidad digital (Calvo-Araya, 2021). Propuestas como la *gamificación* del aprendizaje y *aula invertida* son algunas tendencias que han emergido en este contexto (Solano-Báez *et al.*, 2021). Adicionalmente, no puede omitirse la brecha social y digital presente en zonas rurales de México y otros países, que requieren considerarse (Fajardo-Franco



Figure 5. The National Genetic Resource Center of the National Forestry, Agriculture and Livestock Research Center (Centro Nacional de Recursos Genéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, or CNRG-INIFAP), created to preserve and protect the beneficial microbe and plant biodiversity related to the Mexican agri-food sector. Researchers of the Microbial Genetic Resources Laboratory (*Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos*) working on the identification of agriculturally important fungi and the conservation of plant growth-promoting bacteria. Source: Zelaya-Molina *et al.*, 2021

Figura 5. *Centro Nacional de Recursos Genéticos* (CNRG) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), creado para preservar y proteger la biodiversidad vegetal y microbiana beneficiosa asociada al sector agroalimentario mexicano. Investigadores del *Laboratorio de Recursos Genéticos Microbianos* trabajando en la identificación de hongos de importancia agrícola y la conservación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal. Fuente: Zelaya-Molina *et al.*, 2021.

COVID-19 STUDENT VISION

Educative limitations. The COVID-19 sanitary crisis disrupted every human activity. In this context, virtual and digital education offered an opportunity to analyze potential endeavors. Nevertheless, was in the teacher-student scheme, rather than at the institutional structure, where lied the educational problem. The Information and Communication Technologies (ICT's), usually implemented in institutions for intranet service and web platform support, required its adaptation to provide educational capabilities. However, not all institutions had the infrastructure or the human resources for this challenge (Calvo-Araya, 2021; Manoj-Kumar, 2021; Fajardo-Franco and Aguilar-Tlatelpa, 2021). Consequently, individual efforts opted to complement institutional capabilities by contracting commercial virtual platform or adopting open access systems, such as Teams, BlueJeans, and Zoom (Solano-Báez *et al.*, 2021; Granados-Montero, 2021; Fajardo-Franco and Aguilar-Tlatelpa, 2021). These platforms were not originally designed for educational purposes, but allow online multiuser meetings with real-time interaction, in contrast to traditional e-learning systems, like Moodle and Blackboard, which require license or institutional support. These systems are configured for *remote education* with an emphasis on teaching material management (Basogain-Urrutia, 2021).

From the Plant Health undergraduate and graduate students' perspective, virtual teaching experience throughout the pandemic has been unsatisfactory due to poor technological expertise in the teaching community, limited regional connectivity quality, or conventional use of educational methods (García-Reynoso, 2021; González-Cruces, 2021; Rubio-Tinajero and Zapata-Contreras, 2021; Villalobos-Camacho, 2021).

and Aguilar-Tlatelpa, 2021). Es innegable que la digitalización representa una oportunidad educativa y cultural para aproximar a las instituciones con la sociedad, establecer redes académicas y de investigación. Pero los canales y contenidos no pueden ser improvisados y deben ser acordes con un fin divulgativo, educativo o simplemente esparcimiento (Andreu, 2021; Carvajal, 2021).

El impacto COVID-19 en el sector educativo ha carecido hasta el presente de un análisis integral e interdisciplinario institucional. Importante ya que estos poseen metadatos no disponibles públicamente (Vidal *et al.*, 2021). La limitada capacidad de reacción es comprensible ante modelos educativos inerciales, no resilientes e incapaces de convertir realidades en áreas de oportunidad. Sin embargo, estudios de organismos internacionales como la CEPAL (CEPAL, 2020), han enfatizado el retroceso en décadas de los avances educativos no solo en aspectos cognitivos sino también en el desarrollo psicológico, social y capacidades de liderazgo. Desarticular al educando de su realidad por periodos tan prolongados, sin que las instituciones y educadores provean mecanismos alternativos bajo el argumento del riesgo COVID-19, no puede ni debe sostenerse indefinidamente.

La historia ha mostrado que las generaciones estudiantiles expuestas a realidades dialécticas y convulsas son las que generan líderes que hacen la diferencia en todos los ámbitos de la sociedad. La suspicacia emerge ante acciones de excepción, bajo el pretexto de COVID-19, promovidas en regiones con fuertes demandas sociales como los movimientos estudiantiles de Chile, Colombia y Ecuador (Anfossi, 2021; Reuters *et al.*, 2021; Ap *et al.*, 2021). En una sociedad que se perfila a la digitalización y al consumo, parecería que estamos dispuestos a robotizar las profesiones, y anular la esencia humana y sus valores sociales que emergieron y evolucionaron a partir de grandes disensos,

Research on the subject rose to same conclusions (Calvo-Araya, 2021; Basogain-Urrutia, 2021).

Regarding the research programs, students state that neither CONACYT nor the academic institutions had the sensitivity to adjust timeframe, requirements, or logistics. This resulted in losing or repeating experiments, and changing research projects (González-Meléndez, 2021; Rubio-Tinajero and Zapata-Contreras, 2021). Institutions setback, aligned with sanitary regulation, contrasted with the students' efforts to solve their research logistic problems and to face the COVID-19 risk. This was the experience of a doctoral student (Rubio-Tinajero and Zapata-Contreras, 2021). Agriculture as an essential activity in the pandemic context allows institutions and academic staff associated with this primary activity to find a creative and effective way to continue functioning. Transferring to students' research responsibilities is not fair and ethical. Consequently, it is understood that *'the scholarship holder is the most affected'* is the major student claim in the pandemic context. Nevertheless, resilient institutional research clusters prevent this no-articulated student work, allowing effective graduate programs with appropriate infrastructure and logistical support for the excellent formation of human resources (Ayala-Zepeda *et al.*, 2021; Santoyo, 2021).

The pandemic generation. The psychological, sociocultural, and educational impact of COVID-19 on students illustrates the pandemic effect on the young generation. Previous to the pandemics, students stood with a sense appropriation of the new virtual era society. They were perceived as the future holder. Suddenly, their freedom was restrained. Confined to physical 'silence' proven that digital media is a bridge that emerge and makes sense from a tangible reality. Only the 'fear to death' could blur that vital force, feared so much in

trágicos y costosos, a lo largo de la historia (p.e., libertad, igualdad, fraternidad). La 'formación de masas' abrazando COVID-19 como estrategia de cohesividad solo puede evitarse desde la ciencia crítica, propositiva y resolutive.

Economía de la virtualización. La virtualización y digitalización en la vida cotidiana se ha convertido en una necesidad funcional. En México, el incremento del comercio electrónico (eCommerce) aumentó 600% durante la cuarta semana de confinamiento (Sánchez, 2020). Con seis de cada 10 mexicanos consumidores digitales, el valor estimado de ventas fue de US\$ 31,400 millones en 2020, casi el doble de lo que México ha invertido en la adquisición de vacunas hasta mitad de este año (Riquelme, 2020). Así, esta industria y la farmacéutica han sido los grandes beneficiados por el proceso pandémico. La industria digital (p.e., Apple, Microsoft, etc.) se declaró 'exitosa' y reaccionó a esta demanda con un incremento desmesurado de precios. Se aplicó el paradigma de mercado oferta-demanda. Las ganancias por encima de la solidaridad ante una pandemia global. Adicionalmente, las grandes empresas de servicios digitales (p.e., Amazon, Netflix, Zoom, Google, y Meta Platforms, antes Facebook) fueron también ganadores ante la pandemia con incrementos de capital y de cotización en la bolsa (Reuters, 2021).

La necesidad de digitalización en todos los ámbitos, no solo educativo, sirvió de base para que las empresas tecnológicas y de servicios impulsaran sus demandas a gobiernos por favorecer políticas conducentes a ampliar las redes de conectividad (<https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/674>; Villanueva, 2021). Adicionalmente, se identificó rápidamente la reducción de costos operativos y la 'continuidad' laboral en ciertos ámbitos como el educativo, y sectores de servicio empresarial y gubernamental fortaleciendo el teletrabajo

the traditional political institutions and democracy (Reuters *et al.*, 2021; González-Cruces, 2021; González-Meléndez, 2021; de la Hoz-Ruiz, 2021; García-Reynoso, 2021; Villalobos-Camacho, 2021; Rubio-Tinajero and Zapata-Contreras, 2021).

This generation, the most resilient due to their envisioned vocation, must reactivate itself creatively and without assuming fears and risks not corresponding to them, but with social responsibility that the health crisis requires. They may be those demanding wisdom and responsibility upon the excessive politicization, dangerous massive fear invocation without any or limited scientific support, and excessive corporate profit-making made of the healthcare as a business. The following excerpt contributions are an insight into the young students' endurance strength:

- *'Importantly, I have finally recovered (due to COVID-19), even with after-effects... but I am motivated to carry on my research... the courses will probably continue online, with limitations on equipment and laboratory infrastructure, although continuing the postgraduate program is important; ... My research is ongoing, and even though the progress has been slow due to pandemic restrictions, I know I will achieve my objectives. The situation encourages me to be self-taught, to look for solutions, and constantly update myself in digital technologies, on the other hand, I am ready to adapt to the situation to comply with my obligations and responsibilities'* (Rubio-Tinajero and Zapata-Contreras, 2021).
- *'... To value and respect everyone in our lives. We must work to achieve what we want and end all absurd stereotypes... be proud of belonging to this country, and return to society with work and assistance what Mexico has given us'* (Villalobos-Camacho, 2021).

como opción rentable. También implicó su regulación en México para evitar el abuso laboral (La Jornada, 2021b). Sin embargo, las universidades privadas continuaron con las colegiaturas onerosas trasladando a los hogares la inversión tecnológica requerida para la educación.

LA VISIÓN COVID-19 DEL ESTUDIANTE

Limitaciones educativas. La crisis sanitaria por COVID-19 trastocó todas las actividades humanas. La educación digital en la fase pandémica, representó una oportunidad transformadora. Sin embargo, fue el binomio educador-educando, más que la estructura institucional, la que enfrentó el problema educativo inmediato. Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's), generalmente establecidas en las instituciones para comunicación intranet y soporte de plataformas divulgativas, se tuvieron que adecuar para la transición digital del sistema educativo. Sin embargo, no todas las instituciones tuvieron la capacidad tecnológica, o el cuerpo académico tuvo las competencias requeridas (Calvo-Araya, 2021; Manoj-Kumar, 2021; Fajardo-Franco and Aguilar-Tlatelpa, 2021). En consecuencia, por iniciativas individuales se optó por complementar o adoptar plataformas virtuales de videoconferencia comercial o de acceso libre restringido como Teams, BlueJeans y Zoom (Solano-Báez *et al.*, 2021; Granados-Montero, 2021; Fajardo-Franco and Aguilar-Tlatelpa, 2021). Estas no son plataformas diseñadas con fines educativos, pero permiten sesiones multi-usuarios en línea con posibilidad de interacción en tiempo real, contrario a sistemas tradicionales de 'e-learning', como Moodle y Blackboard, que además de requerir licencias o soporte institucional, están configuradas para educación *a distancia* con énfasis en gestión de información y material instructivo (Basogain-Urrutia, 2021).

- *'Being housebound... made me a little confused, tired and anxious..... The same exciting feeling is not felt through a computer. I have become very discouraged to carry on all those things that I usually did'* (García-Reynoso, 2021).
- *'In every environment, we are adapting ourselves as much as possible, as a society we are demonstrating able to continue pursuing an academic and working life as normal as possible to avoid stop our personal development, although with the necessary care and responsibility to protect the health of the people around us'* (de la Hoz-Ruiz, 2021).
- *'The laboratory is not anymore as before, with colleagues sharing results and difficulties, exchanging tips, or even some materials. I believe the pandemic forced us to work more slowly and as individuals... Many challenges still have to be overcome, although not all activities have been fully restored, however, the science never stops and we found a way to face it...'* (González-Meléndez, 2021).
- *'I trust that scientific advances will improve the pandemic mitigation. I am not scared to be infected; however, I try to be as careful as possible to avoid infecting my mother or my grandparents. We have been in similar epidemic situations in history... A system in entropy, as we know, always tends to equilibrium. I am hopeful for the growers, farmers, and ranchers, the primary sector that makes me proud and motivated because they carry on their shoulders the most important responsibility: feeding the human population'* (González-Cruces, 2021).

FINAL CONSIDERATIONS

SARS-CoV-2/COVID-19 pandemic is a multidimensional problem going beyond the predominant patient-disease approach framed at

Desde la perspectiva del estudiante de posgrado y licenciatura en el área de fitosanidad, la experiencia educativa virtual durante la pandemia no ha sido satisfactoria por los escasos conocimientos tecnológicos de la comunidad docente, calidad de conectividad regional, o uso de métodos didácticos tradicionales (García-Reynoso, 2021; González-Cruces, 2021; Rubio-Tinajero y Zapata-Contreras, 2021; Villalobos-Camacho, 2021). Similares conclusiones se han reportado en investigaciones formales sobre el empleo de tecnologías digitales (Calvo-Araya, 2021; Basogain-Urrutia, 2021). En el ámbito de la investigación, la conclusión fue más contundente al considerar que ni CONACYT o las propias instituciones tuvieron la sensibilidad para adecuar los tiempos programáticos y estrategias de apoyo a la investigación. Lo cual derivó en pérdida de material experimental, repetición de experimentos, o cambio de proyecto de investigación (González-Meléndez, 2021; Rubio-Tinajero y Zapata-Contreras, 2021). Ante esta inmovilidad institucional, convenientemente adherida a las políticas de salud, muchos estudiantes tuvieron que resolver problemas logísticos y organizativos asumiendo el riesgo de contagio COVID-19, lo cual ocurrió en un estudiante doctoral (Rubio-Tinajero y Zapata-Contreras, 2021). Siendo la agricultura una actividad esencial, la institución e investigador comprometido tienen la facultad para continuar con investigación. *De facto* se asume, pero transfiriendo al estudiante la mayor responsabilidad. Esto no es justo ni ético. Es comprensible que los estudiantes planteen que *'el becario es el más perjudicado'* en el contexto de la pandemia. No obstante, la existencia de clústeres institucionales resilientes de investigación preclude esta conducción desarticulada de estudiantes, resultando en procesos efectivos de investigación con infraestructura y logística apta para la excelente formación de recursos humanos (Ayala-Zepeda *et al.*, 2021; Santoyo, 2021).

the hospital-ambulatory environment, or event at the less common community-population disease monitoring associated with the Public Health Systems. Any solution limited to these approaches lacks the comprehensive *preventive* emphasis and sustainability necessary to restore integral health within the systemic model of physical, mental, and social components (WHO). Furthermore, the global institutional plans ‘*One Health, a New Health Architecture*’ (WHO), ‘*Zero Hunger*’ (FAO), and ‘*Sustainable Development*’ (UN), would be losing a historic opportunity to align efforts to transcend the classical declarative and programmatic approach required to face the complex dimension of the international crisis imposed by COVID-19.

The need for a *Pansystemic Preventive Model* of Plant, Animal, and Human Health, articulated and harmonized with *Regional Epidemiological Surveillance Models* implemented by respective Health Systems, is urgently needed (Mora-Aguilera and Acevedo-Sánchez, 2021). In the search for comprehensive solutions, Agriculture, due to its humanistic, civilizing, and well-being nature, is helping to mitigate the COVID-19 health crises through the global food supply. Remarkably, that Agriculture is sustaining production activity despite workers’ infection risks, and that has been contained excessive food price increases and speculative financial practices decontrolled in other economic sectors profiting from the health crisis.

Plant Health activities, directly supporting agricultural production, proved their resilience in safeguarding the health of the crops. This allowed domestic food supplied and safe international circulation with pests and pathogens risk monitoring for importing countries’ crops. This preventive transterritorial scheme, implemented since the late last century, could be emulated for human health risks as primary mitigation front balancing the current preeminence of the *patient-client curative*

La generación pandémica. El impacto psicológico, socio-cultural y profesional de COVID-19 en los estudiantes muestra la vívida dimensión de la pandemia en los jóvenes que transitaban por el mundo educativo con un sentido de pertinencia y apropiados de un entorno virtual-social, del cual eran percibidos como los depositarios del futuro. De golpe, su libertad fue acotada. Confinados al silencio probando que el mundo virtual es solo un puente que emerge y tiene sentido a partir de una realidad tangible. Solo el ‘miedo a la muerte’ pudo desdibujar esa fuerza vital, tan temida fuera del cauce políticamente correcto (Reuters *et al.*, 2021; González-Cruces, 2021; González-Meléndez, 2021; de la Hoz-Ruiz, 2021; García-Reynoso, 2021; Villalobos-Camacho, 2021; Rubio-Tinajero y Zapata-Contreras, 2021).

Estas generaciones, las más resilientes por su vocación emprendedora, deben reactivarse con creatividad y sin asumir los miedos y riesgos que no les corresponden, pero con la responsabilidad social como amerita la crisis sanitaria. Quizás sean ellos los que demanden cordura ante la excesiva politización de la contingencia, la peligrosa invocación del temor sin el soporte científico, y las exorbitantes ganancias empresariales que hace de la salud un negocio. Baste la inclusión de los siguientes fragmentos para percibir esa fuerza resiliente del joven estudiante:

- *‘Lo importante es que finalmente recupere mi salud (afectada por COVID-19), aunque con secuelas...pero motivada para proseguir con mi investigación...las clases posiblemente continúen en línea, con las limitantes en equipos e infraestructura de laboratorios, pero es importante seguir con el programa de postgrado; ... La investigación se está realizando, y aunque el avance es lento por restricciones de la pandemia, sé que cumpliré con mis objetivos. Esta situación me impulsa a ser más autodi-*

approach. This approach has disarticulated the public health model adopting this precept by reforming their juridical status (Franco-Giraldo, 2019; 2014; Frenk, 2003; Cabello, 2001), benefitting the pharmaceutical companies.

The success of global risk awareness and plant pest monitoring can be highlighted by the fact that historical human famines belong to the past. The quasi-pandemic epidemics, such as that caused by '*Late potato blight*' are no longer an issue. As in humans, however, recurrent epidemic outbreaks occur. Therefore works still need to be done on prevention at the regional level. For agricultural scenarios, epidemiological surveillance regional models, based on advanced digital and genomic technologies, coupled with the comprehension of epidemics transitions to endemicity, allow fast adaptation of mitigation strategies harmonized with effective risk communication. This territorial *prevention - protection (i.e. cure)* plant health model can contribute to the '*One Health*' global WHO's envision. Readily, can contribute to the poor official risk communication on COVID-19 as depicted on these series of official declarations: '*Omicron will generate a 'Tsunami of cases';... 'Maybe less critical than Delta, but not minor'; ... 'Health Systems are at the collapse risk'*' (WHO).

The first preventive front for COVID-19, and other potential zoonotic diseases, however, is not the human population. We need to move one step backward to natural environments and their connection to agriculture, urban pressure, and climate change. It is in this framework where a holistic-systemic-dynamic human disease risk model must be generated and applied. In this complexity, should be placed the need for a new agricultural production paradigm. This should be strong enough to balance the increasing global food demand with sustainable and resilient ecosystem services. A systemic and coordinated effort for

dacta, buscar soluciones y actualizarme constantemente en el uso de tecnologías digitales, por otro lado, estoy dispuesta a adaptarme a la situación, cumplir con mis obligaciones y responsabilidades' (Rubio-Tinajero y Zapata-Contreras, 2021).

- '*... Valorar y respetar a toda aquella persona que es parte de nuestra vida. Debemos trabajar para obtener lo que deseamos y terminar con todo estereotipo absurdo...sentirnos orgullosos de pertenecer a este país, y regresarle con trabajo y ayuda a la sociedad lo mucho que nos ha dado México'* (Villalobos-Camacho, 2021).
- '*Estar confinado en casa...me causó un poco de confusión, cansancio y ansiedad... No se siente la misma emoción a través de una computadora. Me he desanimado mucho en continuar con todas esas cosas que solía hacer'* (García-Reynoso, 2021).
- '*Nos estamos adaptando en todos los ámbitos de la mejor forma posible, demostrando como sociedad que podemos seguir realizando una vida académica y laboral con la mayor normalidad posible para no frenar nuestro crecimiento personal, pero con la debida protección y responsabilidad de cuidar la salud de los que nos rodean'* (de la Hoz-Ruiz, 2021).
- '*El laboratorio no está como solía lucir, lleno de colegas compartiendo resultados y dificultades, intercambiando consejos y hasta ciertos materiales. Creo que la pandemia nos ha orillado a hacer un trabajo de forma más individual y lenta...Aún quedan muchos retos por vencer, si bien las actividades no se han restablecido por completo, la ciencia no se detiene y hemos encontrado la forma de afrontarlo...'* (González-Meléndez, 2021).
- '*Tengo la confianza de que los avances científicos mejorarán la situación pandémica. No tengo miedo a contagiarme, sin embargo, tra-*

environmental and agricultural productive assets preservation must integrate all economic sectors to prevent and mitigate future pandemic risks. The root solution is multifactorial.

Through the Special Issue, ‘COVID-19 and Plant Health’ Vol. 39(4), the Mexican Society of Phytopathology / Mexican Journal of Phytopathology integrates research, reflections, data analysis, and proposals from productive actors, research, and academia in the context of the global human health crisis caused by COVID-19. The objective of making visible to all social sectors the plant health actions and efforts to crops health, and how it contributes to the COVID-19 problem solution, was fulfilled. Also, it intended to emulate and stimulate the excellence and social commitment of the scientific and academic activity. The Special Issue ‘COVID-19 and Plant Health’ was motivated by all human beings who suffer from the anguish of getting sick, languish in confinement, fear losing a job or postponing dreams, and by all farmers that make food possible in the world.

Acknowledgments

To all authors and coauthors who contributed to MJP Special Issue 39(4). To CP-LANREF team for their sustained work throughout the pandemic. To Miranda Mora Gutiérrez for her English version reviews. To the Mexican Society of Phytopathology for promoting this editorial project. The Postgraduate College in Agricultural Sciences for supporting research initiatives on COVID-19. All those directly and indirectly affected by the COVID-19 pandemic.

LITERATURE CITED

- Afp y Reuters. 2021. La variante delta redujo a 40% la eficacia de las vacunas, advierte la OMS. La Jornada. (25 noviembre, 2021). <https://www.jornada.com.mx/2021/11/25/politica/014n1pol>.
- Afp. 2021a. Al menos 15 millones de dosis de vacunas fueron desechadas en Estados Unidos desde marzo. El Economista. (01 septiembre, 2021). [*to de cuidarme al máximo para no contagiar a mi madre o mis abuelos. La historia nos ha marcado con situaciones epidémicas similares...Sabemos que un sistema en entropía siempre tiende al equilibrio. Mi esperanza está en los productores, campesinos y ganaderos, ese sector primario que me llena de orgullo y motivación, ya que en sus hombros cargan la responsabilidad más importante, la alimentación humana’* \(González-Cruces, 2021\).](https://www.eleco-</p>
</div>
<div data-bbox=)

CONSIDERACIONES FINALES

La pandemia SARS-CoV-2/COVID-19 es un problema multidimensional que supera el enfoque predominante paciente-enfermedad en un entorno ambulatorio-hospitalario, o el menos aplicado monitoreo comunitario-poblacional de enfermedades asociado con los Sistemas Públicos de Salud. Cualquier solución, circunscrita dentro de estos ámbitos carece del énfasis *preventivo* integral y de la sustentabilidad requerida para restituir el modelo sistémico de salud en sus componentes físico, mental y social (OMS). Adicionalmente, las proyecciones mundiales ‘Una sola salud, una nueva arquitectura sanitaria’ (OMS), ‘Hambre Cero’ (FAO), y ‘Desarrollo Sostenible’ (ONU), estarían perdiendo su oportunidad histórica de alinear esfuerzos para trascender el clásico enfoque declarativo y programático, ante la compleja dimensión de la crisis mundial que impone COVID-19.

Es urgente la búsqueda de un *Modelo Pansistémico Preventivo* de Salud Vegetal, Animal y Humana, articulados y armonizados con *Modelos Regionales de Vigilancia Epidemiológica* operados por sus respectivos Sistemas de Salud. En esta búsqueda de soluciones integrales, es notable que la Agricultura, en su vocación humanista y civilizadora, está contribuyendo a reducir el impacto de la crisis sanitaria con el aporte mundial de alimentos. Es de resaltar que se mantiene la actividad productiva a

- nomista.com.mx/arteseideas/Al-menos-15-millones-de-dosis-de-vacunas-desechadas-en-Estados-Unidos-desde-marzo-20210901-0091.html.
- Afp. 2021b. “Preocupante”, nueva variante de Covid-19: OMS; la llama “ómicron”. La Jornada. (26 noviembre, 2021). <https://www.jornada.com.mx/notas/2021/11/26/mundo/preocupante-nueva-variante-de-covid-19-oms-la-llamara-omicron/>.
- Álvarez-Maya I, Mora-Aguilera G and Acevedo-Sánchez G. 2021. Analysis of chronic diseases associated to SARS-CoV-2 infection in children and young people in Mexico. Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 1-12. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-26>.
- Andreu A. 2021. LadyScience, la española pionera de la ciencia en TikTok, con más de 457.800 seguidores, apuesta por “democratizar el conocimiento científico” en la plataforma. Bussines Insider. <https://www.businessinsider.es/ladysience-espanola-pionera-habla-ciencia-tiktok-842265>.
- Anfossi A. 2021. Fiesta y protesta en Chile; se cumplen 2 años del estallido social. La Jornada. <https://www.jornada.com.mx/notas/2021/10/19/mundo/fiesta-y-protesta-en-chile-se-cumplen-2-anos-del-estallido-social/>.
- Ap, Europa Press, AFP y Reuters. Siguen las protestas en Ecuador; Lasso invita a la Conaie a dialogar. La Jornada. <https://www.jornada.com.mx/notas/2021/10/28/mundo/siguen-las-protestas-en-ecuador-lasso-invita-a-la-conaie-a-dialogar/>.
- Ayala-Zepeda M, Díaz-Rodríguez AM, Ahumada-Flores S, Parra-Cota FI and de los Santos-Villalobos S. 2021. Changes in the research conduction on agro-biotechnology due to COVID-19: The case of LBRM-COLMENA Research Node. Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 1-14. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-9>.
- BANXICO. 2021. Principales Índices Mensuales. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CP154&locale=es>.
- Basogain-Urrutia J. 2021. Evaluación en línea: herramientas, limitaciones y alternativas en un contexto de pandemia. Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0, 10: 30-41. <https://doi.org/10.37843/rted.v10i2.243>.
- BBC News. 2020. Covid-19: qué es una sindemia y por qué hay científicos que proponen llamar así a la crisis del coronavirus. (14 de Octubre, 2020). <https://www.bbc.com/mundo/noticias-54543375>.
- BBC News. 2020. Estados Unidos se retira de la OMS: Trump notifica oficialmente a Naciones Unidas de la salida de su país. (7 de Julio, 2020). <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-53329647>.
- Bolaños AB y González AR. 2020. Detección oportuna en la Ceda rompió la cadena de transmisión. La Jornada. <https://www.jornada.com.mx/2020/07/11/capital/033n3cap>.
- Cabello ME. 2001. Calidad de la atención médica: ¿Paciente o cliente?. Revista Médica Herediana 12: 96-99. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2001000300005.
- Calvo-Araya JA. 2021. Phytopathology teaching during COVID-19: UNA Costa Rica case. Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 1-13. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-12>.
- pesar de riesgos de contagio para el trabajador del campo, y que se ha contenido el incremento desmedido de precios y la especulación financiera que exhiben otros sectores de la economía aprovechando la crisis de salud.
- En apoyo directo a la producción agrícola, las actividades fitosanitarias mostraron su resiliencia salvaguardando la salud de cultivos. Esto permitió el consumo interno y la movilidad inocua de alimentos con monitoreo de riesgos asociados a plagas o patógenos para cultivos de países importadores. Este enfoque preventivo transterritorial, implementado desde finales del siglo pasado, podría ser emulado para riesgos inherentes a la salud humana como primer frente de mitigación equilibrando la preeminencia actual del enfoque *curativo* del *paciente-cliente*. Este enfoque ha desarticulado el modelo de salud pública, el cual ha adoptado gradualmente este precepto mediante reformas institucionalizadas (Franco-Giraldo, 2019; 2014; Frenk, 2003; Cabello, 200), privilegiando *de facto* a la industria farmacéutica.
- El éxito del conocimiento global de riesgos y del monitoreo internacional de plagas ha resultado en la ausencia de hambrunas humanas comunes en la historia. Las epidemias *cuasi*-pandémicas, como la causada por el ‘*Tizón tardío de la papa*’ han podido ser contenidas. No obstante, como en humanos, ocurren brotes epidémicos recurrentes por lo que aún es necesario desarrollar y fortalecer modelos preventivos regionales. En el escenario agrícola, modelos regionales de vigilancia epidemiológica, basados en tecnologías digitales y genómicas de vanguardia, y la comprensión transicional de epidemias a la endemidad, permiten la rápida adecuación de estrategias de mitigación coordinadas con una efectiva comunicación de riesgos. Este modelo territorial *preventivo – protectivo* (i.e., *curativo*) de la sanidad vegetal puede contribuir a la visión ‘*Una sola salud*’ de OMS. En lo inmediato,

- Camhaji E. 2021. El Gobierno de México insiste en el regreso a clases presenciales de todos los alumnos. El País. (10 noviembre 2021). <https://elpais.com/mexico/2021-11-11/el-gobierno-de-mexico-insiste-en-el-regreso-a-clases-presenciales-de-todos-los-alumnos.html>.
- Carbajal B. 2022. En 2 años creció 350 mil mdd el valor de seis farmacéuticas. La Jornada. (2 enero, 2022). <https://www.jornada.com.mx/2022/01/02/economia/015n1eco>.
- Carbajal B. 2021. Remesas de México a otros países se disparan 25%. La Jornada. (23 noviembre, 2021). <https://www.jornada.com.mx/notas/2021/11/23/economia/remesas-de-mexico-a-otros-paises-se-disparan-25/>.
- Carvajal MI. 2021. Tres cuentas de TikTok de mujeres científicas para motivar a tus estudiantes con el universo. Elige Educar. <https://eligeeducar.cl/ideas-para-el-aula/3-cuentas-de-tiktok-de-mujeres-cientificas-para-motivar-a-tus-estudiantes-con-el-universo/>.
- 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): 1-10. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-17>.
- Corsini E, Liesivuori J, Vergieva T, Van Loveren 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>.
- Cortez-Madrigal H, Nord R and Villar-Luna E. 2021. Mexican native varieties and plant health in the context of COVID-19: The case of *Solanum lycopersicum*. Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 1-11. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-19>.
- Cruces-Pedraza B. 2021. My name is Bernardino Cruces, 85 year-old, I am a farmer. Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 1-6 <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-18>.
- Cruz MA. 2021. Cofepris autoriza la vacuna cubana Abdala. La Jornada. <https://www.jornada.com.mx/notas/2021/12/29/politica/cofepris-autoriza-la-vacuna-cubana-abdala/>.
- Cuevas-Castilleja J, Martínez-Luz A, López-Arzate MA, Ramírez-García IA, Mora-Aguilera G and Ávila-Alistac N. 2021. Perspectives of integrated pest management in CDMX urban agriculture and impacts of SARS-CoV-2 health emergency. Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 1-23. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-6>.
- de la Hoz-Ruiz G. 2021. COVID-19 effects on my social and family life as student. Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 1-2. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-30>.
- Expansión. 2021. México ha desembolsado 17,000 mdp en vacunas anti COVID. Revista digital Expansión. (03 mayo, 2021). <https://expansion.mx/economia/2021/05/03/mexico-ha-pagado-17-000-m-en-la-compra-de-vacunas-anti-covid>.
- Fajardo-Franco ML and Aguilar-Tlatelpa M. 2021. Challenges of COVID-19 pandemic: The postgraduate case in Sustainable Management of Natural Resources – UIEP. Mexican Journal of Phytopathology 39(4):1-5. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-25>.
- Fernández R. 2021. Ómicron: países afectados según los casos confirmados de contagio en 2021. Statista. <https://>
- puede aportar a la deficiente comunicación oficial de riesgos COVID-19, ilustrado con las siguientes declaraciones oficiales: *‘Ómicron generará un ‘Tsunami de casos’,... ‘Puede ser menos grave que Delta, pero no leve’,... ‘Los sistemas de salud están al borde del colapso’* (OMS).
- El primer frente preventivo de COVID-19, y otras enfermedades potenciales zoonóticas no está, sin embargo, en la población humana enferma. Son los entornos naturales, y su conexión con la agricultura, presión urbana y cambio climático, donde modelos de riesgo holísticos-sistémicos-dinámicos deben generarse e implementarse. En este contexto, se reconoce la necesidad de un nuevo paradigma productivo agrícola que equilibre la demanda creciente mundial de alimentos con servicios ecosistémicos sustentables y resilientes. El conjunto de los sectores de la economía debe integrarse a un enfoque sistémico y coordinado del cuidado del ambiente y de los activos agrícolas productivos que permitan la gestión de futuros riesgos pandémicos. La solución de raíz es multifactorial.
- La Sociedad Mexicana de Fitopatología / Revista Mexicana de Fitopatología, a través del Número Especial *‘COVID-19 y Fitosanidad’* Vol. 39(4) integra investigaciones, reflexiones, análisis de datos, y propuestas de actores productivos, investigación y academia en el contexto de la crisis global de salud humana causada por COVID-19. Se cumplió el objetivo de visibilizar ante todos los actores sociales acciones y contribuciones que la desde la Fitosanidad se aporta a la salud de los cultivos y su contribución en la solución del problema COVID-19. Se pretendió también emular y estimular la excelencia y el compromiso social de la actividad científica y académica. El Número Especial *‘COVID-19 y Fitosanidad’* fue motivado por todos los seres humanos que sufren la angustia de enfermar, languidecen en confinamiento, temen perder un empleo o aplazan sueños, y por todos aquellos

- es.statista.com/estadisticas/1278962/omicron-paises-afectados-segun-los-casos-confirmados-de-contagio/.
- Franco-Giraldo A. 2019. La salud pública en discusión. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública* 37(1):15-28. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v37n1a04>.
- Franco-Giraldo A. 2014. Health systems under market conditions: the reforms carried out during the last quarter century. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública* 32(1): 88-94. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2014000100011.
- Frenk J. 2003. La salud de la población. *Hacia una nueva salud pública*. 3ed. FCE, SEP, CONACYT. 166p.
- García-Reynoso JA. 2021. Toward COVID-19 we all have our stories, this is mine. *Mexican Journal of Phytopathology* 39(4): 1-3. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-31>
- García-Ruiz H, LaTourrette K and Garcia-Ruiz MT. 2021. Basic Coronavirus biology and vaccines for COVID-19. *Mexican Journal of Phytopathology* 39(4): 1-19. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-1>.
- Goettsch B, Urquiza-Haas T, Koleff P, Acevedo-Gasman F, Aguilar-Meléndez A, Alavez V, Alejandre-Iturbide G, Aragón-Cuevas F, *et al.*, 2021. Extinction risk of Mesoamerican crop wild relatives. *Plants People Planet* 3: 1-21 <https://doi.org/10.1002/ppp3.10225>.
- González GE, Silos EH, Perales SC, Padilla RJS, López MIG y Acosta DE. 2020. Control del clavo de la guayaba con extractos de plantas. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas* 11(2): 365-376. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v11n2/2007-0934-remexca-11-02-365.pdf>.
- Gonzalez-Cruces A. 2021. My interest for agriculture and COVID-19 emotions as graduate student. *Mexican Journal of Phytopathology* 39(4): 1-3. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-28>.
- González-Gaona E, Padilla-Ramírez JS, Perales-Segovia C, Castañeda-Cabrera C and Miranda-Salcedo MA. 2021. COVID-19 impacts on the guava crop production system in Calvillo, Aguascalientes, Mexico. *Mexican Journal of Phytopathology* 39(4): 1-12. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-20>.
- González-Meléndez SS. 2021. Consequences of COVID-19 on my experiment of gene overexpression in beans. *Mexican Journal of Phytopathology* 39(4):1-2. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-29>.
- González-Salgado IL, Rivera-Navarro J, Padilla-Bernaldez J y Gullón-Tosio P. 2021. Epidemioeracia. Nadie está a salvo si no estamos todos a salvo. *Gaceta Sanitaria*. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.11.007>.
- Granados-Montero MM. 2021. COVID-19: Threat or ally in the teaching-learning process in phytopathology? *Mexican Journal of Phytopathology* 39(4): 1-6. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-5>.
- Gutiérrez-Samperio JJ. 2021. COVID-19 in the International Year of Plant Health. *Mexican Journal of Phytopathology* 39(4): 1-4. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-2>.
- Hernández NL. 2022. Café amargo. *La Jornada* (4 enero, 2022) <https://www.jornada.com.mx/2022/01/04/opinion/011a1p01>.
- Hodcroft EB. 2021. “CoVariants: SARS-CoV-2 Mutations and Variants of Interest.” <https://covariants.org/>.

que trabajan en el campo para hacer posible el alimento en el mundo.

Agradecimientos

A todos los autores y coautores que contribuyeron al Número Especial RMF 39(4). Al equipo CP-LANREF por el sostenido trabajo durante la pandemia. A Miranda Mora Gutiérrez por la revisión de la versión en inglés. A la SMF que impulsó el proyecto editorial. Al Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas por apoyar iniciativas de investigación en COVID-19. A todos los afectados directa e indirectamente por la pandemia COVID-19.

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

- Horton R. 2020. Offline: COVID-19 is not a pandemic. *Lancet* 396(10255): 874. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32000-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32000-6).
- Ibarra-Zapata E, Aguirre-Salado C, Escoto-Rodríguez M, Miranda-Aragón L, Loredó-Ostí C, Casiano-Domínguez M, Mora-Aguilera G, Aguirre-Salado A, Ramos-Méndez C, Villegas-Jiménez N, Urías-Morales C y González-Gómez R. 2021. Análisis geoespacial fitosanitario de la Fusariosis de las Musáceas a nivel global, con énfasis en América Pantropical. *Investigaciones Geográficas* 106. <https://doi.org/10.14350/ig.60466>.
- INEGI. 2021. Producto Interno Bruto. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/>.
- Johnson G. 2021. Ómicron podría ser menos peligrosa que delta. *Los Ángeles Times*. (5 diciembre, 2021). <https://www.latimes.com/espanol/eeuu/articulo/2021-12-05/fauci-omicron-podria-ser-menos-peligrosa-que-delta>.
- La Jornada. 2021a. Covid: cuarta ola y descontento social. Disponible en <https://www.jornada.com.mx/2021/11/23/opinion/002a1edi>.
- La Jornada. 2021b. Aplica desde hoy nueva norma sobre teletrabajo. Disponible en <https://www.jornada.com.mx/notas/2021/01/12/politica/aplica-desde-hoy-nueva-norma-sobre-teletrabajo/>.
- Lal R. 2020. Soil science beyond COVID-19. *Journal of Soil and Water Conservation* 75(4): 79A-81A. <https://doi.org/10.2489/jswc.2020.0408A>.
- Lednický JA, Tagliamonte MS, White SK, Elbadry MA, Alam MdM, Stephenson CJ, Bonny TS, Loeb JC, Telisma T, Chavannes S, Ostrov DA, Mavian C, De Rochars VMB, Salemi M and Morris JG. 2021. Independent infections of



- porcine deltacoronavirus among Haitian children. *Nature* <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04111-z>.
- Manoj-Kumar A. 2021. Research challenges during the COVID-19 pandemic: The experience of a functional genomics laboratory. *Mexican Journal of Phytopathology* 39(4): 1-2. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-14>.
- Martín-Moreno JM, Arenas A, Bengoa R, Borrell C, Franco M, García-Basteiro A, y Vives-Cases C. 2021. Reflexiones sobre cómo evaluar y mejorar la respuesta a la pandemia de COVID-19. *Gaceta Sanitaria*. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.11.008>.
- Mendenhall E, Kohrt BA, Norris SA, Ndeti D and Prabhakaran D. 2017. Non-communicable disease syndemics: poverty, depression, and diabetes among low-income populations. *The Lancet*, 389: 951-963. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30402-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30402-6).
- Mendoza EC, González RC, Martínez SMC, Avelar GFJ, Valdivia FAG, Aldana MML, Rodríguez OG y Jaramillo JF. 2015. Estudio de exposición a Malatía y Cipermetrina y su relación con el riesgo de daño renal en habitantes del municipio de Calvillo, Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas* 46(3): 62-72. <https://www.Redalyc.org/articulo.oa?id=57945705007>.
- Mora-Aguilera G and Acevedo-Sánchez G. 2021. A retrospective analysis of plant and human epidemics for COVID-19 comprehension. *Mexican Journal of Phytopathology* 39(4): 1-93. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-27>.
- Mora-Aguilera G, Acevedo-Sánchez G, Guzmán-Hernández E, Flores-Colorado OE, Coria-Contreras JJ, Mendoza-Ramos C, Martínez-Bustamante VI, López-Buenfil A, González-Gómez R and Javier-López MA. 2021. Web-based epidemiological surveillance systems and applications to coffee rust disease. *Mexican Journal of Phytopathology* 39(3): 452-492. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2104-6>.
- Mora-Aguilera G, Martínez-Bustamante V, Acevedo-Sánchez G, Coria-Contreras JJ, Guzmán-Hernández E, Flores-Colorado OE, Mendoza-Ramos C, Hernández-Nava G, Álvarez-Maya I, Gutiérrez-Espinosa MA, Gómez-Linton R, Robles-Bustamante AC and Gallardo-Hernández A. 2022. Surveillance web system and mouthwash-saliva qPCR for labor ambulatory SARS-CoV-2 detection and prevention. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19(3): 1271. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031271>.
- Muñoz-Castellanos LN, Borrego-Loya A, Villalba-Bejarano CV, González-Escobedo R, Orduño-Cruz N, Villezcas-Villegas GP, Rodríguez-Roque MJ, Avila-Quezada GD and Vargas-Arispuro I. 2021. Chlorine and its importance in the inactivation of bacteria, can it inactivate viruses? *Mexican Journal of Phytopathology* 39(4): 1-9. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-4>.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). 2008. La Formación en Medicina Orientada hacia la Atención Primaria de Salud. Washington D.C: OPS. 71p. [https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/APS-Formacion\\_Medicina\\_Orientada\\_APS.pdf](https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/APS-Formacion_Medicina_Orientada_APS.pdf).
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2015. La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>
- es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/.
- Paton J. 2021. Vacunas COVID: Farmacéuticas disfrutarán multimillonarias ganancias de hasta 190,000 mdd. *El Financiero Bloomberg*. (26 mayo, 2021). <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/2021/05/26/vacunas-covid-farmaceticas-disfrutaran-multimillonarias-ganancias-de-hasta-190000-mdd/>.
- Pérez-Hernández O, Sautua F, Domínguez-Monge S, Góngora-Canul CC and Carmona M. 2021. The serial and generation intervals from SARS-CoV-2 transmission dynamics and their potential application in the epidemiology of two citrus diseases. *Mexican Journal of Phytopathology* 39(4): 1-21. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-23>.
- Reuters, Afp, Sputnik y Prensa Latina. 2021. Sin acuerdo, reunión entre Duque y el comité del paro en Colombia. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2021/05/11/mundo/019n1mun>.
- Reuters. 2021. NASDAQ y S&P500 se benefician por tecnológicas. (18 octubre, 2021). <https://www.economista.com.mx/mercados/NASDAQ-y-SP500-se-benefician-por-tecnologicas-20211018-0114.html>.
- Reyes JP. 2019. Corte rechaza modificar etiquetado en alimentos y bebidas. *Excelsior*. (08 de mayo, 2019). <https://www.excelsior.com.mx/nacional/corte-rechaza-modificar-etiquetado-en-alimentos-y-bebidas/1311883>.
- Reyes-Tena A, Fernández-Pavía SP and Hernández-Macias B. 2021. Tomate (*Solanum lycopersicum*) production and bacterial canker management during COVID-19. *Mexican Journal of Phytopathology* 39(4): 1-11. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-8>.
- Riquelme R. 2021. Tecnología en 2021: aceleración y pandemia. *El Economista*. (25 diciembre, 2021). <https://www.economista.com.mx/tecnologia/Tecnologia-en-2021-aceleracion-y-pandemia-20201225-0001.html>.
- Ritchie H, Mathieu E, Rodés-Guirao L, Appel C, Giattino C, Ortiz-Ospina E, Hasell J, Macdonald B, Beltekian D and Roser M. 2021. SARS-CoV-2 sequences by variant. Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: <https://ourworldindata.org/grapher/covid-variants-bar?time=2021-12-05&country=AUS~GBR~USA~BEL~ITA~FRA~ESP~DEU~BWA~ZAF~CAN~MEX>.
- Rivas-Valencia P, Rosales-Rivas LA, Ávila-Quezada GD and Martínez-Martínez TO. 2021. Economy of the Mexican agriculture sector in times of COVID-19. *Mexican Journal of Phytopathology* 39(4): 1-15. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-21>.
- Rivera Dommarco JA, Colchero MA, Fuentes ML, González de Cosío Martínez T, Aguilar Salinas CA, Hernández Licóna G, Barquera S (eds.). 2018. La obesidad en México. Estado de la política pública y recomendaciones para su prevención y control. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública.
- Rodríguez P. 2021. Letalidad por covid-19 es mayor en zonas rurales: Secretaría de Salud. *El Excelsior*. (15 de febrero 2021). <https://www.excelsior.com.mx/nacional/letalidad-por-covid-19-es-mayor-en-zonas-rurales-secretaria-de-salud/1432916>.
- Rubio-Tinajero S and Zapata-Contreras J. 2021. COVID-19 impact on UAT postgraduate students. *Mexican Journal*

- of Phytopathology 39(4): 1-6. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-24>.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). 2016. Centro Nacional de Recursos Genéticos, resguardo de la riqueza de México. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (19 de octubre 2021). <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/centro-nacional-de-recursos-geneticos-resguardo-de-la-riqueza-de-mexico>.
- Samaniego-Gaxiola JA. Benefic organisms in agricultural crops: Towards a safety and healthy food in response to COVID-19 and future syndemics. Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 1-21. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-13>.
- Sánchez JA. 2022. Retirarán de hospitales a estudiantes de Medicina. La Jornada. <https://www.jornada.com.mx/ultimas/sociedad/2020/04/07/retiraran-de-hospitales-a-estudiantes-de-medicina-4868.html>.
- Sánchez S. 2021. El confinamiento ya es un factor que impulsa la venta de cómputo y electrodomésticos. Forbes. (17 septiembre, 2021). <https://www.forbes.com.mx/el-confinamiento-ya-es-un-factor-que-impulsa-la-venta-de-computo-y-electrodomesticos/>.
- Santivañez CT, Vernal HP, Mora-Aguilera G, Diaz PG and López-Arroyo JL. 2014. Marco Estratégico para la Gestión Regional del Huanglongbing en América Latina y el Caribe. FAO, Rome, Italy. Online publication: <http://www.fao.org/3/a-i3319s.pdf>.
- Santoyo G. 2021. Reflections on the scientific research carried out in Mexico during the COVID-19 pandemic. Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 1-8. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-15>.
- Schneegans-Vallejo N, López-Guerrero V, Martínez-Ramírez OC, Ramos-García ML, Guillén-Sánchez D and Rivas-Valencia P. 2021. Potential of citrus extract as disinfectant in SARS-CoV-2 prevention. Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 1-11. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-10>.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2021. Operan México y Estados Unidos programa piloto de Certificación Electrónica Fitosanitaria. <https://www.gob.mx/senasica/prensa/operan-mexico-y-estados-unidos-programa-piloto-de-certificacion-electronica-fitosanitaria-265245>.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2020. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico. <https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/centro-nacional-de-referencia-de-control-biologico-103097>.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pecuaría (SIAP). 2021. Expectativas agroalimentarias Enero 2021. (febrero, 2021). <https://www.gob.mx/siap/documentos/expectativas-deproduccion-agropecuaria-pesquera>.
- Sistema de Información y Seguimiento de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SISSAO). 2014. Plan Nacional de la Eliminación del Consumo de Bromuro de Metilo en México. <http://apps2.semarnat.gob.mx:8080/sissao/index.html>.
- Sistema Integral de Referencia para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SIRVEF). 2021. (26 noviembre, 2021). <https://prod.senasica.gob.mx/>.
- Solano-Báez AR, Lara-Rojas F and Márquez-Licona G. 2021. Teaching and research in plant health in times of COVID-19. Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 1-11. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-16>.
- Sui J and Wenquiang LV. 2021. Crop Production and Agricultural Carbon Emissions: Relationship Diagnosis and Decomposition Analysis. International Journal of Environmental Research and Public Health 18(15): 8219. <https://doi.org/10.3390/ijerph18158219>.
- UK Health Security Agency (UKHSA) and Department of Health and Social Care (DHSC). 2021. <https://www.gov.uk/government/news/uk-completes-over-one-million-sars-cov-2-whole-genome-sequences>.
- Vargas-Arispuro I, Martínez-Téllez MA, Sáenz-Hidalgo HK, Mora-Aguilera G, Orduño-Cruz N and Avila-Quezada GD. 2021 Can food be a risk factor in the transmission of SARS-CoV-2? Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 1-5. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-3>.
- Vidal LMJ, Longoria GMB and Vera AI 2021. The impact of COVID-19 on higher education. Educación Médica Superior 35(1):e2851. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412021000100023&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412021000100023&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Villalobos-Arámbula V. [@vmva1950]. 2021. El comercio total agroalimentario con nuestros socios comerciales fue de 66 mil 703 mdd, de los que el 59.2% correspondió a las ventas realizadas por México. Twitter. (22 de Febrero, 2021) <https://twitter.com/vmva1950/status/1361100493758599174>.
- Villalobos-Camacho JR. 2021. The pandemic and the lost dreams of a junior engineer. Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 1-4. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-22>.
- Villanueva D. 2021. Economía en México tendrá transformación digital: IFT. La Jornada. Disponible en: <https://www.jornada.com.mx/notas/2021/05/25/economia/economia-en-mexico-tendra-transformacion-digital-ift/>
- Weisenburger DD. 2021. A review and update with perspective of evidence that the herbicide glyphosate (roundup) is a cause of non-Hodgkin lymphoma. ScienceDirect 21: 621-630. <https://doi.org/10.1016/j.cml.2021.04.009>.
- World Health Organization (WHO). 2021. Seguimiento de las variantes del SARS-CoV-2. <https://www.who.int/es/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants>.
- Zamora-Macorra EJ. 2021. Brief teaching experience facing COVID-19. Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 1-3. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-11>.
- Zelaya-Molina LX, de los Santos-Villalobos S, Chávez-Díaz IF and Córdova-Albores LC. 2021. Microbial genetic resources in food security to face COVID 19 pandemic. Mexican Journal of Phytopathology 39(4): 1-28. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-7>.