

La agricultura tropical de América Latina y el Caribe en la cumbre de los sistemas alimentarios de las Naciones Unidas¹

1. Elaborado por el Dr. Nicolás Mateo. Agosto, 2021. Colaboradores: Federico Villarreal (IICA), Eduardo Trigo (IICA), Muhammad Ibrahim (CATIE), Jorge Faustino (CATIE), Reinhold Muschler (CATIE), Eduardo Somarriba (CATIE), Fernando Conde (IICA), Viviana Palmieri (IICA) y Karen Montiel (IICA).

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2021



La Agricultura Tropical de América Latina y el Caribe en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre los Sistemas Alimentarios por IICA se encuentra publicado bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-Compartir igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)
Creado a partir de la obra en www.iica.int

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio web institucional en <http://www.iica.int>.

Coordinación editorial: Federico Villareal, Eduardo Trigo, Muhammad Ibrahim, Jorge Faustino, Reinhold Muschler, Eduardo Somarriba, Fernando Conde, Viviana Palmieri, Karen Montiel.

Corrección de estilo: Máximo Araya

Diagramado: Nadia Cassullo

Diseño de portada: Nadia Cassullo

Impresión: Imprenta del IICA

Mateo, Nicolás

La Agricultura Tropical de América Latina y el Caribe en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre los Sistemas Alimentarios / Nicolás Mateo. – San José, C.R.: IICA, 2021.

18 p.; 21 x 16 cm.

ISBN: 978-92-9248-963-2

Publicado también en inglés.

1. Agricultura tropical 2. Sistemas de producción 3. Cambio tecnológico 4. Agricultura familiar 5. Explotación agrícola intensiva 6. Sostenibilidad 7. Zona tropical 8. América Latina y El Caribe
I. IICA II. Título

AGRIS
E16

DEWEY
338

San José, Costa Rica
2021

■	Resumen Ejecutivo	5
---	--------------------------	----------

1	La agricultura tropical	6
----------	--------------------------------	----------

2	Los sistemas productivos en el trópico americano	9
----------	---	----------

3	Determinantes de la evolución de la agricultura 2030 y 2050	11
----------	--	-----------

3.1	Los límites planetarios	11
3.2	La cuarta revolución industrial	11
3.3	El cambio climático	12
3.4	Nuevos enfoques hacia la sostenibilidad	12
3.5	La salud integral	12
3.6	Los nuevos requisitos del comercio internacional	12

4	La agricultura tropical y sus vínculos con las vías de acción	13
----------	--	-----------

5

El punto de partida deben ser las fortalezas y no las debilidades

15

- 5.1 El mapeo de las fortalezas en el trópico americano 15
- 5.2 Prioridades, metas y métricas para la agricultura tropical al 2030 y 2050 16
- 5.3 Alianzas, consensos y marco estratégico de políticas al más alto nivel 16
- 5.4 El financiamiento de la investigación e innovación debe ser sostenido y multiactores 17

6

Priorización para la transformación de de la agricultura tropical

17

- 6.1 Agricultura familiar 18
- 6.2 Agricultura industrial 19
- 6.3 ¿Pueden la agricultura familiar y la agricultura industrial acercarse y llegar a un compromiso? 21



Bibliografía

22

Resumen Ejecutivo

Desde un punto de vista geográfico, la agricultura tropical (AT) es aquella localizada entre los trópicos de Cáncer y Capricornio, latitudes 23° 26' al norte y al sur de la línea ecuatorial. Esta es, sin embargo, una definición muy restringida, por lo que diferentes profesionales o decisores utilizan variables como la distribución de la población y de los sistemas productivos, la precipitación, la radiación, la longitud del día y la temperatura para acotar o definir acciones específicas en la franja intertropical.

A pesar de su enorme relevancia y potencial, no existe un consenso sobre qué es lo tropical y, por ende, las estadísticas y las tendencias no se agrupan bajo esta categoría, sino que se organizan por países, algunos de los cuales poseen territorios tanto tropicales como no tropicales. Derivado de ello surge la dificultad de cuantificar el volumen y desempeño (producción, productividad) y los impactos (servicios ambientales, externalidades negativas) actuales, con el fin de establecer una línea de base para futuras intervenciones. Dado lo anterior, no se cuenta con una caracterización actualizada de los sistemas productivos y alimentarios tropicales, lo cual constituye un vacío importante.

Un elemento que agrega complejidad al análisis son las modificaciones antropocéntricas que se han realizado en el trópico para producir cultivos y animales que el flujo normal de la naturaleza no hubiera permitido. El riego intensivo, el uso de invernaderos e insumos de última generación, la genética avanzada, la biotecnología y la bioinformática, entre otros factores, permiten producir casi cualquier cosa en la franja intertropical, en algunos casos con un alto costo ambiental. Por ende, la diferencia entre la AT y la agricultura templada tiende a diluirse debido a los avances tecnológicos y a las modificaciones señaladas.

El llamado a la Cumbre sobre los Sistemas Alimentarios es oportuno, porque permite vincular la AT con las cinco vías de acción propuestas como marco estratégico para optimizar y transformar la agricultura. El punto de partida de este proceso deben ser las fortalezas en ciencia y tecnología existentes en el trópico, que son muy significativas, a pesar de que a menudo se encuentran dispersas, no están vinculadas en redes de investigación e innovación o no han sido bien caracterizadas. Además de mapear estas fortalezas, conviene definir prioridades, metas y métricas de largo plazo, así como establecer alianzas, políticas e incentivos al más alto nivel y negociar el financiamiento sostenido de multiactores.

El objetivo principal de este documento, mientras se logra lo anteriormente mencionado, es poner sobre la mesa opciones para lograr la transformación y la optimización de algunos sistemas productivos tropicales a 2030 y 2050,

partiendo no solo de su evolución natural, sino también de las capacidades disponibles en la región, de los avances en ciencia y tecnología y de los nuevos determinantes que enfrenta y enfrentará la franja intertropical.

El documento concluye priorizando la transformación, como ejemplo práctico y académico, de dos sistemas productivos y agroalimentarios de relevancia en la región, pero de importancia particular en la franja intertropical: la agricultura industrial intensiva y la agricultura familiar (AF). Ambos sistemas productivos deben apuntar al logro de un compromiso y un acercamiento de estrategias que respondan tanto a las expectativas de sostenibilidad como de mayor productividad. En el primer caso, la agricultura industrial intensiva debe evolucionar a una producción fundamentada en principios y prácticas agroecológicas basadas en la ciencia y, en el segundo caso, la AF debe apuntar a una intensificación sostenible y a una relación más estrecha con los mercados. Las políticas y los incentivos para lograr las transformaciones en ambos tipos de agricultura deben ser congruentes con estos objetivos.

1

La agricultura tropical

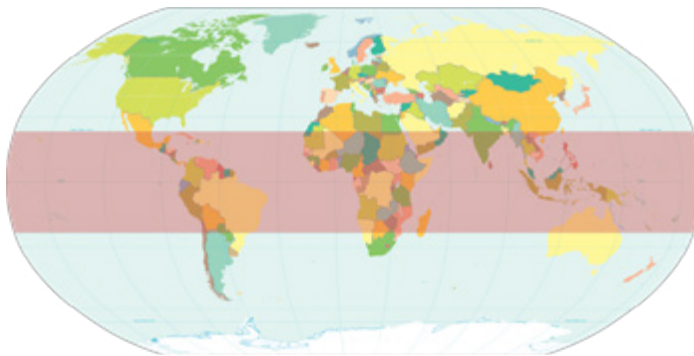
Desde un punto de vista geográfico, la agricultura tropical (AT) es aquella localizada entre los trópicos de Cáncer y Capricornio, latitudes 23° 26' al norte y al sur de la línea ecuatorial (figura 1), territorio normalmente conocido como zona intertropical. Geógrafos, antropólogos, agrónomos y decisores de políticas pueden utilizar elementos de la biogeografía para precisar lo “normalmente” considerado como tropical, en cuyo caso la latitud es solo uno de los factores tomados en cuenta para la definición. Otras variables relevantes que se pueden considerar son la distribución de la población, los sistemas productivos, la precipitación, la radiación, la longitud del día y la temperatura.

En este marco conceptual, el trópico puede extenderse más allá de los paralelos de Cáncer y Capricornio. Por ejemplo, algunos sistemas productivos de la parte sur de la Florida, Estados Unidos, que geográficamente están fuera del trópico, no difieren mucho de lo que conocemos como tropical en el resto del continente; mientras que la agricultura del altiplano andino, localizado en la franja tropical entre los 2000 y 4000 msnm desde Colombia hasta el norte de Argentina, se asemeja muy poco a la visión popular que tenemos de los trópicos.

Los trópicos abarcan el 40 % de la superficie total del globo terráqueo y albergan aproximadamente el 80 % de la diversidad biológica del mundo y gran parte de la diversidad lingüística y cultural. El 95 % de la superficie de manglares del planeta y el 99 % de las especies de manglares se encuentran en las regiones tropicales (National Geographic 2021). En el caso particular de América Latina y el Caribe (ALC), la región (incluida la franja intertropical) posee recursos y capacidades para responder a más allá de sus necesidades propias y, por ende, puede brindar aportes significativos al resto del mundo.

Un informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la iniciativa *Global Harvest Plus* (2014) resalta que ALC cuenta en general con un tercio de los recursos de agua dulce del planeta y con el 28 % de la tierra del mundo señalada con un potencial de expansión mediano o alto. Aunque se han identificado retos asociados a la conservación y fertilidad de los suelos tropicales, Gardi et al. (2014) afirman que los de ALC se encuentran en un mejor estado de conservación que los de otras regiones del mundo. En síntesis, ALC está bien dotada de recursos importantes para la producción agropecuaria: tierra, agua y biodiversidad.

■ FIGURA 1. ZONA INTERTROPICAL, LATITUD 23° 26´ NORTE Y SUR



Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Trópico>

Para efectos prácticos, en el resto de este documento la AT se caracterizará con base en el concepto geográfico de zona intertropical y una cota máxima de altitud de 1800 msnm. Esta cota representa un límite aceptado para la producción de café de calidad y debajo de ella se localiza un porcentaje muy alto de los sistemas productivos y alimentarios considerados como tropicales.

Un elemento que agrega complejidad al análisis son las modificaciones antropocéntricas —no siempre positivas o permanentes— que han tenido lugar en el trópico para producir cultivos y animales que el flujo normal de la naturaleza no hubiera permitido. El riego intensivo en el cultivo de melones y sandías en los países centroamericanos, para ilustrar un caso, permite que su producción se asemeje mucho al sistema de cultivo de estas especies en Kansas, Estados Unidos. Igualmente, un invernadero moderno en la República Dominicana constituye un

sistema productivo muy similar a uno utilizado en Holanda o España, incluyendo el tipo y la calidad de las especies de hortalizas y frutas cultivadas. Otro ejemplo de la adaptación extrema de un sistema de cultivo en el ambiente tropical es la producción súper intensiva y exitosa en el desierto del norte de Perú, mediante la utilización de agua del deshielo de los Andes.

Lo anterior permite concluir que los sistemas alimentarios tropicales no son “químicamente puros”, pues las modificaciones, adaptaciones y adiciones realizadas en las últimas décadas hoy facilitan producir casi cualquier cosa, con la salvedad de que lo factible no es necesariamente sostenible. En este marco de pensamiento, la diferencia entre la AT y la agricultura templada tiende a diluirse, debido a los avances tecnológicos y a las modificaciones antropocéntricas indicadas.

La AT y la agricultura de zonas templadas no solo comparten muchas especies y sistemas productivos, sino que podrían considerarse como un continuum con zonas grises donde se diluye tanto lo tropical como lo templado. A pesar de ello hay elementos importantes que contribuyen a establecer diferencias relevantes entre ambas zonas: el mundo tropical es más biodiverso, es más vulnerable a eventos extremos y hace frente a una mayor presión biológica, debido a la presencia de plagas y otros organismos que causan enfermedades en plantas y animales. Posee también una amplia gama de biodiversidad funcional beneficiosa (hongos, bacterias) que pueden actuar como biocontroladores y antagonistas. Además, los procesos químicos de formación y desgaste de los suelos son de 3 a 6 veces más rápidos en el trópico (Ewel 1986). Algunos sistemas importantes de cultivos perennes son exclusivos de países tropicales (café, cacao, banano, palma de aceite); sin embargo, otros como los sistemas para la producción de cítricos, macadamia y cultivos anuales (arroz, maíz, frijol, hortalizas) se ubican tanto en zonas tropicales como en zonas templadas, lo que también sucede con las especies pecuarias.

Un reto, como se puede deducir de lo anterior, es la falta de consenso sobre qué es lo tropical dado que las estadísticas y tendencias no se agrupan bajo esta categoría *sino que se organizan por países, algunos de los cuales poseen territorios tanto tropicales como no tropicales*. De esto se deriva la dificultad de cuantificar el volumen y desempeño (producción, productividad) es y los impactos (servicios ambientales, externalidades negativas) actuales de la AT, con el fin de establecer una línea de base para posibles intervenciones. Una publicación reciente (Pezo et al. 2019) identifica diferencias importantes entre subregiones de ALC y reporta una menor productividad en Centroamérica y México en comparación con América del Sur. De los Santos y Trigo (2020) señalan que la productividad total de los factores (PTF) de los países de clima tropical es menor a la de los países templados: 1.29 y 1.8, respectivamente. Los países tropicales dominan algunos mercados mundiales como los del café, la piña y el banano y también desempeñan un papel relevante en otras variables, tal como se indica en el cuadro 1. En este marco de pensamiento, una tarea pendiente es realizar una caracterización actualizada de los sistemas productivos y alimentarios considerados como tropicales, usando parámetros y herramientas de consenso. El uso o adaptación del concepto de zonas agroecológicas (Nin-Pratt 2015) podría ser una de las opciones a considerar.

■ CUADRO 1. PARTICIPACIÓN DE LOS PAÍSES TROPICALES EN ALGUNAS VARIABLES DE INTERÉS

VARIABLE	%
Participación del sector agrícola en el PIB de los países tropicales en América (2019)	5
Participación promedio del sector agrícola en el total de empleos de los países tropicales en América (2019)	17
Porcentaje de exportaciones mundiales agroalimentarias desde países tropicales de América (2019)	10

Fuente: IICA (CAESPA) con datos del BM (WDI,2021, OMC (2021) y Trade Data Monitor (2021)

El objetivo principal de este documento, mientras se logra lo anterior, es poner sobre la mesa opciones para la transformación y la optimización de algunos sistemas productivos tropicales a 2030 y 2050, partiendo no solo de su evolución natural, sino también de las fortalezas disponibles en la región, de los avances en ciencia y tecnología y de los nuevos determinantes que enfrenta y enfrentará la franja inter-tropical. En este marco las fortalezas de los países tropicales en ciencia y tecnología son muy significativas, a pesar de que a menudo se encuentran dispersas, no están vinculadas en redes de investigación e innovación o no han sido mapeadas y caracterizadas adecuadamente ¡Lo anterior también debe cambiar!

2

Los sistemas productivos en el trópico americano

A finales del siglo XIX o principios del XX, un visitante encontraría en la zona tropical americana plantaciones medianas o grandes (café, caña de azúcar, tabaco, algodón, etc.), dominadas en su mayoría por familias o grupos acaudalados; sistemas productivos familiares de pequeña escala (maíz y frijol común en áreas de clima seco y raíces y tubérculos en zonas de mayor precipitación); pequeños jardines (frutas, hortalizas, plantas medicinales, vacunos, cerdos o gallinas) alrededor de las viviendas campesinas y agricultura migratoria (*shifting agriculture*) en las áreas de frontera agrícola.

A los anteriores sistemas de producción en el siglo XX se adicionaron otros sistemas productivos y alimentarios que actualmente coexisten en tiempo y espacio. Algunos de ellos se pueden considerar como sistemas “nicho”, dado que, a pesar de su relevancia social o ambiental, no han adquirido todavía la escala y el impacto de otros, aunque podrían hacerlo en los próximos años. Destacan en este grupo la agricultura orgánica, los sistemas de bajo impacto y bajo uso de insumos (ILEIA 2017), los sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles (Montagnini *et al.* 2015) y más recientemente los sistemas de cercanía a centros urbanos, como la agricultura periurbana y la agricultura vertical (Hotten 2019). Como ya se indicó, varios de estos sistemas productivos, aunque son muy relevantes, no son exclusivos del trópico, pues también se encuentran en zonas templadas.

Entre los sistemas que recientemente han tenido un impacto socioeconómico y ambiental, tanto positivo como negativo, destacan la agricultura industrial intensiva (avícola, porcina, acuícola y cultivos como piña y palma de aceite), la agricultura intensiva bajo riego (cultivo de melón o cultivos de alto valor en áreas desérticas) y la agricultura de ambientes protegidos, capaz de producir hortalizas, frutas, plantas medicinales y ornamentales en cualquier lugar y época del año, siempre que se regulen apropiadamente las condiciones requeridas de intensidad de luz, la duración del día y otros factores asociados.

Finalmente, desarrollos más recientes y avances tecnológicos en biotecnología e informática han dado lugar a la agricultura digital, con una evolución importante en ambientes de clima templado, pero todavía con un despegue lento en la zona tropical, a pesar de su gran potencial. Algunas fuentes (Kremer y Houngho 2020) recomiendan cautela ante la posibilidad de que estas tecnologías puedan generar todavía mayor desigualdad en el trópico, a menos que se implementen políticas y servicios de apoyo que lo impidan. Como corolario y como consecuencia de estos desarrollos, han surgido tecnologías disruptivas (*Ag Techs*, en idioma inglés) que también tendrán un impacto en el trópico, entre las cuales destacan la edición génica por medio de la herramienta CRISPR-Cas9, que permite “editar” partes del genoma e insertar nuevas secuencias de interés para cultivos específicos. Asimismo, disciplinas como la bioeconomía y la biotecnología abren nuevos espacios para agregar valor a productos y subproductos de la agricultura, reducir pérdidas poscosecha y generar oportunidades de empleo e ingresos para los productores.

Las razones para la diversificación y expansión de los sistemas productivos mencionadas son bien conocidas y tienen que ver con la facilitación del comercio propiciada por los varios tratados internacionales, con el crecimiento de la población y de la clase media y con el surgimiento de los supermercados y otros mecanismos dinámicos de intercambio de productos, como las ferias de los agricultores. Otro elemento que merece ser resaltado es el proceso de urbanización que ha tenido lugar en América Latina y el Caribe (ALC), del que la franja tropical no es la excepción. Un informe reciente de las United Nations (2019) indica que el 81 % de la población regional es urbana. Por otro lado, a la corriente de alimentos sanos y el concepto de salud integral, desafortunadamente se le contrapone la coexistencia de obesidad, sobrepeso y deficiencias de nutrientes en la población (Galicia *et al.* 2016), como resultado del consumo de alimentos mal balanceados ricos en calorías y grasas saturadas.

3

Determinantes de la evolución de la agricultura 2030 y 2050

Los sistemas productivos actuales continuarán evolucionando a partir de las políticas e incentivos que se generen en los países, pero también enfrentarán fuerzas y procesos que repercutirán en su relevancia u obsolescencia y hasta en su permanencia en el tiempo. Algunos determinantes, herramientas tecnológicas y tendencias acelerarán los cambios, pero no se puede predecir cuáles tendrán mayor impacto en el trópico americano. A continuación se reseñan algunos de los que podrían ser más influyentes.

3.1

Los límites planetarios. Señalan los límites seguros de nueve procesos cuantitativos (Stockholm Resilience Centre 2021) que regulan la resiliencia y la estabilidad del planeta. Si dichos límites se traspasan, se corre el riesgo de generar cambios ambientales abruptos e irreversibles, tales como acidificación de los océanos, cambios en el uso de la tierra y pérdida de integridad de la biosfera, por citar algunos. No cabe duda de que la agricultura tropical (AT) estará expuesta a impactos potenciales conforme se excedan esos límites. Los esposos Meadows (1972, 1992 y 2004), pioneros en el estudio de tales límites, pusieron en evidencia que el crecimiento sin límites tendrá graves consecuencias sobre los recursos finitos de la tierra, lo que advirtieron a los académicos y a la clase política de la época. Esta tendencia se ha acentuado, por lo que existe un consenso general, aunque no universal, de la necesidad de limitar y racionalizar la acción humana en el planeta. tal como lo argumentan, entre otros, el World Resources Institute (2018) e IICA y CATIE (2019).

3.2

La cuarta revolución industrial. En esencia esta revolución borra los límites entre los mundos físicos, digitales y biológicos por medio de la inteligencia artificial, la biotecnología, la robótica, la impresión 3D, la ingeniería genética y la computación cuántica, entre otras tecnologías. Esto provee nuevas capacidades tanto a humanos como a máquinas, facilitando que estos elementos tecnológicos se integren en la sociedad e incluso en el cuerpo humano. Sus efectos en la biodiversidad, ecosistemas y por supuesto en la AT pueden ser muy significativos, por lo que su uso debe medirse, sopesando para ello tanto ventajas como desventajas.

3.3

El cambio climático. La evidencia reciente sugiere que la Tierra, que ahora sobrepasa 390 ppm de CO₂ en la atmósfera, ya ha transgredido el límite planetario. Hemos llegado a un punto en el que la pérdida de hielo marino polar en verano es con certeza casi irreversible. El debilitamiento o la reversión de los sumideros de carbono terrestre mediante la destrucción continua de las selvas tropicales del mundo es otro punto de inflexión potencial, pues las retroalimentaciones entre el ciclo del carbono y el clima aceleran el calentamiento de la Tierra e intensifican los impactos climáticos (Stockholm Resilience Centre 2021).

3.4

Los nuevos enfoques hacia la sostenibilidad. Aunque las soluciones basadas en la naturaleza (SBN) no son nuevas en el sector (rotaciones, abono orgánico, control integrado de plagas y enfermedades, por citar algunas), sí han cobrado en el momento actual una nueva relevancia. Polastry (2020) las define como acciones que protegen, gestionan y restauran ecosistemas naturales y modificados. Las SBN de mayor impacto potencial incluyen los sistemas agroforestales, el manejo de los suelos, la diversificación, la gestión forestal y el manejo integrado del agua. Sonneveld et al. (2018) abordan las SBN desde el punto de vista de la gestión del agua, con respecto a lo cual proponen que las intervenciones deben ser valoradas, analizadas y ejecutadas en forma integrada y considerando el ecosistema en su totalidad.

3.5

La salud integral. La pandemia generada por el SARS-CoV-2 ha puesto en evidencia la importancia de la salud integral. Esta se logra mediante la aplicación de un enfoque colaborativo, multisectorial y transdisciplinario que trabaja en todos los niveles, con el propósito de lograr resultados óptimos en el ámbito de la salud, reconociendo para ello la interconexión entre las personas, los animales, las plantas y el entorno que comparten (CDC 2021). Dos ejemplos actuales de los resultados de enfoques alejados de la salud integral son la transmisión de enfermedades entre animales y humanos, así como los efectos del uso y abuso de antibióticos en la producción animal y de agroquímicos en los cultivos tropicales.

3.6

Los nuevos requisitos del comercio internacional. Estos requisitos, en particular los establecidos en Europa, demandarán la realización de ajustes que permitan cumplir con regulaciones cada vez más estrictas. El Pacto Verde (Consejo Europeo 2021) y La Estrategia Granja a la Mesa (European Commission 2021) fijan metas muy concretas al 2030 para la Unión Europea: disminuir en 55 % la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), reducir en 50 % el uso de pesticidas, destinar como mínimo el 25 % del área total agrícola a la producción orgánica, etc. Sin duda, estas metas incidirán en las condiciones que se exigirán a los países tropicales que exporten a Europa.

Un elemento de reflexión, sin duda controversial, es la necesidad y la oportunidad de transformar no solo los sistemas productivos y alimentarios, como es el objetivo de la Cumbre de las Naciones Unidas sobre los Sistemas Alimentarios, sino también a las organizaciones y empresas

del sector, de manera que evolucionen y respondan en forma proactiva a una realidad impresionantemente dinámica. El desarrollo de políticas apropiadas al contexto, la necesidad de una producción sostenible emparejada a un mayor grado de productividad y el consumo de alimentos sanos así lo requieren.

4

La agricultura tropical y sus vínculos con las vías de acción

Contrario a la agricultura de clima templado del continente americano, con respecto a la cual los países de América Latina y el Caribe (ALC) mantienen una colaboración y aprendizaje recíproco con países de ambientes similares de Norteamérica y Europa, la agricultura tropical (AT) de ALC depende más de sus propias capacidades y recursos, dado que la interacción con los países de las franjas tropicales de Asia y África ha sido limitada. Esto también debería cambiar a futuro, de modo que se propicie el acercamiento e intercambio entre los países ubicados en las regiones de la franja tropical de los diferentes continentes.

En primera instancia, un análisis y discusión de las fortalezas y contribuciones de la AT a la Cumbre sobre los Sistemas Alimentarios, considerando cada línea de acción (*action tracks*, en idioma inglés), parece lógico y deseable. En un segundo análisis, se llega a la conclusión es que esto resultaría poco práctico y quizás confuso. La AT se compone de una enorme diversidad de especies, ambientes, sistemas productivos y prácticas, que haría necesario diseñar una matriz muy compleja para describir la miríada de interacciones que resultarían de cruzar estos elementos con las líneas de acción, lo cual no es parte del objetivo de este documento. Por esta razón parece más apropiado considerar en términos generales cómo se vinculan y se complementan las vías de acción con las fortalezas y las condiciones existentes en el trópico americano, lo que facilitaría la transformación de algunos sistemas prioritarios en el futuro.

- **Acceso a alimentos sanos y nutritivos:** El acceso a alimentos nutritivos en el trópico americano es ciertamente posible; sin embargo, a menudo son más asequibles a aquellos sectores de la población con mejores niveles de educación, información y recursos para adquirirlos. La opción de alimentos certificados, ya sean productos orgánicos o amigables con el ambiente, puede también restringirse a segmentos de la población con menores recursos. Por las razones indicadas, conviene asociar esta línea de acción con la de medios de vida equitativos y valorarlas en conjunto.

- **Consumo sostenible:** El consumo debe estar ligado directamente a un tipo de producción que no solo sea biológicamente productivo, sino también amigable con el ambiente. Por ende, un énfasis en la utilización de prácticas agroecológicas, considerando tanto la productividad como un manejo racional ambiental, debe formar parte de la ecuación del futuro y de las transformaciones esperadas. Las corrientes actuales de la generación de cero residuos y de la economía circular, que apuntan precisamente al consumo sostenible mediante la reducción, la reutilización, la reconstrucción y el reciclaje (ZWIA 2021) de productos y subproductos, marcan la ruta a seguir.
- **Producción favorable a la naturaleza:** En esta categoría, en el ámbito de la AT se han generado experiencias y resultados mixtos. Por un lado, en ALC se han desarrollado sistemas congruentes con procesos naturales, como los sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles (IICA y CATIE 2019), la agricultura orgánica y la agricultura baja en insumos, pero en esa región también se han diseñado y practicado sistemas contaminantes y con impactos negativos en el suelo, el agua y la biodiversidad, como ha sucedido en el cultivo de la piña y la palma de aceite y en la producción avícola y porcina, para citar algunos ejemplos. En el marco de esta línea de acción, es necesario propiciar que los sistemas con mayor impacto ambiental se acerquen y se comprometan con la agroecología (vía políticas e incentivos).
- **Medios de vida equitativos:** Esta línea de acción está directamente relacionada con la pobreza (aspecto en que ALC ha tenido logros importantes) y con la desigualdad, la cual ha tendido a acentuarse y posiblemente aumentará aún más por el efecto de la pandemia de SARS-CoV-2. Esta ha generado un gran impacto en el empleo, particularmente en el empleo informal, debido al cierre de millares de pequeñas y medianas empresas.
- **Resiliencia ante vulnerabilidades y tensiones:** La zona intertropical de ALC está sujeta a una gran cantidad de intensos desastres naturales y a condiciones extremas (huracanes, sequías, inundaciones, deslizamientos) que impactan en la calidad y medios de vida. Ello es potenciado no solo por el cambio climático, sino también por la falta de políticas, incentivos y organización para minimizar esos desastres y condiciones. La adaptación y la mitigación al cambio climático en el marco de una AT sostenible, así como la prevención y preparación ante amenazas, constituyen elementos de la nueva normalidad. En cuanto a la adaptación y la mitigación, resulta necesario, entre otros factores, recuperar e intensificar el mejoramiento genético de cultivos y animales (Pezo *et al.* 2019) mediante la utilización de herramientas tecnológicas modernas.

5

El punto de partida deben ser las fortalezas y no las debilidades

Existe una dinámica propia en cada sistema productivo, cuya transformación puede acelerarse con políticas públicas e incentivos apropiados. La optimización (rediseño de sistemas, uso de prácticas regenerativas) de su desempeño depende, en alto grado, de procesos de investigación y de innovación que permitan y faciliten su adaptación, el aumento de la productividad, el mejoramiento de la calidad e inocuidad del producto final y el logro de precios competitivos para los consumidores. Tal como se señaló anteriormente, puede ser que en América Latina y el Caribe (ALC) las capacidades de equipos de investigación y desarrollo de los sectores público, privado y académico estén dispersas o no tengan la conectividad requerida para lograr impactos mayores, pero sí existen y son significativas. Por ejemplo, en dos documentos se han ilustrado los logros en la región de equipos de investigación e innovación consolidados. En primer lugar, Henríquez y Li Pun (2013) han documentado 15 casos exitosos de la región que han generado impactos comprobados en temas tan diversos como mercados de productores, desarrollo de equipos agrícolas, cacao fino de aroma, y mejoramiento genético de cuyes, entre otros. Además, en un trabajo más reciente en Perú (INIA 2020), se describen 20 experiencias exitosas de diversos equipos de ámbito nacional en temas como hongos silvestres para exportación a Europa, remoción de limitantes sanitarios para exportación de palta (aguacate) Haas, bioinsecticidas para el cultivo de maíz y manejo microbiológico de lepidópteros, entre muchos otros.

¿Cuáles son entonces las razones y las condiciones para que equipos diversos (quizás dispersos inicialmente) obtengan productos, resultados e impactos relevantes? ¿Qué factores se deben considerar para aumentar la tasa de éxito de estos y otros grupos en la zona intertropical? A continuación, se indican algunos elementos que podrían ayudar a responder estas preguntas.

5.1

El mapeo de las fortalezas en el trópico americano

Es frecuente encontrar en la literatura y en diferentes foros la aseveración de que los sistemas de investigación e innovación en los países tropicales de ALC son débiles, tienen falencias y generan un bajo impacto en las poblaciones meta. Estas expresiones son inexactas, dado que las falencias y debilidades sí existen y están bien identificadas, pero coexisten con fortalezas importantes poco documentadas. Existen grupos de excelencia en los sectores público y privado y en la sociedad civil de ALC que lideran procesos de transformación e innovación,

los cuales conviene identificar y rescatar como núcleos potenciales o puntos de partida para establecer nuevas alianzas con centros de alto calibre dentro y fuera del trópico. Un mapeo de estas capacidades, idealmente liderado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y realizado a partir de criterios objetivos (por ejemplo, preparación académica de los equipos, publicaciones, productos y resultados actuales o potenciales) es una prioridad para avanzar en los procesos de transformación esperada de la Cumbre de las Naciones Unidas sobre los Sistemas Alimentarios.

5.2 Prioridades, metas y métricas para la AT al 2030 y 2050

Los ministerios de Agricultura trazan planes y propuestas para investigación y desarrollo agropecuario, normalmente para el ciclo político respectivo. De igual manera las organizaciones nacionales, regionales e internacionales hacen lo mismo para períodos de 5 o 10 años. Las circunstancias actuales demandan ejercicios de más largo plazo. Las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropiadas (NAMA Café de Costa Rica 2021) son una excepción de mucho interés en que todos los actores relevantes coinciden en forma explícita en el logro de metas nacionales/regionales por lo menos a 15 o 20 años. El incremento de la productividad y la disminución de GEI de rubros o sistemas prioritarios podrían ser buenos puntos de partida. Un ejercicio de esta naturaleza, conocido como programas bandera (*flagship programs*), lo diseñó el Dr. Brian Keating² y su equipo en Australia, con el propósito de aumentar la productividad en 50 % y de disminuir los GEI también en 50 % en siete rubros prioritarios en el plazo de 15 años.

En la franja intertropical de ALC las prioridades, las metas y las métricas de largo plazo podrían considerar rubros o sistemas productivos (por ejemplo, café, maíz, sistemas agroforestales, etc.) juntando, según el caso, a los actores relevantes. En estrategias de esta naturaleza el financiamiento se vuelve un elemento crítico, pero si se definen hojas de ruta convincentes, la participación de los sectores privados y filantrópicos (Mateo 2019) sería más factible que la negociación de nuevos financiamientos a partir de iniciativas menos ambiciosas o de más corto plazo. Un ejercicio de esta naturaleza requiere negociación y liderazgo y puede ser otra opción de colaboración entre el IICA y el CATIE.

5.3 Alianzas, consensos y marco estratégico de políticas al más alto nivel.

La transformación y la optimización de los sistemas alimentarios tropicales requiere negociaciones avanzadas, decisiones políticas y consensos entre productores, los sectores y organizaciones involucradas y la opinión pública. Para garantizar el éxito de iniciativas ambiciosas de esta naturaleza, se requiere apoyo al más alto nivel, incluyendo el de ministros y presidentes de los gobiernos

2. Comunicación personal en el marco de la reunión *Eco-Efficiency: From Vision to Reality*, celebrada en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en 2013 en Cali, Colombia.

interesados, así como la identificación de las fortalezas mencionadas anteriormente (aglutinadas en plataformas o redes de investigación e innovación y estructuradas por equipos con capacidad probada).

5.4 El financiamiento de la investigación e innovación debe ser sostenido y de multiactores

Muy pocos países de la zona intertropical de ALC califican actualmente para el tipo de asistencia externa provisto por las grandes fundaciones norteamericanas y europeas del siglo pasado al sector agropecuario, la cual en algunos casos creó dependencia en investigación y extensión. Hoy la región invierte poco y de forma increíblemente desigual, tal como lo muestran los datos de ASTI (2021). Por ejemplo, solo tres países (Brasil, Argentina y México) representan cerca del 80 % de la inversión total anual de la región (USD 5.1 billones). Una transformación de los sistemas agroalimentarios no puede darse con los niveles actuales de inversión, por lo que son esenciales tres elementos para cambiar la situación: negociación, políticas al más alto nivel y financiamiento de multiactores. En la región, en particular en la franja intertropical, el financiamiento de ciencia y tecnología proviene principalmente, aunque con variaciones importantes, de los sectores público y académico (Stads *et al.* 2016). La participación del sector privado ha sido menor, pero en países de altos ingresos ha aumentado considerablemente (Fuglie 2016). El sector filantrópico (incluido el capital de riesgo empresarial) es la nueva frontera por explorar (Mateo 2019), partiendo de negociaciones y visiones de largo plazo con metas y métricas concretas.

6

Priorización para la transformación de la agricultura tropical

No es posible predecir cómo será la agricultura tropical (AT) a 2030 o 2050, pero sí resulta prudente plantear escenarios y definir parámetros de alta prioridad. Hoy podemos anticipar, con base en el conocimiento y las herramientas de ciencia y tecnología disponibles, que en estos plazos de tiempo debemos lograr una mayor productividad, la disminución de la emisión de GEI y altos estándares de calidad e inocuidad en los alimentos, para lo cual la sostenibilidad de la AT es un elemento central. Las interrogantes también se pueden aplicar a los sistemas actuales: ¿Continuará desempeñando la agricultura familiar (AF) su papel como fuente de alimentos para una mayoría de la población de los trópicos? ¿Seguirá aplicando la agricultura industrial su estrategia de maximizar la productividad

con una consideración limitada de las externalidades que genera? ¿Será la agricultura digital la principal fuente futura de alimentos en la franja intertropical?

La definición de prioridades para la transformación y optimización de la AT podría partir desde varios ángulos: socioeconómicos (pobreza, empleo), crecimiento sostenido, adaptación al cambio climático, rubros específicos o disciplinas (bioeconomía y biotecnología), etc. En este documento y solo como ejercicio práctico y académico, se plantea la transformación de dos sistemas productivos relevantes del trópico, dado que no resultaría apropiado ni financieramente posible transformarlos todos: a) la AF, por su relevancia socioeconómica actual, y b) la agricultura industrial intensiva, debido a los retos e impactos que genera en el ambiente. A continuación se presenta un breve análisis de ambos sistemas, luego de lo cual se plantean algunas consideraciones para su transformación futura.

6.1 Agricultura familiar³

Dada la relevancia de la AF, se requiere considerar su realidad presente, pero en particular el papel que desempeñará en América Latina y el Caribe (ALC) en el futuro. Su presencia en los territorio se da tanto en la franja intertropical como en el resto del continente, por lo que este es uno de los casos particulares, aludidos anteriormente, en que conviene establecer una línea de base partiendo de una definición de consenso con respecto a lo que constituye lo tropical. La AF es relevante en todo el continente; sin embargo, no existen bases de datos que establezcan diferencias entre la AF de las regiones tropicales y la de las zonas templadas. Sabemos aspectos generales que las diferencian, como las especies cultivadas y el tamaño de las operaciones (por ejemplo, una parcela de AF en Centroamérica puede ser de 2 hectáreas, mientras que en Brasil puede ser de 50 hectáreas).

De acuerdo con Salcedo y Guzmán (2014), la AF representa el 81 % de todas las fincas de ALC, genera entre el 27 % y el 67 % de los alimentos, ocupa entre el 12 % y el 67 % de la superficie agropecuaria y genera entre el 57 % y el 77 % del empleo agrícola. En diversos foros (FONTAGRO 2020), se ha percibido un consenso sobre la necesidad de aumentar la productividad y mejorar la calidad e inocuidad de los productos generados por la AF y posicionarlos mejor en los mercados locales, nacionales e internacionales. En este marco la investigación, el desarrollo y la innovación (I&D&I) son factores contribuyentes decisivos para asegurar y fortalecer el futuro de la AF.

Varios autores han definido la AF, pero sin lograr un consenso. Una definición común es que constituye un sector productivo que depende de la mano de obra de la familia. Otra considera como parámetro el área de cultivo: 2 hectáreas como máximo. Siguiendo esta línea de pensamiento, Hazell y Rahman (2014)

3. Esta sección es un resumen y adaptación de: Mateo, N. 2018. Presentación en el Simposio Internacional de Mercados Inclusivos e Innovación Tecnológica para la Agricultura Familiar. La Paz, Bolivia. 24 de mayo, 2018.

señalan que existen 450 millones de predios productivos en el mundo con un área menor a 2 hectáreas. Este concepto, según Berdegú y Fuentealba (2014), no tiene sentido en ALC, por lo que como alternativa proponen una clasificación diferenciadora basada en el contexto, los recursos y las capacidades, con la cual concuerdan comúnmente otros autores y agencias de investigación y desarrollo de la región. En esencia esta clasificación considera tres categorías de AF:

- Productores con recursos significativos (tierra, mano de obra y acceso a capital) localizados en territorios o regiones donde la productividad de estos recursos es alta y en general están integrados a los mercados.
- Productores que no poseen todos los recursos necesarios o los poseen con limitaciones y que, además, están localizados en territorios o regiones donde las condiciones biofísicas o socioeconómicas no son óptimas.
- Productores con un nivel alto de pobreza ubicados en localidades adversas no solo para actividades agrícolas, sino también para otras actividades económicas. En su mayoría estos productores solo derivan una pequeña fracción de sus ingresos de la agricultura y dependen de trabajos mal pagados fuera de la finca.

Las categorías anteriores guardan un paralelo cercano con la definición que usan otros autores como Schejtman (2008), quien además asigna porcentajes estimados a cada una basados en un total de 14 millones de predios en ALC. Estas categorías son las siguientes:

- Consolidada. Representa el 12% del total.
- Transicional. Representa el 28% del total.
- Subsistencia. Representa el 60% del total.

Desde el punto de vista de la investigación e innovación (I&I), el considerar esta división de la AF en categorías tiene sentido, dado que no resulta lógico diseñar o implementar acciones o poner en marcha las mismas políticas e incentivos para cada una de ellas. Berdegú y Fuentealba (2014) insisten, precisamente, en la necesidad de aplicar enfoques diferenciados para las estrategias de desarrollo y de políticas para cada categoría, pues considera que la mayoría de las intervenciones orientadas a la AF en nuestros países no han internalizado la heterogeneidad existente.

6.2 Agricultura industrial

Conceptualmente el establecimiento de monocultivos intensivos no parece lógico en medio de los ecosistemas naturales tropicales, que son mucho más diversos que los templados. Sin embargo, ello constituye una realidad que se debe considerar, a pesar de que puedan disminuir la resiliencia de la AT. El prisma socioeconómico y ambiental, pero también ideológico, impulsa a catalogar a la agricultura industrial de diferentes maneras. Tal como se le define a menu-

do, la agricultura industrial es la producción masiva de un solo producto, conlleva un alto nivel de tecnificación y necesita una alta inversión de capital, energía y otros recursos, por lo que normalmente exige trabajo externo y la participación de especialistas (Boletín agrario 2021). La agricultura industrial se caracteriza por el logro de una mayor productividad, una reducción de los costos de producción y transformación y un manejo eficiente de las enfermedades y plagas. Esto por supuesto tiene un costo importante, lo que constituye el punto central de las dudas que la envuelven: no se contabilizan apropiadamente las externalidades negativas que generan sistemas tan intensivos en el ambiente y la salud.

El texto siguiente resume elementos de un informe de las Naciones Unidas (2020) que sintetiza algunos riesgos y preocupaciones que rodean las prácticas asociadas con la agricultura industrial. El análisis de estos riesgos también debe permitir señalar los posibles caminos para su transformación, como veremos en la siguiente sección.

“La agricultura industrial parecía ser una solución milagrosa para un mundo en rápido crecimiento. Los fertilizantes sintéticos, los pesticidas químicos y los híbridos de alto rendimiento prometían reducir el hambre, satisfacer a las poblaciones y estimular la prosperidad económica. Entre 1960 y 2015, la producción agrícola se triplicó, lo que resultó en una reducción de las tarifas y evitó la escasez mundial de alimentos. Pero no todo salió como se esperaba. Décadas de agricultura industrial han tenido un impacto en el medio ambiente y han generado serias preocupaciones sobre el futuro de la producción alimentaria. Según algunas estimaciones, la agricultura industrializada emite gases de efecto invernadero, contamina el aire y el agua y afecta la vida silvestre y genera costos ambientales equivalentes a USD 3 billones anualmente.

La industria no tiene en cuenta costos externalizados, como los fondos necesarios para purificar el agua potable contaminada o tratar enfermedades relacionadas con la malnutrición, lo que significa que las comunidades y los contribuyentes pueden estar pagando la cuenta sin siquiera notarlo. La agricultura libera grandes cantidades de estiércol, productos químicos, antibióticos y hormonas de crecimiento en las fuentes de agua. Esto plantea riesgos tanto para los ecosistemas acuáticos como para la salud humana. La agricultura industrial produce en general cultivos básicos que luego se utilizan en una amplia variedad de alimentos baratos, densos en calorías y ampliamente disponibles. El 60 % de toda la energía alimentaria proviene de solo tres cereales: arroz, maíz y trigo.

Aunque el aumento en la productividad y los bajos costos han ayudado a reducir efectivamente la proporción de personas que padecen hambre, este enfoque basado en calorías no cumple con las recomendaciones nutricionales, como las relacionadas con el consumo de frutas, verduras y legumbres. Y aunque puede haber menos personas desnutridas en el mundo, ahora hay muchas más personas que sufren de malnutrición. Otro elemento de análisis es el contraste entre explotaciones agropecuarias pequeñas y grandes, mientras las primeras representan el 72 % de la totalidad y ocupan solo el 8 % de las tierras agrícolas, las segundas representan el 1 % del total, pero ocupan el 65 % de las tierras agrícolas”.

Al igual que la AF, la agricultura industrial tiene una fuerte presencia tanto en el trópico como en las zonas templadas y no necesariamente las fortalezas y las debilidades que se le atribuye en la zona tropical son las mismas que muestra

en las regiones templadas. Las especies, por supuesto, si difieren (con la excepción de la producción animal, en que generalmente son las mismas), pero el impacto ambiental puede ser diferente. En las regiones templadas las alianzas público-privadas y el énfasis en tecnologías del conocimiento para el logro de una mayor productividad y un menor impacto ambiental parecen ser más frecuentes que en el trópico, apuntando a sistemas intensivos más resilientes.

6.3 ¿Pueden la AF y la agricultura industrial acercarse y llegar a un compromiso?

En una primera instancia y considerando las grandes diferencias que existen entre estos dos tipos de agricultura, parece extraño hacerse esta pregunta. Sin embargo, sí tiene sentido. Ambas modalidades de agricultura deberían prepararse para una transformación, con el objetivo de responder a necesidades y expectativas socioeconómicas y ambientales en el siglo XXI, reflejadas en las Líneas de Acción de la Cumbre sobre los Sistemas Alimentarios convocada por las Naciones Unidas.

Por un lado, la AF, de acuerdo con Mateo y Ortiz (2013), debe someterse a procesos de intensificación sostenible vía I&I para alcanzar metas de mayor productividad con menor impacto ambiental (ecoeficiencia). Adicionalmente, este tipo de agricultura requiere políticas nacionales que acerquen los productores al mercado, el acceso y registro de agroquímicos “verdes” de última generación e inversiones en infraestructura para que la producción fluya eficientemente a los mercados en cadenas de valor más cortas. Las inversiones en infraestructura (caminos, cadenas de frío, facilidades de transporte y de transformación de productos primarios) hacen una enorme diferencia como ha sido demostrado con cientos de nuevos productos hoy disponibles en mercados locales, nacionales e internacionales. Finalmente, un enfoque diferenciado en I&I debe dirigirse prioritariamente solo a las categorías de AF consolidada y transicional, pues la AF de subsistencia requiere otros enfoques y programas de asistencia social y no de innovación tecnológica.

La agricultura industrial, como lo indican los mismos autores, necesariamente debe transformarse y seguir —vía la aplicación de políticas, incentivos y certificaciones estrictas— pautas y prácticas agroecológicas que resulten en una disminución significativa de su impacto ambiental. El camino aquí está abierto para el uso de ciencia y tecnología de punta. Tal como lo señala Trigo⁴, el momento actual brinda una gran oportunidad para aplicar la biotecnología en la ingeniería del detalle, facilitando los ajustes y cambios necesarios en los postulados de la agroecología (a menudo basados en el arte de la observación).

Por lo tanto y como conclusión, si se dieran los cambios y ajustes indicados, la AF continuaría siendo relevante como fuente indispensable de alimentos frescos y de calidad para la mayoría de la población, mientras la agricultura industrial podría retomar el camino de la agroecología científica, lo que le permitiría no solo hacer aportes significativos con productos de calidad y precios competitivos, sino también reducir las externalidades negativas.

⁴ Comunicación personal

Bibliografía

- **Aapresid** (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa). 2019. El desafío de romper el lazo entre la producción y el impacto ambiental (en línea). Rosario, Argentina. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://www.aapresid.org.ar/blog/el-desafio-de-romper-el-lazo-entre-la-produccion-y-el-impacto-ambiental/>.
- **ASTI** (Indicadores de Ciencia y Tecnología Agropecuaria). 2021. Country benchmarking - Latin America and the Caribbean (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://www.asti.cgiar.org/benchmarking/lac>.
- **Berdegué, J; Fuentealba, R.** 2014. The State of Smallholders in Agriculture in Latin America. In Hazell, PBR; Rahman, A. (eds.). New Directions for Smallholder Agriculture. Londres, Reino Unido, Oxford University Press y FIDA.. p. 115-152.
- **BID** (Banco Interamericano de Desarrollo, Estados Unidos de América), Global Harvest. 2014. La próxima despensa global: Cómo América Latina puede alimentar al mundo. Washington, D. C., Estados Unidos de América. 56 p.
- **Boletín Agrario.** 2021. Boletín. Agricultura industrial (en línea). s. n. t. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://boletinagrario.com/ap-6,agricultura+industrial,978.html>.
- **CDC** (Centers for Disease and Control Prevention, Estados Unidos de América). 2021. One Health Basics (en línea). Atlanta, Estados Unidos de América. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://www.cdc.gov/onehealth/basics/index.html>.
- **Consejo Europeo.** 2021. Pacto Verde Europeo (en línea). Bruselas, Bélgica. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/green-deal/>.
- **Davis, N.** 2016. What is the fourth industrial revolution? (en línea). Ginebra, Suiza, World Economic Forum. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/what-is-the-fourth-industrial-revolution/>.
- **De los Santos, L; Trigo, E.** 2020. Visión para el fortalecimiento de la innovación en América Latina y el Caribe. De próxima publicación.
- **European Commission.** 2021. Farm to fork strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system (en línea). Bruselas, Bélgica. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/farm-fork_es.
- **Ewel, JJ.** 1986. Designing agricultural ecosystems for the humid tropics (en línea). Annual Review of Ecology and Systematics 17:245-271. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/>

annurev.es.17.110186.001333.

- **FAO** (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2021. La agricultura climáticamente inteligente. Agricultura urbana y periurbana (en línea). Roma, Italia. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <http://www.fao.org/climate-smart-agriculture/knowledge/practices/periurban/es>.
- **FONTAGRO** (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria). 2020. El rol de las instituciones públicas en la promoción del abastecimiento de alimentos en la agricultura familiar (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://www.fontagro.org/es/publicaciones/prensa/comunicados-de-prensa/el-rol-de-las-instituciones-publicas-en-la-promocion-del-abastecimiento-de-alimentos-en-la-agricultura-familiar/>.
- **Fuglie, K.** 2016. The Growing Role of the Private Sector in Agricultural Research and Development World-Wide. *Global Food Security* 10:29-38.
- **Galicia, L; López de Romaña, D; Harding, KB; De-Regil, LM; Grajeda, R.** 2016. Tackling malnutrition in Latin America and the Caribbean: challenges and opportunities. *Pan American Journal of Public Health* 40(2):138-146.
- **Gardi, C; Angelini, M; Barceló, S; Comerma, J; Cruz Gaistardo, C; Encina Rojas, A; Jones, A; Krasilnikov, P; Mendonça Santos Brefin, ML; Montanarella, L; Muñiz Ugarte, O; Schad, P; Vara Rodríguez, MI; Vargas, R.** 2014. Atlas de suelos de América Latina y el Caribe. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. p. 13.
- **Hazell, P; Rahman, A.** 2014. New directions for smallholder agriculture. Londres, Reino Unido, Oxford University Press, IFAD.
- **Henríquez, P; Li Pun, H.** (eds.). 2013. Innovaciones de Impacto: Lecciones de la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. San José, Costa Rica, FONTAGRO, IICA, BID. 224 p.
- **Hotten, R.** 2019. Agricultura vertical: el boom del millonario negocio de las frutas y verduras futuristas que crecen en las ciudades (en línea). Londres, Reino Unido, BBC. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49530857>.
- **IICA** (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica); **CATIE** (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica). 2019. Soluciones basadas en la naturaleza: experiencias y oportunidades de los paisajes de América Latina y el Caribe (en línea). San José, Costa Rica. 1 feb. 2021. Disponible en <http://biblioteca.iica.int/cgi-bin/koha/opac-imageviewer.pl?biblionumber=139681>.
- **ILEIA.** 2017. Building Food Sovereignty. *Farming Matters* Formerly known as LEISA Magazine 04-2017-33.1 (en línea). Consultado 1 feb. 2021. Disponible en https://www.ileia.org/wp-content/uploads/2017/04/FM_01_2017_Web_LR_FINAL.pdf.
- **INIA** (Instituto Nacional de Innovación Agraria, Perú). 2020. CARAL 2020: veinte innovaciones de impacto de la agricultura familiar. Concurso nacional de

premiación a la calidad de los proyectos de innovación agraria: premio nacional INIA – CARAL 2020 (en línea). Lima, Perú, Ministro de Agricultura y Riego, INIA. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/10105>.

- **Keating, B; Carberry, P; Thomas, S; Clark, J.** 2013. Eco-Efficient Agriculture and Climate Change: Conceptual Foundations and Framework. *In* Hershey, CH (ed.). *Eco-efficiency: From vision to reality*. Cali, Colombia, CIAT. p. 18-28. (CIAT Publication 381).
- **Kremer, M; Hougbo, GF.** 2020. Grow back better? Here's how digital agriculture could revolutionise rural communities affected by COVID-19 (en línea). Ginebra, Suiza, World Economic Forum. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://www.weforum.org/agenda/2020/07/digital-agriculture-technology>.
- **Mateo, N.** 2019. El sector filantrópico ¿Nueva frontera para financiar investigación e innovación agrícola, forestal y ambiental? *Revista de Ciencias Ambientales UNA* 53 (1):171-181.
- **Mateo, N; Ortiz, R.** 2013. Resource Use Efficiency Revisited. *In* Hershey, CH (ed.). *Eco-efficiency: From vision to reality*. Cali, Colombia, CIAT. p. 1-17. (CIAT Publication 381).
- **Meadows, DH; Meadows, DL; Randers J.** 1992. *Beyond the limits: Confronting global collapse, envisioning a sustainable future*. Post Mills, Vermont, Estados Unidos de América, Chelsea Green Publishing Co. 300 p.
- **Meadows, DH; Meadows, DL; Randers J; Behrens III, WW.** 1972. *The limits to growth*. Nueva York, Estados Unidos de América, Universe Books. 205 p.
- **Meadows, DH; Randers, J; Meadows, DL.** 2004. *Limits to growth: The 30-year update*. White River Junction, Vermont, Estados Unidos de América, Chelsea Green Publishing Co. 322 p.
- **Montagnini, F; Somarriba, E; Murgueitio, E; Fassola, H; Eibl, B.** 2015. *Sistemas agroforestales: Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales*. Turrialba, Costa Rica, CIPAV, CATIE, Yale School of Forestry and Environmental Studies, INTA, Facultad de Ciencias Forestales El Dorado, Universidad Nacional de Misiones. 454 p. (Serie Técnica, Informe Técnico 402, CATIE).
- **Naciones Unidas.** 2020. Diez cosas que debes saber sobre la agricultura industrial (en línea). Nairobi, Kenia, PNUMA. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/10-cosas-que-debes-saber-sobre-la-agricultura-industrial>.
- **NAMA Café de Costa Rica.** 2021. Cambio climático ¿Qué es una NAMA? (en línea). Barva, Heredia, Costa Rica, ICAFE. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://www.namacafe.org/es/que-es-una-nama-0>.
- **National Geographic en español.** 2021. ¿En qué región del mundo habita la mayor parte de la diversidad biológica? (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América. Consultado 1 abr. 2021. Disponible en <https://www.ngenespanol.com/traveler/en-que-region-del-mundo-habita-la-mayor-par>

te-de-la-diversidad-biologica/.

- **Nin-Pratt, A; Falconi, C; Ludena, CE; Martel, P.** 2015. Productivity and the performance of agriculture in Latin America and the Caribbean: from the lost decade to the commodity boom. Washington, D. C., Estados Unidos de América, BID. (IDB Working Paper No. 608).
- **Pezo, D; Muschler, R; Tobar, D; Pulido, A.** 2019. Intervenciones y tecnologías ambientalmente racionales (TAR) para la adaptación al cambio climático del sector agropecuario de América Latina y el Caribe (ALC) (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América, FMAM/FONTAGRO/BID. 272 p. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18235/0002086>. (Monografía del BID 687).
- **Polastry, R.** 2020. Building up family farmers' resilience through nature-based solutions in Latin America and the Caribbean (en línea). Roma, Italia, FIDA. Consultado 1 abr. 2021. Disponible en <https://www.ifad.org/en/web/latest/-/blog/building-up-family-farmers-resilience-through-nature-based-solutions-in-latin-america-and-the-caribbean>.
- **Salcedo, S; Guzmán, L.** 2014. Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de políticas. Santiago, Chile, FAO. 497 p.
- **Schejtman, A.** 2008. Alcances sobre la agricultura familiar en América Latina (en línea). Santiago, Chile, RIMISP. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/handle/10625/39808>. (Documento de Trabajo N°21. Programa Dinámicas Territoriales Rurales).
- **Sonneveld, BGJS; Merbis, MD; Alfarrá, A; Ünver, O; Arnal, MF.** 2018. Nature-based solutions for agricultural water management and food security. Roma, Italia, FAO. 66 p. (Land and Water Discussion Paper no. 12).
- **Stads, GJ; Beintema, N; Perez, S; Flaherty, K; Falconi, C.** 2016. Agricultural Research in Latin America and the Caribbean. A Cross-Country Analysis of Institutions, Investment, and Capacities (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América, ASTI-BID. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://www.asti.cgiar.org/sites/default/files/pdf/LACRegionalReport2016.pdf>.
- **Stockholm Resilience Centre.** 2021. Planetary boundaries (en línea). Consultado 1 feb. 2021. Estocolmo, Suecia, Stockholm University. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>.
- **United Nations.** 2019. World Urbanization Prospects: the 2018 Revision (en línea). Nueva York, Estados Unidos de América, Department of Economic and Social Affairs Population Division. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>.
- **WRI (World Resources Institute, Estados Unidos de América).** 2018. Creating a Sustainable Food Future: A menu of solutions to feed nearly 10 billion people by 2050. Washington, D. C., Estados Unidos de América. 90 p.
- **ZWIA (Zero Waste International Alliance).** 2021. Zero Waste Hierarchy of Highest and Best Use (en línea). s. n. t. Consultado 1 feb. 2021. Disponible en <https://zwia.org/zwh/>.