

Covid-19 bajo el enfoque de Sistemas Socio-ecológicos: manejo forestal comunitario, sistemas agropecuarios y gestión del agua en México

Por: el grupo de investigación Collaborative and Applied Research for Socio-ecological Systems (CARSE), Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM)

25/03/2021

La pandemia por COVID-19 ha causado una irrupción social y económica sin precedentes en el mundo cuyas consecuencias sociales, ecológicas y económicas no están contabilizadas (Engler *et al.*, 2020). Desde este grupo de investigación, se reitera el uso del enfoque de sistemas socioecológicos como un marco de análisis para comprender el origen y los impactos sociales de este disturbio y con ello generar estrategias de adaptación a éste y a los múltiples cambios globales que suceden en el planeta. Se usarán los casos del manejo forestal comunitario, los sistemas agroalimentarios y la gestión del agua en México como ejemplos de sistemas socioecológicos que han sido afectados por la pandemia de COVID-19.

Las explicaciones ambientales y ecológicas tradicionales en el esquema de patrones y procesos no toman en cuenta la relación entre los sistemas ecológicos y los sociales; pero estos no están separados. De hecho, nuestras actividades productivas para alimentación y generación de insumos dependen completamente de los sistemas ecológicos. Así mismo estas actividades afectan los ambientes de manera local y global. El concepto de sistemas socioecológicos (SSE) ha surgido como un marco conceptual y analítico clave para investigar la sostenibilidad de los sistemas bajo manejo, comprendiendo las relaciones entre los componentes socioeconómicos y ecológicos de un socio-ecosistema (Fischer *et al.* 2015; Vos *et al.*, 2019). La sostenibilidad por su parte ha surgido para asegurar un desarrollo en el que se tomen en cuenta los sistemas ecológicos sociales y económicos. Bajo este enfoque se pueden estudiar procesos ecológicos como la producción primaria, la distribución de poblaciones de los seres vivos, regulación, entradas y salidas de nutrientes; y los procesos sociales como cambios en la demografía humana, cambio tecnológico, crecimiento económico, la acción de los actores políticos y sociales, cambios en actitudes culturales, entre otros (Redman *et al.* 2004). La relación de los sistemas sociales y ecológicos también se puede ver en los recursos o procesos de los cuales los humanos tienen un beneficio, a lo que se ha nombrado servicios ecosistémicos (*Millennium Ecosystem Assessment* MEA), gracias a dichos servicios, tenemos alimentación, agua, vestimenta y podemos cubrir diferentes necesidades para la vida humana en el planeta.

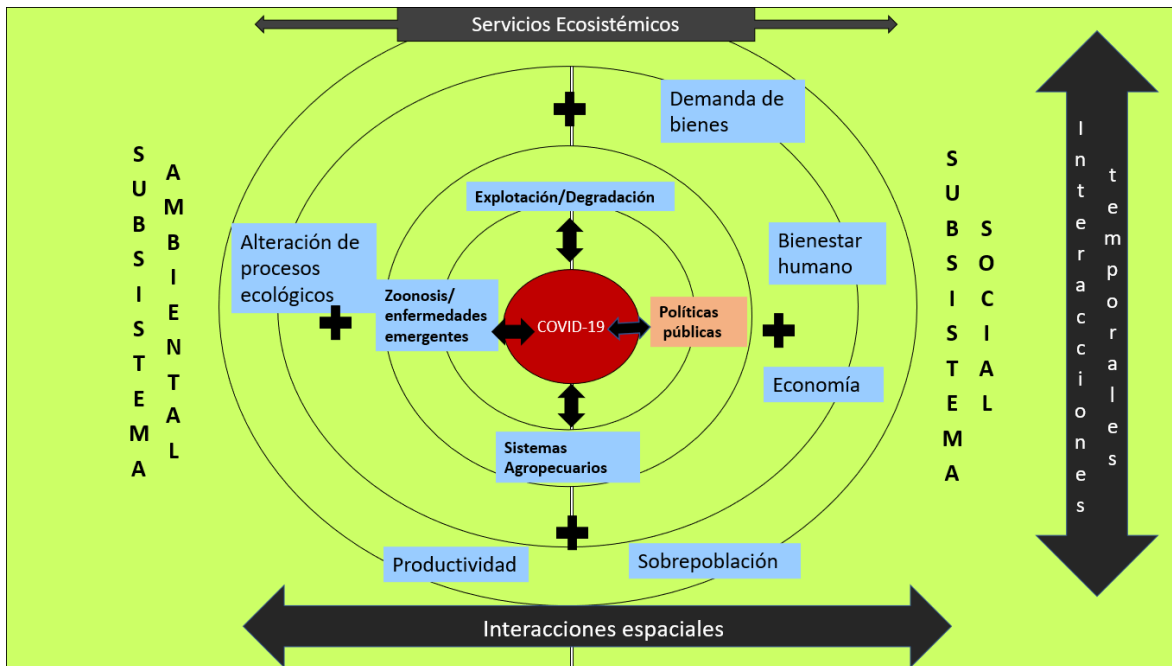


Figura 1. Como resultado del aprovechamiento insostenible de los ecosistemas para satisfacer la demanda de bienes y servicios (Servicios Ecosistémicos) proporcionados por el subsistema ambiental, se genera una sobreexplotación y la consecuente degradación de los ecosistemas. Ello genera alteraciones a dinámicas y procesos clave, que pueden llegar a ser exacerbados por el cambio climático propiciando una mayor exposición a procesos de zoonosis y sus correspondientes enfermedades emergentes.

Como se mencionó, las actividades humanas han tenido impactos locales y globales en el planeta como el cambio climático y la contaminación marina. Incluso la pandemia de COVID-19 ha sido impulsada enteramente por actividades humanas, según lo señala el reciente estudio de la IPBES (2020). Además, se alerta que otros 1,7 millones de virus actualmente “no descubiertos” existen en mamíferos y aves, de los cuales hasta 850.000 podrían tener la capacidad de infectar a las personas. Desde la perspectiva de los SSE, el origen de la pandemia por COVID-19 se puede entender como resultado del aprovechamiento insostenible de los ecosistemas. El cambio de uso del suelo, el tráfico ilegal y consumo de animales silvestres son actividades humanas que propician la zoonosis. Una zoonosis es cualquier enfermedad o infección que es naturalmente transmisible de animales hacia humanos, y este fue el caso del virus *SARS-CoV-2* que se transmitió de un animal silvestre a los humanos (World Health Organization WHO 2021). Por ello, se sugiere una transformación de los sistemas productivos para mitigar los efectos de la presente pandemia en el manejo forestal comunitario, los sistemas agropecuarios y la gestión del agua, así como prevenir futuras pandemias.



Figura 2. Restos de pangolines congelados confiscados debido a que fueron importados ilegalmente a Indonesia en el 2015. Los pangolines están en peligro de extinción debido al tráfico ilegal. Y recientemente se han reconocido como hospedadores de un virus relacionado al SARS-CoV-2. Tomada de IPBES (2020).

Posibles efectos de la epidemia COVID-19

Manejo forestal comunitario

En México, los bosques templados tienen una elevada importancia económica y ambiental. La mayor parte de la producción de madera nacional proviene de los bosques templados y representa 1% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional. El manejo forestal comunitario ha sido una herramienta con la cual, gobiernos tanto nacionales como locales, en el marco de una estrategia global, han incentivado que sean los mismos usuarios que utilicen sus prácticas para un adecuado aprovechamiento para mejorar los sistemas ecológicos y el bienestar de las comunidades (Bowler *et al.*, 2012; Ellis *et al.*, 2015).

Los bosques proveen servicios ecosistémicos esenciales para el mantenimiento del capital natural y bienestar social en todas las regiones forestales del país. Se reconocen cuatro categorías básicas de servicios ecosistémicos de los bosques: a) servicios de soporte considerados necesarios para que existan los otros servicios ecosistémicos (formación de suelo, producción primaria, biodiversidad); b) servicios de provisión que son productos tangibles con utilidad económica como alimentos, combustibles, fibras, etc.; c) servicios de regulación como la regulación de los servicios hídricos, ciclo del nitrógeno o fósforo; d) servicios culturales como los servicios recreativos o benéficos como la educación ambiental (Thoresen *et al.* 2014).



Figura 3. Aprovechamiento de madera. Tomada de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/>

En el contexto de la pandemia por COVID-19, algunas de las problemáticas en ejidos forestales marginados se agudizaron y otras nuevas pueden emerger. Las comunidades ubicadas en los territorios forestales cuentan con altos niveles de marginación (CONAPO, 2015) especialmente por la carencia de infraestructura, información, sistemas de salud, educación; así como una limitada accesibilidad a mercados regionales, problemas para la comercialización, y fragmentación comercial. Todo esto dificulta lograr economías de escala regional y acceder a capacitación técnica y financiera; limitaciones que agudizan las consecuencias socioeconómicas de la pandemia COVID-19. Aun cuando se requieren más estudios acerca de los posibles efectos en el manejo forestal comunitario en México, se pueden prever algunas consecuencias en los procesos más susceptibles y que ya son afectados previamente, por ejemplo, consideramos que la contingencia sanitaria puede impactar en el sector secundario de la madera, afectando los procesos industriales como la producción de papel o de insumos para la construcción y puede generar problemas en cadena de extracción y degradación ambiental como consecuencia de solventar necesidades básicas por las comunidades, al diferir las fechas de corte, o venta no planificada de árboles de pie. Además, dado que la demanda de madera pudo haber disminuido, algunos aserraderos debieron tener pérdidas al no poder comercializar sus productos y también la sobreoferta de madera, al reducirse su transformación y venta, probablemente abarató los precios. Asimismo, las restricciones a la movilidad y de personal ocasiona un descuido en las acciones de vigilancia contra la tala ilegal lo que tiene un efecto de degradación ambiental (FAO, 2021). Es fundamental investigaciones para obtener los datos precisos para el sector forestal en México y se deben apoyar investigaciones sobre este tema para reducir estas vulnerabilidades en ejidos forestales marginados.

Sistemas agropecuarios

Los sistemas agropecuarios son la base de los sistemas alimentarios a nivel global, por lo tanto, son el inicio de la cadena de provisión de servicios ecosistémicos relacionados con beneficios sociales y salud (Hurni *et al*, 2015). El servicio ecosistémico más importante en un sistema agropecuario es el alimento. Sin embargo, la producción del alimento depende de una base ecológica que incluye clima favorable, suelos fértiles, circulación de agua y soporte de plantas y animales. La principal diferencia entre la provisión de servicios ecosistémicos en sistemas manejados radica en que la base ecológica depende del tipo, frecuencia e intensidad de las prácticas de manejo de los seres humanos, es decir, del tipo de fertilizantes, tipo de labranza, uso de herbicidas, mano de obra y preferencias culturales. En conjunto, la base ecológica y las decisiones de los campesinos determinan el éxito de la producción agropecuaria y su posible provisión (MEA 2003; TEEB, 2016).



Figura 4. El maíz es uno de los cultivos más aprovechados en los sistemas agropecuarios en México. Tomada de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/>

Previo a la pandemia, ya se reconocían retos del sistema alimentario como garantizar la seguridad alimentaria de una población creciente, que consume más productos cárnicos y procesados, y al mismo tiempo conservar el ambiente para disminuir la presión sobre el uso de la tierra, el agua y la energía (Godfray *et al.*, 2010). Darnhofer (2020) señala que la capacidad de los sistemas agropecuarios para resistir y adaptarse a los disturbios depende de las condiciones operativas dentro y fuera del sistema de producción; y de la disponibilidad de recursos naturales para mantener la producción, conocimiento de las prácticas de manejo, estructuras sociales consolidadas y fuerza de trabajo. Esto nos lleva a reflexionar que no existe un sistema de manejo único, ni un conjunto particular de prácticas exitosas (Darnhofer, 2020). Sin embargo, reconocemos que el modelo de producción y

consumo tecnificado contribuye a la degradación de los ecosistemas y ha generado problemáticas relacionadas con el cambio de dieta y alta variabilidad en el contenido nutricional de los alimentos. Aunado a esto, la desigualdad a lo largo de la cadena de valor dificulta la participación de pequeños productores, que al igual que los consumidores, están sujetos a fluctuaciones del mercado (Conrad, 2014).

La pandemia por COVID-19 no sólo reveló los límites de los sistemas de salud en todo el mundo; sino también la fragilidad de los sistemas alimentarios y la facilidad con que pueden ser alterados (Béné, 2020). La evidencia sugiere que es preciso pasar de sistemas altamente tecnificados a sistemas basados en la diversificación. Esto incluye prácticas, cultivos y canales de comercialización. La interrupción de la cadena de suministro eliminó las características deseables en los sistemas agropecuarios, el precio de los insumos aumentó, la disminución de la demanda ocasionó la caída de los precios de productos pecuarios y redujo la oferta laboral (Béné, 2020). La demanda urgente es transformar las cadenas agroalimentarias para que sean más cortas, locales, autónomas, como una forma de confrontar la dependencia al uso de pesticidas, fertilizantes, semillas mejoradas y transgénicas (Altieri y Nicholls, 2020). El COVID-19 debe verse como un punto de inflexión para mejorar el sistema alimentario. Es tiempo de replantear los sistemas productivos y el camino que debemos transitar para alcanzarlos.

Gestión del agua

La provisión de agua potable no es el único servicio ecosistémico relacionado al agua, sin embargo, es el más perceptible ya que, está relacionado de manera directa con el desarrollo de actividades económicas como la agricultura, ganadería, así como la garantía de derechos fundamentales para las poblaciones humanas. Dentro del contexto de la propagación del SARS-CoV-2, la provisión de agua es fundamental, ya que una de las principales medidas de prevención es el lavado constante de manos y limpieza de espacios, donde el virus puede sobrevivir. Algunos estudios (Larrain *et al.*, 2020; Crespí-Rotger & Ordóñez-Iriarte, 2020) afirman que los casos confirmados por COVID-19 han crecido más rápido en los estados con infraestructura de agua residencial de menor calidad.

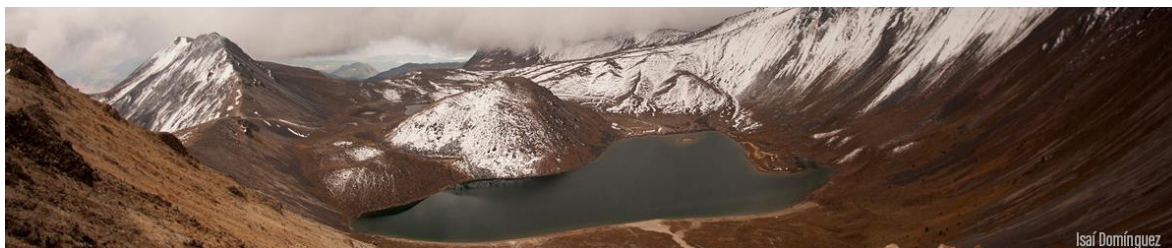


Figura 5. El ciclo hidrológico es el paso del agua por diferentes almacenes del planeta como la atmósfera, hielo marino, ríos, lagos, aguas subterráneas y el mar. También, es absorbida por plantas y bebida por animales

incluidos los humanos quienes la obtenemos a través de los sistemas de agua potable en ciudades y pueblos.
Tomada de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/>

En México, existe inequidad socioecológica que limita el acceso al agua lo que aumenta la vulnerabilidad sanitaria entre diferentes poblaciones ante una crisis epidemiológica; por ejemplo, en la región Centro-Norte, donde se concentra gran parte de los asentamientos humanos y productivos del país, se utiliza la tercera parte del agua potable disponible. En cambio, en la región Suroeste la cual es la región de mayor aporte hidrológico del país, por su alta precipitación anual y sus relictos de ecosistemas boscosos, y donde se concentra solo el 15% de la población nacional, existe un desabasto constante de agua potable. El abastecimiento de agua en estos dos contextos también está limitado por factores político-económicos, ya que en el Suroeste aún existen muchas zonas sin acceso a agua potable, mientras que la región Centro Norte se requiere del bombeo para distribuir el líquido, lo que implica gastos monetarios (Challenger *et al.*, 1998). Estos hallazgos sugieren que, a corto plazo, la distribución de agua potable a hogares con escasez de agua puede ayudar a frenar la propagación de COVID-19, y a largo plazo la inversión en la infraestructura para agua residencial puede aumentar la resistencia a futuras pandemias.

Es necesario también, revisar las medidas de tratamiento de aguas residuales en México, ya que no existe un control de fuentes de descarga para hospitales, viviendas o laboratorios, lo que aumenta el riesgo de contaminación por patógenos (Abelodun *et al.*, 2020; Farkas *et al.*, 2020). Investigaciones recientes encontraron fragmentos de ARN de SARS-CoV-2 en aguas residuales (WHO, 2020), lo cual hace un llamado a revisar la actual gestión de las aguas residuales, para impedir que este sea un medio de contagio latente.

Las desigualdades en el abastecimiento del agua, el saneamiento y la higiene son reconocidas desde hace mucho tiempo como importantes contribuyentes a la carga mundial de enfermedades que inhiben el desarrollo sostenible. En consecuencia, es necesario vigilar cómo se desarrolla la pandemia y asimilar las lecciones aprendidas. Las intervenciones deben buscar la seguridad hídrica, es decir, asegurar la disponibilidad adecuada para las poblaciones humanas como los demás seres vivos, calidad aceptable, gestión igualitaria y acceso asequible de los recursos hídricos, Por lo tanto, cubrir estas problemáticas, minimizaría la vulnerabilidad hídrica de las poblaciones (Urquiza-Gómez y Cárdenas, 2015).

Propuestas para mitigar los efectos de la presente pandemia y prevenir futuras pandemias

Manejo forestal comunitario

- Consolidar una red horizontal de saberes que identifique las vulnerabilidades ante el Covid-19 y que permita diseñar acciones a nivel local desde el trabajo multi-sectorial y horizontal para reducir estas vulnerabilidades en ejidos forestales marginados.
- Desarrollar capacidades de aprendizaje, adaptación y transformación. Por ejemplo, orientar a las comunidades, mediante talleres y capacitación, hacia estrategias de diversificación económica, aumento de la cadena de valor y fortalecer los procesos de organización social y gobernanza.
- Diseñar una estrategia de comunicación eficiente y directa con los tomadores de decisiones para transmitir el conocimiento que las comunidades locales y los científicos poseen del entorno natural, social y económico. Por ejemplo, identificar cómo los vacíos en la organización social y la gobernanza impiden la resiliencia de las comunidades frente a cambios disruptivos como la epidemia COVID-19.
- Construir escenarios de los impactos post pandemia en torno al bienestar de las poblaciones locales en el corto, mediano y largo plazo. Por ejemplo, visualizar los impactos con y sin la aplicación de estrategias técnicas, productivas, económicas y sociales.

Sistemas agropecuarios

- Disminuir la tecnificación (herbicidas y fertilizantes químicos) para conservar funciones del suelo y promover sistemas de producción sostenibles. Esto garantizará la provisión de servicios ecosistémicos, entre los que destacan alimentos saludables con contenidos nutricionales balanceados.
- Los sistemas agropecuarios deben transitar a nuevas prácticas con cadenas cortas de distribución, consumo de productos locales y redes comerciales consolidadas. La diversidad a nivel de parcela es tan importante como la diversidad de estrategias necesarias para cada realidad. Por tanto, es necesario crear estrategias de adaptación específicas a los escenarios de manejo de los sistemas agropecuarios en México.
- Promover sistemas silvopastoriles, especialmente en zonas tropicales, basados en la interacción de árboles maderables, frutales y leguminosas, arbustos y pastos que mejoren el bienestar animal, contengan la deforestación y contribuyan a la conservación de los ecosistemas.
- Fortalecer los circuitos de comercialización, hacerlos competitivos, justos y accesibles para los pequeños productores agropecuarios. Esto, para mejorar las

condiciones socioeconómicas y garantizar la rentabilidad económica para los productores.

- Focalizar la inversión pública y privada para impulsar la educación certificada del manejo productivo por los productores. Además de mejorar las condiciones salariales para que represente una alternativa atractiva para los jóvenes y así evitar el envejecimiento del campo.

Gestión del agua

- Impulsar y desarrollar un sistema de monitoreo de agua y de ecosistemas acuáticos a nivel nacional que permita la colección, el almacenamiento, análisis y distribución de datos relevantes a largo plazo.
- Garantizar el acceso de agua potable suficiente y de buena calidad para toda la población mexicana, a través de políticas y prácticas que integren la protección de los recursos hídricos y los ecosistemas terrestres y acuáticos.
- Aprovechar las nuevas tecnologías, marcos metodológicos y conceptuales que permitan estudiar, monitorear y caracterizar los diversos sistemas acuáticos de forma eficiente, confiable, rápida y que optimice los aspectos costo-beneficio. Un ejemplo de ello, es el uso de las tecnologías de Secuenciación de Nueva Generación que permite abordar los sistemas con una mayor cobertura espacial, temporal y taxonómica.
- Revisar las normas de calidad de agua y mecanismos para el cumplimiento de éstas, los cuales den prioridad a proyectos con uso racional y sostenible del agua.
- Fortalecer los planes y normas referentes al tratamiento de aguas residuales con infraestructura propia, en el que se garantice la capacidad adecuada de éstos y el mínimo o nulo desecho de estas aguas a cuerpos naturales. Asimismo, que se lleve a cabo un análisis de esta para determinar su calidad y su uso potencial.
- Consideramos necesario una discusión profunda de las propuestas para renovar la ley de Aguas Nacionales que regula y legisla la distribución del recurso hídrico. Esto debería incluir la reestructuración de los presupuestos en diferentes instituciones gubernamentales y no gubernamentales, incluyendo la CONAGUA, para que la gestión sostenible de los recursos hídricos sea incluida como un eje central en el desarrollo del país.

Referencias

Adelodun, B., Ajibade, F.O., Ibrahim, R.G., Bakare, H.O., y Choi, K.S. (2020). Snowballing transmission of COVID-19 (SARS-CoV-2) through wastewater: Any sustainable

preventive measures to curtail the scourge in low-income countries? *Science of the Total Environment*, 742, 140680.

Altieri, M. y Nicholls, C. (2020). Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *The Journal of Peasant Studies*, 47:5, 881-898. DOI: 10.1080/03066150.2020.1782891.

Béné, C. (2020). Resilience of local food systems and links to food security—A review of some important concepts in the context of COVID-19 and other shocks. *Food Security*, 12, 805-822. DOI:10.1007/s12571-020-01076-1

Biodiversidad Mexicana. Recuperado de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/>

Bowler, D.E., Buyung-Ali, L.M., Healey, J.R., Jones, J.P.G., Knight, T.M., y Pullin, A.S. (2012). Does community forest management provide global environmental benefits and improve local welfare? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(2), 29-31. DOI:10.1890/110040

Brauman, K. A., Daily, G. C., Duarte, T. K. E., & Mooney, H. A. (2007). The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 32, 67-98.

Challenger, A. (1998). Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pp.847.

Conrad, C. (2014). Commodity and food speculation, is there a need for regulation? A discussion of international research. *Applied Economics and Finance*, 1(2), 58-64.

Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2015). Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2015. Recuperado de <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-por-entidad-federativa-y-municipio-2015>

Crespí-Rotger, S., y Ordóñez-Iriarte, J. M. (2020). COVID-19. Higiene del agua, climatización y saneamiento en tiempos del COVID-19: problemas sobre problemas. *Revista de Salud Ambiental*, 20(1), 21-29.

Darnhofer, I. (2020). Farm resilience in the face of the unexpected: lessons from the COVID-19 pandemic. *Agriculture and Human Values*, 37, 605-606. DOI: 10.1007/s10460-020-10053-5

de Vos, A., Biggs, R., y Preiser, R. (2019). Methods for understanding social-ecological systems: a review of place-based studies. *Ecology and Society*, 24(4). DOI: 10.5751/ES-11236-240416

Devereux, S., Béné, C., y Hoddinott, J. (2020). Conceptualising COVID- 19's impacts on household food security. *Food Security*, 12, 769-772. DOI:10.1007/s12571-020-01085-0

Ellis, E.A., Kainer, K.A., Sierra-Huelsz, J.A., Negreros-Castillo, P., Rodriguez-Ward, D., y DiGiano, M. (2015). Endurance and adaptation of community forest management in Quintana Roo, Mexico. *Forests*, 6, 4295–4327. DOI: 10.3390/f6114295.

Engler, J.O., Abson, D.J., y von Wehrden, H. (2020). The coronavirus pandemic as an analogy for future sustainability challenges. *Sustainability Science*, 1-3. DOI: 10.1007/s11625-020-00852-4

FAO: Food and Agriculture Organization. (2021). P&R: Los impactos del Covid-19 en el sector forestal: ¿Cómo responder?. Obtenido de: <http://www.fao.org/2019-ncov/q-and-a/impacts-on-the-forest-sector/es/>. Último acceso: 23 marzo 2021

Farkas, K., Hillary, L.S., Malham, S.K., McDonald, J.E., y Jones, D.L. (2020). Wastewater and public health: the potential of wastewater surveillance for monitoring COVID-19. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 17, 14-20. DOI: 10.1016/j.coesh.2020.06.001

Fischer, J., Gardner, T.A., Bennett, E.M., Balvanera, P., Biggs, R., Carpenter, S., Daw, T., Folke, C., Hill, R., Hughes, T.P., Luthé, T., Maass, M., Meacham, M., Norström, A.V., Peterson, G., Queiroz, C., Seppelt, R., Spierenburg, M., y Tenhunen, J. (2015). Advancing sustainability through mainstreaming a social-ecological systems perspective. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 144-149. DOI:10.1016/j.cosust.2015.06.002

Godfray, H.C., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M., y Toulmin, C. (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*, 327, 812. DOI: 10.1126/science.1185383 .

Hong, C., Zhang, Q., Zhang, Y., Davis, S.J., Tong, D., Zheng, Y., Liu, Z., Guan, D., He, K., y Schellnhuber, H.J. (2019). Impacts of climate change on future air quality and human health in China. *PNAS*, 116(35), 17193-17200.

Hurni, H., Giger, M., Liniger, H., Mekdaschi, R., Messerli, P., Portner, B., Schwilch, B., Wolfgramm, G., Breu, T. 2015. Soils, agriculture and food security: the interplay between ecosystem functioning and human well-being. *Environmental Sustainability*, 15, 25-34.

Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). (2020). Diabetes en México. Recuperado de <https://www.insp.mx/avisos/3652-diabetes-en-mexico.html>

IPBES (2020) Workshop Report on Biodiversity and Pandemics of the Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Daszak, P., das Neves, C., Amuasi, J.,

Hayman, D., Kuiken, T., Roche, B., Zambrana-Torrel, C., Buss, P., Dundarova, H., Feferholtz, Y., Foldvari, G., Igbinosa, E., Junglen, S., Liu, Q., Suzan, G., Uhart, M., Wannous, C., Woolaston, K., Mosig Reidl, P., O'Brien, K., Pascual, U., Stoett, P., Li, H., Ngo, H. T., IPBES secretariat, Bonn, Germany, DOI:10.5281/zenodo.4147317

Kinney, P.L., (2008). Climate Change, Air Quality, and Human Health. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(5), 459-467.

MEA. 2003. Millenium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment.

Redman, C. L., Grove, J. M., & Kuby, L. H. (2004). Integrating social science into the long-term ecological research (LTER) network: social dimensions of ecological change and ecological dimensions of social change. *Ecosystems*, 7(2), 161-171

TEEB. 2016. Scientific and economic foundations report, available in: http://teebweb.org/agrifood/wp-content/uploads/2018/06/Foundations_vJun8.pdf

Thorsen, B. J., Mavsar, R., Tyrväinen, L., Prokofieva, I., & Stenger, A. (2014). The Provision of Forest Ecosystem Services. Volume 1: Quantifying and valuing non-marketed ecosystem services. What Science Can Tell Us 5. European Forest Institute.

UNEP, 2020. Coronaviruses: are they here to stay? UN Environment Programme (UNEP). 3rd April 2020. [Online] (<https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/coronaviruses-are-they-here-stay>, accessed 8th May 2020).

Urquiza Gómez, A., y Cadenas, H. (2015). Sistemas socio-ecológicos: elementos teóricos y conceptuales para la discusión en torno a vulnerabilidad hídrica. *L'Ordinaire des Amériques* (en línea). DOI:10.4000/orca.1774

WHO: World Health Organization. (2021). Zoonoses. Obtenido de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/zoonoses>. Último acceso: 23 marzo 2021.

World Health Organization (WHO), (2020). Water, sanitation, hygiene and waste management for COVID- 19: Technical brief, 03 March 2020. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331305>.