

Oportunidades y desafíos para la investigación en agricultura, y en seguridad alimentaria y nutricional en las Américas

Análisis regional elaborado por IANAS a partir de evaluaciones nacionales



Febrero 2018

ISBN: 978-607-8379-29-3

Este informe se puede encontrar en
www.ianas.org



Oportunidades y desafíos para la investigación sobre la seguridad alimentaria y nutricional en la agricultura de las Américas

Análisis regional elaborado por IANAS a partir de evaluaciones nacionales

Oportunidades y desafíos para la investigación sobre la seguridad alimentaria y nutricional en la agricultura de las Américas

Análisis regional elaborado por IANAS a partir de evaluaciones nacionales

Eduardo Bianchi
Catedrático e Investigador
Escuela Argentina de Negocios - Instituto Universitario,
FLACSO OMS, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales

M. Cristina Cabrera
Profesora Titular, GD Nutrición y Calidad de Alimentos, Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía; Profesor Adjunto Fisiología y Nutrición, Facultad de Ciencias, Udelar, Montevideo, Uruguay

Elizabeth Hodson de Jaramillo
Profesora Emérita, Pontificia Universidad Javeriana, Colombia; Miembro de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Katherine Vammen
Decano de la Facultad de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente de la Universidad Centroamericana (UCA) de Managua, Nicaragua

Michael T. Clegg
Coordinador de Proyecto
Profesor Emérito, Universidad de California, Irvine

La versión completa del libro se puede consultar en www.ianas.org

La Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS) es una red regional de Academias de Ciencias que fue creada con el propósito de brindar apoyo a los esfuerzos de cooperación dirigidos a promover la ciencia y la tecnología como medios para avanzar en la investigación y el desarrollo, al igual que en el bienestar y la igualdad en las Américas. IANAS es miembro regional de la Red Mundial de Academias de Ciencias (IAP, por sus siglas en inglés).

Eduardo Bianchi

Catedrático e Investigador - Escuela Argentina de Negocios - Instituto Universitario, FLACSO OMS, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales

M. Cristina Cabrera

Profesora Titular, GD Nutrición y Calidad de Alimentos, Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía; Profesor Adjunto, Fisiología y Nutrición, Facultad de Ciencias, Udelar, Montevideo, Uruguay

Elizabeth Hodson de Jaramillo

Profesora Emérita, Pontificia Universidad Javeriana, Colombia; Miembro de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Katherine Vammen

Decano de la Facultad de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente de la Universidad Centroamericana (UCA) de Nicaragua

Michael T. Clegg

Coordinador de Proyecto, Profesor Emérito, Universidad de California, Irvine

2017 © La Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS); Red Mundial de Academias de Ciencias (IAP); El Ministerio Federal de Educación e Investigación Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF); Academia Nacional Alemana de Ciencias - Leopoldina

ISBN: 978-607-8379-29-3

Impreso en México

Acceso público gratuito de este libro en inglés y en español en www.ianas.org

Imágenes de portada. Imagen superior izquierda: Cosecha masiva de frijol de soya en Campo Verde, Mato Grosso, Brasil; ©Shutterstock. Imagen superior central: Porción del Parque Nacional Alejandro de Humboldt, "La Melba", Cuba, combina la agricultura con la conservación del medio natural; © Foto cortesía de Dr. Julio Larramendi. Imagen superior derecha: Joven técnica en agricultura trabajando en la estación experimental de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay; © foto cortesía de Zulma Saadoun. Imagen inferior: Granja en un campo de Canola en Alberta, Canadá; ©Shutterstock.

Editor y corrector de textos en español: María Areli Montes Suárez (México) y autores de los capítulos

Traductora y editora de textos en inglés: Suzanne Stephens (Reino Unido)

Diseño editorial: Víctor Daniel Moreno Alanís

Apoyo administrativo de Alemania: Jana Hinz y Anja Geißler, Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina

Apoyo administrativo de México: Alejandra Muñoz Buenrostro (2017), Verónica Barroso (2016), Luis Arturo Dassaev (Organización del Seminario 2016 en México), IANAS

Impreso por la Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS-IAP), Calle Cipreses s/n, Km 23.5 de la Carretera Federal México-Cuernavaca, 14400 Tlalpan, Distrito Federal, México. El Ministerio Federal de Educación e Investigación (alemán: Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF) Heinemannstraße 253175 Bonn, la Academia Nacional de Ciencias de Alemania-Leopoldina y la Red Mundial de Academias de Ciencias (IAP).

Esta publicación se imprimió en papel ecológico (certificación del Consejo de Manejo Forestal-FSC): una parte de las fibras proviene de materiales reciclados y la otra de bosques explotados de manera sostenible. Además, se utiliza papel libre de cloro (Certificación libre de cloro elemental - ECF) con objeto de contribuir a la conservación de los recursos hídricos.

Contenido

Prólogo	vii
Introducción	1
Resumen y principales conclusiones	3
Capítulo 1 Las Américas	9
Capítulo 2 Características de recursos y ecosistemas	11
Recursos hídricos y desafíos de los próximos cincuenta años	11
Tierras de cultivo, zonas áridas y recursos del suelo	13
La deforestación y sus consecuencias	14
Conflictos y retos de la biodiversidad	15
Consecuencias del cambio climático	16
Desarrollo de resiliencia al cambio climático	16
Gestión del nexo Agua-Energía-Alimentación	17
Capítulo 3 Sistemas nacionales de investigación agrícola	19
Introducción	19
Contexto institucional, áreas de investigación e infraestructura	19
Las universidades y el desarrollo del capital humano	20
Papel del sector privado en la investigación agrícola	21
Investigación e innovación en el contexto del cambio climático	21
Conclusiones	21
Capítulo 4 Oportunidades con que cuentan la ciencia, la tecnología y la innovación para aumentar la eficiencia y la competitividad de la producción agrícola sostenible en las Américas	23
Introducción	23
Lograr la sostenibilidad al mismo tiempo que se aumenta la eficiencia de los sistemas agrícolas	23
Papel de las tecnologías en los sistemas de producción agrícola	24
Perspectivas de nuevos productos	25
Sistemas de producción animal	25
Sistemas marinos	25
Aumento de la eficiencia y la competitividad de los sistemas alimentarios. Perspectivas de aumentos en la producción agrícola como resultado de la CTI	26
Obstáculos relacionados con la aplicación de nuevas tecnologías	26
Conservación de los recursos genéticos y perspectivas de los cultivos subutilizados como recursos	27
Reducción de la pérdida y residuos de alimentos	27
Recuadro 1 Resumen de elementos dirigidos a aumentar la eficiencia, la competitividad y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en las Américas	27
Recuadro 2 Sinopsis de los sistemas de producción agrícola en algunos países de las Américas	28

Capítulo 5	
Nutrición y salud pública: Riesgos y oportunidades para el futuro	31
Inseguridad alimentaria: un problema de las Américas	31
Deficiencias de micronutrientes	31
Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA): Un problema compartido de las Américas	31
La obesidad en las Américas: un problema nutricional en aumento	32
Nutrición, estilos de vida y pérdida de hábitos alimenticios saludables: Un desafío del futuro	32
Capítulo 6	
Contexto científico y político	35
Introducción	35
Marco institucional	35
Investigación, innovación y reposicionamiento de la agricultura	36
Problemas políticos relacionados con la obesidad y el sobrepeso	36
Pobreza y seguridad alimentaria y nutricional	36
El papel del comercio internacional	37
Otras políticas específicas	37
Conclusiones	37
Capítulo 7	
El camino a seguir	39
Referencias bibliográficas	41
Biografías de los autores	45

Prólogo

La Red Mundial de Academias de Ciencias (IAP) reúne a las redes regionales de academias establecidas y propicia una nueva colaboración que garantiza que se escuche la voz de la ciencia en lo que concierne a las prioridades de la sociedad.

La lucha contra la desnutrición en sus diversas formas –desnutrición y deficiencias de micronutrientes, así como el sobrepeso y la obesidad– son problemas que enfrentan todos los países. La transformación de la producción agrícola hacia la sostenibilidad es un problema mundial directamente relacionado con los retos internacionales como la urbanización, empleo y reducción de la pobreza. Las academias internacionales de ciencias cuentan con una sólida e interesante historia en estas áreas. Por ejemplo, como se señala en la revista *Materialización de la promesa y el potencial de la agricultura africana*, del Consejo Inter-Académico de 2004, la ciencia es capaz de encontrar soluciones sostenibles a los desafíos que enfrentan los sistemas alimentarios mundiales y nacionales relacionados con la salud, la nutrición, la agricultura, el cambio climático, la ecología y el comportamiento humano. La ciencia también puede desempeñar un papel destacado posibilitando detectar prioridades estratégicas como es la competencia por el uso de la tierra para otros fines –a saber, la producción de energía, la urbanización o la industrialización–, pero vinculándolos con el medio ambiente en términos de uso de recursos y biodiversidad. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible adoptados por la ONU en 2015 ofrecen un marco político de vital importancia para comprender y enfrentar los desafíos, pero requieren un compromiso adicional de la ciencia para resolver las complejidades de las políticas y programas basados en la evidencia.

Es apremiante crear una masa crítica de investigación e innovación y movilizar este recurso para que brinde asesoramiento a los responsables de la formulación de políticas y otras partes interesadas. Las Academias de Ciencias de todo el mundo se han comprometido a fortalecer la base empírica con objeto de mejorar la seguridad alimentaria y nutricional a nivel mundial, regional y nacional. El trabajo colectivo de las Academias pretende propiciar el aprendizaje entre las diversas regiones y demostrar la manera como aquellas son capaces de contribuir a compartir e introducir buenas medidas orientadas a solucionar asuntos polémicos, desarrollar y transmitir la base de evidencia e informar sobre las opciones a elegir en cuanto a políticas. La iniciativa actual de la Red Mundial de Academias de Ciencias (IAP) es revolucionaria porque integra las perspectivas regionales y aprovecha lo mejor de la ciencia. En este proyecto, utilizamos el poder de convocatoria, recopilación de pruebas, análisis y asesoramiento de las academias para explorar las

múltiples formas que existen de aumentar la seguridad alimentaria y nutricional, e identificar los planes de investigación adecuados para las comunidades científicas, así como las oportunidades de inversión para la política científica. Una parte fundamental de este trabajo es determinar la forma como la investigación, dentro y a través de las diversas disciplinas, puede contribuir a resolver los problemas en la interfaz ciencia-política, por ejemplo, como la evaluación y el fortalecimiento de la conexión entre la agricultura, la nutrición y la salud. Los sistemas alimentarios se encuentran en una etapa de transición y nuestro diseño de proyecto ha empleado un enfoque integrador de sistemas alimentarios que contemple, desde diferentes perspectivas, todos los pasos en cuestión, desde el cultivo hasta el procesamiento, el transporte, la comercialización, la compra y el consumo, la eliminación o el reciclaje de residuos de alimentos.

Se formaron cuatro grupos de trabajo paralelos de la red académica regional: en África (NASAC), en las Américas (IANAS), en Asia (AASSA) y en Europa (EASAC). Cada uno tuvo claro el objetivo de analizar las circunstancias actuales y las proyecciones futuras, así como compartir la información, aclarar asuntos controversiales e identificar las lagunas de conocimiento; todo ello para ofrecer consejos sobre las opciones de políticas y prácticas a nivel nacional-regional con la finalidad de aprovechar al máximo los recursos disponibles. Cada equipo de trabajo se integró con expertos de toda la región designados por las Academias miembros de la IAP, y para su selección se consideró su habilidad para aportar un justo equilibrio entre experiencia y conocimientos científicos. El proyecto es novedoso por su formato regional y su compromiso de catalizar la interacción continua entre las regiones, y dentro de ellas, con objeto de compartir el conocimiento y apoyar la puesta en marcha de buenas prácticas.

Estos cuatro grupos regionales colaboraron de forma análoga y avanzaron desde un punto de partida común representado por el modelo autorizado por la IAP de los temas principales. Entre estos, los principales que se analizaron fueron las oportunidades científicas relacionadas con los siguientes rubros:

- Garantía de la producción sostenible de alimentos (tierra y mar), dietas sostenibles y comunidades sostenibles, incluyendo asuntos relacionados con la transformación agrícola frente a la creciente competencia por el uso de la tierra;
- Promoción de los sistemas de alimentos saludables y aumento del enfoque en la nutrición, con un mayor énfasis en la calidad del régimen alimentario, los grupos vulnerables y las decisiones informadas;

- Identificación de los recursos que fomenten la resiliencia, incluida la resiliencia de los ecosistemas y los mercados internacionales;
- Respuesta y preparación ante el cambio climático y otros cambios ambientales y sociales.

Cada uno de los grupos regionales decidió el grado relativo de esfuerzos que destinaría a los diferentes temas y a los diversos elementos dentro del enfoque de sistemas integrales de alimentos, de acuerdo con las necesidades y la experiencia locales.

Las cuatro redes ya han publicado sus resultados regionales como parte de su plan para interactuar con los responsables de la formulación de políticas y las partes interesadas a nivel regional y nacional. Asimismo, estos resultados individuales se usarán como recursos comunes para informar sobre la elaboración de un quinto informe de análisis de la IAP a nivel internacional. Este quinto informe abordará asuntos interregionales, conectividades locales y globales, y temas relativos a la interfaz ciencia-política que las instituciones intergubernamentales y otros organismos con funciones y responsabilidades internacionales deben tomar en cuenta. Pretendemos que el proyecto de la IAP sea emblemático y agregue valor a la gran cantidad de trabajo que muchos otros grupos ya han realizado. Esta particularidad se logrará mediante la capitalización de los logros ya alcanzados en el trabajo regional y en la exploración de los fundamentos que dan origen a las diferencias en las evaluaciones y conclusiones regionales. Continuaremos recopilando información a partir de la integración del amplio espectro de las disciplinas científicas y los contextos nacionales y regionales.

Este proyecto fue pensado para despertar el interés de las cuatro redes regionales en el análisis y síntesis de acuerdo con su propia experiencia, tradiciones y prioridades políticas establecidas, para identificar un vínculo obvio con la evidencia disponible y al mismo tiempo manteniendo su observancia de los estándares académicos comunes. El proyecto en su conjunto, y en sus partes regionales, también contó con el apoyo de la necesaria evaluación y control de calidad, en especial a través de procedimientos de revisión por pares.

Se esperaba que las regiones pudieran identificar soluciones diferentes a problemas comunes:

consideramos esta heterogeneidad una cualidad del novedoso diseño del proyecto. Estuvimos en lo correcto. Si bien los resultados regionales varían en enfoque, contenido y formato, los cuatro ofrecen valiosas evaluaciones. Están personalizados de acuerdo con las circunstancias regionales específicas, pero considerando los contextos internacionales y todos pueden incluirse en el modelo inicial de la IAP. Esta última etapa común de clasificación, coordinación y re-análisis de la IAP se encuentra en su etapa inicial. De acuerdo con nuestra evaluación provisional, el proyecto se encuentra avanzando de forma satisfactoria hacia el logro de los objetivos dobles de (i) catalizar los debates y las acciones nacionales y regionales, e (ii) informar sobre el análisis global y la toma de decisiones.

Recibiremos con agrado sus comentarios sobre nuestros resultados regionales y sobre la mejor forma de unirnos a otros para ampliar el diálogo y poner a prueba nuestras recomendaciones. También nos gustará escuchar su opinión en cuanto a las prioridades a las que actualmente se debe prestar mayor atención a nivel global, los puntos que se han omitido y que no debieron omitirse, y la manera como se podrían buscar nuevos cursos de acción.

Aprovechamos esta oportunidad para agradecer a los muchos expertos científicos, incluidos los científicos más jóvenes, que han aportado su tiempo, esfuerzo y entusiasmo a nuestros grupos de trabajo regionales, pues han contribuido enormemente a que este ambicioso proyecto cumpla su promesa de convertirse en uno original y único. Agradecemos a nuestros evaluadores su visión y apoyo, y a todas nuestras Academias y redes regionales, así como a nuestra Secretaría Central, por su inquebrantable compromiso con este trabajo de la IAP. También deseamos expresar nuestro agradecimiento al Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF) por su generoso financiamiento para el proyecto.

Krishan Lal
Co-Presidente,
Red Mundial de
Academias de Ciencias

Volker ter Meulen
Co-Presidente,
Red Mundial de Academias
de Ciencias y Presidente
Red Mundial de Academias

Octubre 2017

Introducción

Este informe pretende evaluar las perspectivas actuales y a corto plazo de la seguridad alimentaria y nutricional en las Américas (América del Norte, Central y del Sur, junto con los estados insulares del Caribe). La Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS) se dio a esta tarea a través de acercamientos con las Academias de Ciencias de cada uno de los países para encomendarles las evaluaciones correspondientes. El resultado fue un informe en forma de libro que comprende evaluaciones de 21 países, desde Canadá en el norte, hasta Chile y Argentina en el sur, junto con un capítulo regional que incluye a muchas de las islas del Caribe (se hicieron capítulos separados para Cuba y la República Dominicana). Algunos de los capítulos aparecen intercalados con recuadros que destacan temas especiales, como los aspectos de género de la seguridad alimentaria y nutricional, las oportunidades tecnológicas, las nuevas fuentes de alimentos y los desafíos políticos. Participaron más de 200 expertos en la elaboración de las diversas evaluaciones de los países y agradecemos profundamente a nuestros colegas de las Américas su paciencia y dedicación en esta importante tarea. El resultado de la labor se titula *Retos y Oportunidades de la Seguridad Alimentaria en las Américas: El punto de vista de las Academias de Ciencias*.

El presente documento es resumen y síntesis de los elementos clave de las evaluaciones de los países. Hemos intentado identificar los problemas generales comunes a los países de nuestro hemisferio y también poner de manifiesto las amenazas y oportunidades

específicas. En general, creemos que las Américas son muy afortunadas al tener tal abundancia de recursos naturales combinados con su extensa capacidad de producción y amplia gama de avances científicos en su productividad agrícola. Aunque en las Américas todavía existe inseguridad alimentaria, la última generación ha podido experimentar importantes avances en términos de disponibilidad de alimentos y nivel de vida. Al mismo tiempo han surgido nuevos peligros –como los impactos del cambio climático y la degradación ambiental–, que afectan directamente a los recursos hídricos vitales (en particular, los recursos de las aguas subterráneas), una desaceleración del ritmo del avance tecnológico debido al estancamiento de la inversión pública y las amenazas relacionadas con la salud –como las enfermedades transmitidas por alimentos y una mala nutrición–, lo cual se refleja en la actual epidemia de obesidad.

La Red Mundial de Academias de Ciencias (IAP) puso en marcha este proyecto, que cuenta con el apoyo del Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania a través de Leopoldina, la Academia Nacional de Ciencias de Alemania. La idea comenzó con una reunión de los representantes de las cuatro redes académicas regionales en Halle, Alemania, en junio de 2015, donde se elaboraron los primeros planes para el proyecto. El resumen de las Américas se complementará con los resúmenes de Europa, Asia y África.

Michael Clegg
Coordinador de Proyecto

Resumen y principales conclusiones

Las Américas son heterogéneas con respecto a clima, topografía, prácticas agrícolas, retos en términos de salud y nutrición, investigación y desarrollo educativo, e instituciones gubernamentales. A pesar de esta heterogeneidad, hay una serie de aspectos generales que surgen de la evaluación de la seguridad alimentaria y nutricional en las Américas elaborada por IANAS. La primera conclusión fundamental es que la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) han desempeñado y seguirán desempeñando un papel clave en el desarrollo agrícola, el suministro de alimentos nutritivos y el aseguramiento de la seguridad alimentaria. Una segunda es que las Américas, como muchas otras regiones del mundo, enfrentan grandes desafíos en términos de degradación ambiental, incluida la degradación de los recursos básicos hídricos y terrestres. Hacer frente a estos desafíos requerirá de una inversión continua en CTI, junto con la capacitación adecuada que dé lugar a una nueva generación de profesionales calificados, así como la implementación de políticas basadas en la evidencia más eficaces a nivel gubernamental e intergubernamental. Por último, es indispensable contar con una mayor cooperación internacional si hemos de lograr la seguridad alimentaria y nutricional para todos los países y pueblos.

Se presentan las principales conclusiones de la evaluación de seguridad alimentaria y nutricional (FNS, por sus siglas en inglés) en las Américas en un formato breve y sucinto. Los detalles que respaldan estos resultados y sus conclusiones se pueden encontrar en las evaluaciones de los capítulos que se presentan a continuación.

Las Américas son una región privilegiada por su excepcional abundancia de recursos naturales. La riqueza de la región en agrobiodiversidad, tierras de cultivo y disponibilidad de agua, constituyen importantes ventajas para el futuro.

- La región de América Latina es una superpotencia en términos de biodiversidad que incluye a cinco de los diez países con mayor biodiversidad del mundo.
- América Latina es el mayor exportador neto de alimentos del mundo, donde 18 países de América Latina y el Caribe son importadores netos de alimentos.
- América del Norte es el segundo mayor exportador neto.
- La acuicultura se ha convertido en una industria importante en países como Canadá, Chile, México, Perú, Argentina y Ecuador.
- Más de 85% de todos los cultivos biotecnológicos y transgénicos se siembran actualmente en las Américas y han proporcionado significativos beneficios ambientales por su bajo uso de herbicidas, sus nulas o casi nulas prácticas de labranza, una mayor productividad por unidad de superficie y la disminución de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
- La región de las Américas cuenta con un gran potencial de crecimiento en producción de alimentos.

Existe una considerable diversidad entre los sistemas nacionales de investigación agrícola, la infraestructura, las inversiones en capital humano, la capacidad financiera y los papeles que desempeñan los sectores público y privado en el suministro de herramientas de CTI. Se incluyen algunos aspectos cruciales como los siguientes:

- Si bien la capacidad de la CTI es considerable en los países más grandes de las Américas, no ha tenido el mismo auge en muchos países pequeños por lo que la cooperación regional es especialmente importante. Las universidades son decisivas en la capacitación de capital humano para los sistemas alimentarios y son fuentes clave de investigación e innovación en casi todos los países.
- La práctica de apoyar el intercambio internacional en educación de posgrado para la agricultura y temas relacionados ha existido desde hace mucho tiempo, pero la participación de los Estados Unidos de América (EUA) ha disminuido, aunque el aumento de oportunidades en Brasil y varios países europeos ha compensado este hecho. En general, estas prácticas de intercambio no se han formalizado en acuerdos gubernamentales internacionales y el acceso a la infraestructura y el apoyo financiero varía mucho entre los países.
- En términos generales, la colaboración entre las universidades y los centros de investigación no es sólida, por lo que es importante establecer vínculos más estables y dinámicos. Los centros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) –como el CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia), el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo en México) y el IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica)– son excepciones, ya que conectan la investigación agrícola en América Latina con el mundo.

- La inversión pública es fundamental para la investigación agrícola en todos los países de la región. Con todo, en muchos países de las Américas, la inversión está muy por debajo del promedio de los países más desarrollados e incluso por debajo de los niveles recomendados por organizaciones como la Organización de las Naciones Unidas (ONU).
- Muchos países no cuentan con bases de datos adecuadas que caractericen el estado de su sistema agrícola y no existe suficiente información estadística sobre el sector.
- En general, los países de las Américas no se han integrado lo suficiente en materia de políticas comerciales y económicas. Un primer paso importante es que la Red Regional de Sistemas Públicos de Suministro y Comercialización de Alimentos de América Latina y el Caribe (LAC) promueva la producción y comercialización inclusiva y eficiente creada en 2015 por Brasil, Bolivia, Chile, Costa Rica, Ecuador y San Vicente y las Granadinas, pero se requiere tomar más acciones.
- Existen muy pocas empresas privadas en el campo de la agricultura o biotecnología agrícola que cuenten con sus propios programas de investigación en la mayoría de los países de la región. La excepción es EUA, donde aproximadamente 60% de la inversión en investigación agrícola proviene del sector privado. Le sigue Canadá con aproximadamente 12% de inversión del sector privado.
- Las redes de colaboración eficaces entre los centros de investigación y las empresas privadas son indispensables para que los esfuerzos encaminados a la ciencia y la tecnología se centren en la solución de problemas relacionados con las necesidades del sector productivo.
- En muchos países, el vínculo entre la investigación científica y las necesidades de la seguridad alimentaria y nutricional de las poblaciones vulnerables es precario.
- La reducción de la pérdida y desperdicio de alimentos es una tarea conjunta en la que todos los actores –productores, distribuidores, minoristas, consumidores, instituciones de investigación y gobiernos– deben participar de manera decisiva.
- La identificación y corrección de las enormes deficiencias de los sistemas agroalimentarios de muchos países de las Américas constituyen un plan de acción impostergable que puede llevarse a cabo de la mejor manera en un marco de cooperación interregional.

El uso eficiente de los recursos hídricos es indispensable para el crecimiento futuro de la producción de alimentos, la salud pública y la calidad de vida en las Américas.

- La mala calidad y el manejo ineficiente del agua se encuentran entre los mayores desafíos ambientales de las Américas. Estas son ricas en recursos hídricos, pero las mejoras basadas en la CTI para la gestión del agua, en especial con respecto a la optimización de la eficiencia del riego, son imprescindibles para lograr el potencial de producción de alimentos de la región.
- Las sequías periódicas agravan los problemas de gestión del agua y los periodos de altas precipitaciones dan lugar a un uso excesivo, seguido de un difícil recorte económico en periodos de escasez.
- La calidad del agua se degrada cada vez más debido a contaminantes no deseados, incluyendo patógenos, fertilizantes, pesticidas, materiales vegetales descompuestos, sedimentos suspendidos y otros contaminantes como combustibles y solventes. Los escurrimientos en arroyos y lagos ocasionan un enturbiamiento que perjudica a los peces y agrega materiales que, a la larga, reducen el volumen de lagos y embalses. La eutrofización de las aguas superficiales por insumos agrícolas como el fósforo y el nitrógeno es un problema continuo.
- El enfoque se está cambiando de la productividad de la tierra a la productividad del agua, lo que requiere cambios en los patrones de cultivo, novedosos métodos de riego, estrategias de mejoramiento de cultivos, nuevas políticas y una mayor inversión en investigación y desarrollo de capacidades.
- Es necesario desarrollar e implementar instituciones y protocolos para la gestión de aguas subterráneas. Estas son muy importantes ya que actúan como solución amortiguadora de la sequía y complementan los suministros de la superficie. Existen muchos ejemplos en las Américas donde los recursos de aguas subterráneas se agotarán de forma prematura, de no gestionarse adecuadamente.

El agua, los alimentos y la energía son recursos interdependientes que requieren de una gestión más integral.

- Es importante identificar las formas de energía que utilizan grandes cantidades de agua para poder reemplazarlas poco a poco por otras que sean capaces de reducir el uso de este líquido.
- Las innovaciones en la producción de energía solar y eólica no tienen casi ningún impacto en el agua.

- Los requerimientos de agua para regar cultivos para biocombustibles, en general, son muchos más que los que se requieren para la extracción de combustibles fósiles. Los subsidios basados en biocombustibles, que incentivan a los agricultores a bombear acuíferos a tasas insostenibles, han llevado al agotamiento de las reservas de agua subterránea, por lo que esta práctica debe prohibirse.

La región de América Latina continúa experimentando una deforestación masiva con su consecuente degradación ambiental. Las mayores pérdidas netas (3.6 millones de hectáreas/año) se registraron entre 2005 y 2010 y se produjeron en Sudamérica.

- En todos los países, el cambio de uso de bosques a tierras de cultivo aumenta los procesos erosivos y tiene un impacto extremadamente negativo en las masas de agua y las zonas ribereñas que, a su vez, dan lugar a mayores tasas de sedimentación, eutrofización y a una menor capacidad de regulación del régimen hidrológico, lo que aumenta los riesgos de intensidad de las inundaciones. La deforestación también es una de las principales causas de acumulación de gases de efecto invernadero y, por tanto, un causante del cambio climático.
- La mayoría de las zonas de las Américas enfrenta grandes desafíos como consecuencia de la destrucción y la fragmentación del hábitat. Esto se debe al aumento de la frontera agrícola, la urbanización, el turismo y otros desarrollos urbanos y comerciales, combinados con los cambiantes hábitos de consumo.
- La deforestación presente en muchas zonas de las Américas tiene un alto impacto en la calidad de vida, en especial la de las poblaciones pobres y rurales.
- La deforestación se compone de múltiples factores económicos y sociales: (1) crecimiento de la población, (2) cambios en el uso de la tierra (aumento de la frontera agrícola), (3) expansión económica insostenible, (4) pobreza y (5) corrupción.

La investigación sobre el cambio climático es fundamental, no solo porque la agricultura es una fuente importante de GEI, sino también para desarrollar estrategias de adaptación y mitigación climática en todos los países.

- La abundancia, incidencia y severidad de los ataques de plagas y enfermedades es una de las principales amenazas previsibles del cambio climático.

- La preservación *in situ* y *ex situ* de los recursos genéticos locales es una protección importante contra el cambio climático.
- El Caribe enfrenta un mayor riesgo en términos de degradación ambiental y desastres relacionados con el clima. Esta es también la región más vulnerable en cuanto a inseguridad alimentaria y nutricional, ya que depende en gran medida de las importaciones y su economía es precaria y diversificada. Se debe prestar mayor atención a las necesidades específicas de la región del Caribe.
- El enfoque que se tiene en las estadísticas climáticas promedio distrae la atención del hecho de que son los fenómenos extremos los que causan mayor daño. Una buena gestión de los fenómenos extremos es de suma importancia, así como estar conscientes de que lo que antes se creía que eran eventos que ocurrían cada 100 años, actualmente es probable que sucedan cada diez o menos años. Las estrategias para minimizar el riesgo serán recursos imprescindibles.

Un desafío clave del futuro será la producción de alimentos más sanos sin aumentar las zonas agrícolas mientras que al mismo tiempo se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y los desechos.

- Con base en la clasificación de 25 países del Índice de Sostenibilidad Alimentaria 2016 (incluye medidas de desecho de alimentos, agricultura sostenible y desafíos nutricionales), los países de las Américas clasificados se ubicaron en los niveles medios a bajos: Colombia 10, EUA 11, Argentina 14, México 15 y Brasil 20. Esto sugiere que existen buenas oportunidades de mejora en las Américas.
- La adopción del modelo de economía circular de reducción, reutilización y reciclaje en la producción será un importante avance. Este modelo deberá promover la sostenibilidad y fomentar el proceso de valor agregado para productos como alimentos procesados, probióticos, prebióticos, nutracéuticos, bioenergías y biomateriales, que de esta forma ayudarán a fortalecer y diversificar las economías locales.
- Las tecnologías modernas –como los cultivos biotecnológicos y la agricultura de precisión– son fundamentales para producir alimentos más sanos sin aumentar la superficie agrícola y, al mismo tiempo, reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y los desechos.
- Empero, la adopción de las tecnologías modernas se ha visto frenada por las limitaciones en

infraestructura que son comunes a todos los países de las Américas. Estas limitaciones tienen que ver con el desarrollo de sistemas de riego adecuados, una capacidad de almacenamiento de agua y alimentos conveniente, la existencia de suficientes sistemas de transporte y carreteras, y la debida inversión en instituciones productoras de CTI.

- La inteligencia de datos y la tecnología de la información (TI) moderna ofrecen excelentes oportunidades para poder avanzar en las prácticas de gestión sostenible. Estos métodos pueden ser de gran valor para anticipar y mitigar los impactos relacionados con el clima, así como mejorar la eficiencia del uso del agua y la eficiencia agrícola.

La desnutrición, la inseguridad alimentaria y la obesidad coexisten en mayor o menor grado, al igual que las enfermedades crónicas relacionadas con la obesidad.

- Durante los últimos diez años, la reducción de la pobreza y la desnutrición se han asociado con un aumento de la obesidad en varios países de las Américas. Así, la reducción de la pobreza es una condición necesaria, pero no suficiente para una alimentación adecuada y saludable.
- Las enfermedades no transmisibles (ENT) son la principal causa de morbilidad y mortalidad en EUA, Argentina, Uruguay y Chile e imponen costos excesivos en los sistemas de salud.
- Es necesario realizar más investigación sobre el comportamiento, con objeto de determinar la forma en que se eligen los alimentos, así como la manera en que eso puede modificarse, al tiempo que se integran en el sistema de producción de alimentos las mejores prácticas basadas en la ciencia.
- También es indispensable identificar e incorporar en las políticas el papel clave que el género desempeña en la producción de alimentos y su preparación, así como en la alimentación y selección de alimentos.
- Existe una gran necesidad de sistemas más eficientes de purificación y distribución del agua. El agua potable segura continúa siendo un problema importante en las Américas, el cual está directamente relacionado con la incidencia de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA).

El progreso de las Américas en el último cuarto de siglo ha sido impresionante y la CTI han desempeñado un importante papel en las mejoras relacionadas con los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). La CTI continuarán desempeñando un papel decisivo en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para 2030, pero

el avance dependerá, en parte, de una mayor cooperación regional y mundial en CTI y, en parte, del diseño de marcos de política más uniformes.

- La CTI son esenciales, no sólo para la consecución de la seguridad alimentaria y nutricional, sino también para erradicar la pobreza, proteger el medio ambiente y acelerar la diversificación y la transformación de las condiciones económicas.
- Cada vez más, la agricultura se percibe como un sector dinámico impulsado por la CTI en la transformación de las economías nacionales a futuro. Sin embargo, será importante generar un marco ampliado para la cooperación y coordinación de la CTI en las Américas con respecto a la seguridad alimentaria y nutricional.
- Las inversiones en investigación agrícola que se han efectuado en el pasado han culminado en altos rendimientos (estimados en 20 a 40 veces en todo el mundo), pero las tasas de ganancia han ido disminuyendo a medida que el potencial de las tecnologías más antiguas (por ejemplo, la revolución verde) se explota plenamente. Un paquete completo de nuevas innovaciones tecnológicas ofrece grandes posibilidades para la mejora de plantas y animales en el futuro. Estas nuevas innovaciones incluyen un uso más eficiente del agua y los nutrientes, mayores rendimientos, métodos más eficientes contra plagas y enfermedades, la integración de la robótica con inteligencia de datos y algoritmos avanzados para una gestión más eficiente, además de la adopción de mejores prácticas en el sector agrícola. Será de suma importancia acelerar el paso para que estas mejoras se conviertan en una realidad.

Por sí solas, la CTI no pueden lograr todos los avances en seguridad alimentaria y nutricional necesarios para el futuro. Los avances que éstas logren, combinados con una política eficaz basada en la evidencia, deberán implementarse de forma general en las Américas.

- Nunca se subrayará suficiente el importante papel que la gobernabilidad y las políticas públicas desempeñan en la consecución de la seguridad alimentaria y nutricional y el apoyo que brindan para el desarrollo de políticas agrícolas más sostenibles. Basta considerar la situación actual en Venezuela, donde un país que cuenta con abundantes recursos sufre escasez de alimentos debido a sus ineficientes políticas públicas.
- Existe un equilibrio entre los sistemas agrícolas de alta inversión y alta eficiencia y la agricultura a pequeña escala en muchos países de las Américas. Esta solución de compromiso social representa un importante problema de política pública.

- Desde un punto de vista histórico, el comercio de productos agrícolas se ha distorsionado debido a los subsidios y obstáculos que impiden el acceso a los mercados. Estas distorsiones deberán reducirse en un futuro.
- La mayoría de los países de las Américas necesitan mejores políticas y una mayor vigilancia y control que fomenten la sostenibilidad de los bosques, las aguas marinas, las aguas interiores y subterráneas, así como todos los demás ecosistemas terrestres y su biodiversidad.
- La erradicación de la pobreza y la seguridad alimentaria y nutricional son objetivos estrechamente vinculados que se deben tratar de conseguir de forma simultánea.
- Es necesario considerar los efectos secundarios de las políticas agrícolas, como la migración de la población rural a los centros urbanos y los impactos en el uso y conservación de la tierra.
- Las regulaciones relacionadas con el uso de plaguicidas, el uso excesivo de antibióticos, la agricultura orgánica y la reducción del desperdicio de alimentos son inadecuadas en muchos países.
- Es necesario perfeccionar la reglamentación basada en la evidencia para combatir las ETA de forma más eficaz.
- Los donadores internacionales y las ONG juegan un papel muy importante en el avance de la salud alimentaria y nutricional basado en la CTI en muchos países de las Américas.

- Debe explorarse la posibilidad de contar con una mayor participación de la Organización de los Estados Americanos (OEA) que haga posible los métodos basados en la CTI que acompañan a la seguridad alimentaria y nutricional.

Las organizaciones como IANAS también pueden contribuir a acelerar el avance mediante acercamientos con los responsables de la formulación de las políticas nacionales y apoyando activamente las políticas de seguridad alimentaria y nutricional basadas en la evidencia. IANAS cuenta con una notable presencia en la mayoría de los países de las Américas a través de las Academias Nacionales de Ciencias.

Es necesario vigilar y entender el cambio de la inversión en CTI que poco a poco se ha transferido del sector público al privado, para poder priorizar las brechas en el apoyo público.

- La poca participación del sector privado en la investigación en la mayoría de los distritos se considera una enorme deficiencia.
- Es necesario contar con mejores métodos de información a los responsables de las políticas nacionales y al público en general sobre los avances en materia de CTI, así como sobre las oportunidades de inversión.

El desafío para las Américas será conservar su capacidad de alimentar y nutrirse de forma adecuada, al mismo tiempo que contribuyen al suministro de alimentos para el resto del mundo.

Michael Clegg
Coordinador de Proyecto

Capítulo 1

Las Américas

Michael T. Clegg

De norte a sur, el hemisferio de las Américas se extiende más de 14,000 km desde el Ártico hasta la Antártida. Abarca casi todos los entornos posibles, desde la tundra ártica hasta los bosques tropicales, las regiones montañosas y los vastos desiertos. Aproximadamente 28% de la superficie terrestre se encuentra en las Américas, si bien la región alberga solo alrededor de 13.5% de la población humana. Según el Banco Mundial, alrededor de 10.9% de la tierra son tierras de cultivo, es decir, bajo cultivo, mientras que un mayor porcentaje es agrícola (aproximadamente 36%) –gran parte de la tierra clasificada como agrícola no es apta para el cultivo, pero incluye pastizales, parcelas abiertas y tierras forestales de pastoreo–. En el caso de América Latina y el Caribe casi 9% de su superficie terrestre son tierras de cultivo y alrededor de 38% son agrícolas. En EUA, las tierras de cultivo eran de alrededor de 16.9% en 2014, pero ya se habían reducido, pues cincuenta años atrás eran aproximadamente 19.7% (alrededor de 44.6% son tierras agrícolas), mientras que las tierras de cultivo en Canadá aumentaron de 4.5%, hace cincuenta años, a 5.1% en 2014 (datos del Banco Mundial <http://www.nationmaster.com/country-info/stats/Agriculture/Arable-land/Hectares>). De modo que el hemisferio americano cuenta con una importante capacidad agrícola.

Si bien la tierra es un requisito primordial, la agricultura moderna depende en gran medida de la energía, los recursos hídricos, la calidad del suelo y las inversiones en infraestructura, desde el transporte hasta la investigación y los sistemas educativos. Afortunadamente, el hemisferio americano cuenta con abundantes y diversos recursos energéticos (Milhone y Estrada, 2015), a pesar de que los recursos hídricos son abundantes en algunas regiones y escasos en otras (Jiménez-Cisneros y Galizia-Tundisi, 2013). La degradación del suelo es un desafío que requiere una mayor atención, en especial para mejorar nuestra comprensión y buen uso de la diversidad microbiana del suelo. Los países de las Américas requieren de constantes mejoras de infraestructura. Actualmente, la escasez de agua (o el exceso) parece ser quizás el recurso limitante más crítico, y esto, aunado a las incertidumbres del cambio climático, se convertirá en un problema cada vez mayor en los próximos cincuenta años.

La población humana total de las Américas es de aproximadamente 950 millones de personas. Según la ONU, se espera que aumente a 1,200 millones en 2050 (menos de 100 millones serán inmigrantes; se

prevé que el resto nacerá en las Américas). La tasa de crecimiento de la población en la mayoría de los países de las Américas ha disminuido de forma importante en los últimos cincuenta años y se ha acompañado de una mejora general del nivel de vida. Mientras que Canadá, EUA, Brasil, Argentina y México representan aproximadamente tres cuartas partes de la superficie terrestre, los tres países más poblados son EUA, Brasil y México, que representan más de 60% de la población humana del hemisferio. Las Américas son las regiones más urbanizadas del mundo (>80% de la población en áreas urbanas) (Banco Mundial <https://data.worldbank.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS>), y São Paulo, la Ciudad de México, la Ciudad de Nueva York, Buenos Aires, Los Ángeles y Río de Janeiro han sido clasificadas como megaciudades (>10 millones), con la ciudad de Chicago muy cerca, con 9.98 millones.

Los niveles de desarrollo económico en las Américas varían mucho, de mayor a menor en el Índice de Desarrollo Humano. Haití es el único país clasificado en el extremo inferior, mientras que varios países de América Central y del Sur se encuentran en el siguiente nivel (medio); Canadá (#10), EUA (#11), Chile (#38) y Argentina (#45) ocupan posiciones muy altas. Los demás países se ubican en la categoría alta. Otra medida del progreso de las Américas proviene de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, donde los avances en la erradicación del hambre (cabe señalar que la inseguridad alimentaria y el hambre no son lo mismo) han sido impresionantes. Por ejemplo, el hambre en América Latina se redujo de 15.3% a 6.1% entre 1992 y 2014. Otra medida importante de los ODM es el índice de mortalidad de menores de cinco años, que disminuyó 69% entre 1990 y 2015, pasando de 54 muertes por cada 1,000 nacidos vivos a 17 (Monitoreo de progreso de ODM, 2015). Estos avances son resultado directo de los aumentos en la producción agrícola basados en la ciencia, la mejora de los sistemas de salud, el amplio crecimiento económico y la mejora de los sistemas de gobierno.

Existen varios acuerdos comerciales importantes que abarcan algunas partes de las Américas, como el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (NAFTA, ahora sujeto a renegociación), el MERCOSUR (que incluye a Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay y Venezuela), la Alianza del Pacífico (Chile, Colombia, México y Perú), la Comunidad del Caribe (CARICOM) y el Programa Regional de Nutrición y Seguridad Alimentaria para Centroamérica. Sin embargo, EUA se retiró recientemente del Acuerdo Transpacífico de

Cooperación Económica, que hubiera incluido a los países del Pacífico de América del Sur, junto con México, EUA y Canadá, y una serie de naciones asiáticas. En estos momentos, pensar en una mayor integración económica en las Américas parece un sueño distante.

Las Américas crearon la organización intergubernamental regional más antigua del mundo, la Organización de Estados Americanos (OEA), entre 1888 y 1890. La OEA se estableció para coordinar y promover la cooperación entre los países de las Américas y es un interesante foro de intercambio de opiniones y resolución de desacuerdos. Pero la OEA no tiene las facultades cuasi gubernamentales de la Unión Europea (UE) y su influencia en las políticas nacionales de alimentación y nutrición es limitada.

Las Américas tienen la fortuna de contar con una sólida capacidad científica y tecnológica, especialmente en los países más grandes como EUA, Brasil, México y Canadá. Existen numerosas colaboraciones de investigación entre científicos independientes de estos países y sus contrapartes en otros países menos desarrollados, tanto en las Américas como en otras partes del mundo. En el caso de EUA, las colaboraciones de investigación básica cuentan con el apoyo de varias fundaciones filantrópicas y de organismos gubernamentales como la Agencia de EUA para el Desarrollo Internacional (US AID). Por ejemplo, un programa original de ayuda, llamado PEER (Asociación para una Mayor Participación en la Investigación) promueve la comunicación entre investigadores de EUA que cuentan con financiamiento de varias organizaciones científicas gubernamentales –National Science Foundation (Fundación Nacional de Ciencias), National Institutes of Health (Institutos Nacionales de la Salud), US Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de EUA) y otras organizaciones– e investigadores de varios países en desarrollo. La Academia Nacional de Ciencias de EUA administra el programa PEER de forma independiente; el programa de ayuda US AID se encarga del financiamiento destinado a los investigadores de los países en desarrollo con base en un programa de subvenciones por concurso. No obstante, cabe señalar que el importe total del financiamiento destinado a investigación es una cantidad modesta y que el apoyo a los investigadores de países en desarrollo depende de un esfuerzo de colaboración conjunto con los científicos estadounidenses. En Brasil, la Fundación de Apoyo a la Investigación de São Paulo (FAPESP) es un actor importante en el apoyo a la investigación tanto dentro como fuera del país. El Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC) canadiense subvenciona proyectos sobre seguridad alimentaria, salud y otros aspectos fundamentales de la CTI de América Latina y el Caribe.

La Corporación Brasileña de Investigación Agrícola (Embrapa) ha promovido sólidos programas de

investigación en agricultura que además cuentan con importantes vínculos internacionales. Durante los últimos cuarenta años, el costo real de los alimentos básicos ha disminuido y el rendimiento (kg/ha) se ha triplicado en Brasil, debido a la utilización eficiente de la CTI (Vilela y Rech *et al.*, 2017) y ha convertido a Brasil en un centro neurálgico de investigación de la agricultura tropical. Una gran parte de la estrategia brasileña se ha centrado en el desarrollo de capital humano y esta estrategia evidentemente ha dado origen a considerables dividendos a largo plazo. Hoy día, sin embargo, Brasil enfrenta una crisis financiera, en parte debido a la estrepitosa caída de la demanda de productos básicos, que ha provocado importantes recortes en las inversiones para investigación que realiza el Gobierno.

La capacitación de los científicos del futuro es un aspecto fundamental para la colaboración internacional. Hace mucho tiempo que existe una práctica de intercambio internacional en la educación de posgrado para la agricultura y temas relacionados, pero la participación de EUA ha venido disminuyendo de forma considerable desde la década de 1990 ya que los costos de la educación de posgrado, antes cubiertos por recursos públicos, poco a poco se han ido transfiriendo a los estudiantes. En otros tiempos, el programa de ayuda US AID otorgaba varios miles de becas por año a estudiantes de países en desarrollo para estudios de posgrado en EUA, pero a principios de la década de 1990 esto se redujo a menos de 200 becas anuales. En los últimos años, la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de Sao Paulo (FAPESP) ha lanzado un ambicioso programa de becas de apoyo para estudios de posgrado y para científicos visitantes de otras partes de las Américas. Actualmente, la mayoría de los científicos jóvenes de los países de ALC que desean capacitarse en el extranjero buscan posibilidades de educación especializada en Canadá, Brasil, México o en diversos países europeos. En general, estas prácticas de intercambio no se han formalizado en acuerdos gubernamentales internacionales, y el acceso a la infraestructura y el apoyo financiero varía mucho entre los países.

En términos generales, las naciones de las Américas no se han integrado lo suficiente en materia de políticas comerciales y económicas. La integración a nivel científico es un poco más sólida, pero opera principalmente a nivel de investigadores independientes. Las oportunidades de capacitación especializada también son limitadas, aunque se destacan los programas de becas de FAPESP como una excepción digna de celebrar. Por tanto, el enfoque adoptado en este proyecto ha sido, por necesidad, un planteamiento ascendente para evaluar primero el estado de la seguridad alimentaria y nutricional de cada país y posteriormente elaborar un resumen.

Capítulo 2

Características de recursos y ecosistemas

Katherine Vammen

El sistema agrícola industrial moderno que surgió aproximadamente a comienzos del siglo XX ha contribuido a alimentar a una población humana que ha experimentado un aumento masivo de 400%. Al mismo tiempo, las prácticas insostenibles junto con las grandes demandas de tierras y recursos han generado importantes problemas ambientales. La acumulación de estos problemas es una clara señal de que los sistemas actuales deben ser más sostenibles (Vandermeer, 2011). En particular, el cambio climático y sus impactos, los patrones de uso de la tierra y la degradación del suelo presentan grandes desafíos para la seguridad alimentaria de las generaciones futuras. Es vital que se tenga una mejor comprensión de la relación entre el agua, la energía y las necesidades y prácticas agrícolas, junto con los impactos del cambio climático, para un buen desarrollo de mejores soluciones de gestión de la seguridad alimentaria.

Al igual que el agua, la energía y el suelo son indispensables en la producción de alimentos, ya que todos estos elementos guardan una relación directa con la situación actual y futura de la seguridad alimentaria. La disponibilidad de agua de buena calidad, entre estas las aguas superficiales y subterráneas, es uno de los principales problemas en todos los países de las Américas. "El agua es también fundamental para los vitales procesos biogeoquímicos, ecohidrológicos y fisiológicos que determinan la función de los ecosistemas (bosques, lagos y humedales) de los que depende la seguridad alimentaria y nutricional de las generaciones presentes y futuras" (Robinson *et al.*, 2008).

Las Américas han experimentado grandes cambios en el uso de la tierra en las últimas décadas dirigidos a su adaptación a la expansión de la agricultura. Este hecho ahora representa una amenaza para el equilibrio ecológico y la biodiversidad, además de que intensifica el cambio climático regional y global. En este contexto, sería bueno recordar que quizás el desastre ecológico más grande en América del Norte en el siglo XX fue causado por la expansión excesiva del cultivo de trigo hacia las zonas áridas de las Grandes Llanuras de EUA, que a su vez ocasionó el llamado "Cuenco de Polvo" de los años 1930 (Egan, 2006).

1. Recursos hídricos y desafíos de los próximos cincuenta años

Entre 1900 y 2000, la población mundial se cuadruplicó, pero la extracción de agua dulce aumentó nueve veces.

De continuar esta tendencia hasta 2030, el efecto conjunto de una población mundial en aumento y el crecimiento constante de la economía mundial incrementarán la tasa de extracción de agua por encima de los niveles sostenibles (Foro Económico Mundial, 2011).

Es importante señalar que el agua no tiene sustitutos, ni hay formas alternativas de producir la cantidad y calidad de agua adecuadas para el futuro sin incurrir en gigantescos y costosos proyectos de infraestructura asociados con el transporte, el almacenamiento y la desalinización del agua. Por tanto, el agua se ha convertido en un problema político central en muchos de los conflictos regionales y mundiales, ya que es primordial contar con agua de calidad y en cantidades suficientes para satisfacer los requerimientos del consumo humano y la producción agrícola, así como para la preparación y procesamiento de alimentos. A nivel mundial, la agricultura representa aproximadamente 3,100 mil millones de m³ o 71% de las extracciones de agua hoy día, y a falta de buenas políticas de gestión del agua, esto aumentará a 4,500 mil millones de m³ en 2030 (Iniciativa del Agua del Foro Económico Mundial. Abastecimiento de agua: El Nexo Agua-Energía-Alimentos-Clima 2011).

Es importante señalar que hoy día en la mayoría de las regiones de las Américas, la disponibilidad de recursos hídricos es satisfactoria, como lo demuestran los recursos hídricos internos renovables (IRWR, calculados como suma de las aguas superficiales, los escurrimientos y la recarga de aguas subterráneas per cápita por año), que son un práctico indicador de la disponibilidad de agua según los cálculos de Aquastat (FAO, 2015, ver Tabla 1). Por ejemplo, Brasil contabiliza recursos hídricos internos renovables de 41,505 m³ por habitante por año, dando lugar a que ocupe el noveno lugar en las Américas; la contribución de Brasil a los servicios ambientales globales a través de sus grandes extensiones de tierra y agua representan 13.2% de las futuras tierras de cultivo del mundo (FAO, 2000) y 15.2% de los recursos hídricos mundiales (WRI, 2008).

La cuenca del Amazonas, ubicada entre Brasil, Perú y Colombia, es la cuenca de drenaje más grande del mundo con un área estimada en 7'050,000 km² que descarga 17% del agua potable de todo el mundo al océano. "La cuenca del Amazonas también es un elemento clave del ciclo global del carbono ya que almacena aproximadamente 120 mil millones de

Tabla 1 Recursos hídricos internos renovables: Comparación de Continentes y Regiones de las Américas

Región Global	IRWR m ³ /hab por año
Mundo	5 829
Oceanía	29 225
Américas	19 725
Norteamérica	15 845
México	3 220
Centroamérica	13 922
Caribe - Antillas Mayores	2 367
Caribe - Antillas Menores y Bahamas	2 071
Sudamérica	30 428
Europa	8 895
África	3 319
Asia	2 697

Fuente: Datos de Aquastat, FAO, 2015.

toneladas métricas (Tm) de carbono en la biomasa” (Tundisi, 2014). El segundo sistema acuífero más grande del mundo se encuentra entre Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, y es una fuente muy importante de agua dulce que abarca 1,200,000 km² y tiene un volumen total de 40,000 km³ con una tasa de recarga total de aproximadamente 166km³/año.

Existen regiones en las Américas con menos recursos hídricos y el problema en algunas de ellas podría agravarse, sobre todo, a consecuencia del cambio climático. Estas regiones incluyen a los países insulares del Caribe, las extensas regiones áridas de México, algunas partes del suroeste de EUA, partes de Chile, Bolivia y Perú, y el corredor seco de Centroamérica, entre otras. Todas estas regiones han sufrido sequías extremas en los últimos años, lo que ha dado origen a la falta de agua para usos domésticos y agrícolas, como ocurrió entre 2014 y 2016. Recientemente se ha pedido a las regiones propensas a sequías que den prioridad al uso de agua potable para fines domésticos antes que al riego agrícola.

También existen áreas con altos Recursos de Agua Internos Renovables (IRWR), pero no cuentan con sistemas de riego eficientes. Ejemplo de lo anterior son Bolivia (60,744m³/hab. por año) y Nicaragua (27,624m³/hab. por año), pero ambos países tienen bajos niveles de riego. En Bolivia, solo 7.1% de las tierras de cultivo son bajo riego, mientras que el 92.9% restante depende por entero de las precipitaciones. Esta limitación se ve agravada por el cambio climático, que se manifiesta de diferentes formas, como la sequía extrema que se experimentó durante el reciente período de gestión agrícola (2016–2017)” (Tejada-Vélez *et al.*, 2017).

Otro ejemplo de los impactos relacionados con el clima en la agricultura se puede observar en las islas

del Caribe. El nivel del mar ha experimentado un importante aumento que ha ocasionado la intrusión de aguas salinas hacia el interior en algunas islas, lo que degrada la calidad del agua que se utiliza para la producción de alimentos.

Como resultado de una deficiente regulación o de una gestión ineficiente, en muchas regiones de las Américas, la extracción de agua subterránea se lleva a cabo sin consideración alguna por la sostenibilidad (por ejemplo, el Acuífero Ogallala en los Altos Llanos de EUA), y esto ocasionará la falta de agua para todos los fines económicos en un futuro. La producción agrícola ha aumentado desmesuradamente en las últimas décadas por utilizar aguas subterráneas como fuente de riego en muchas áreas costeras, como Ica, en el Perú, con la consecuente intrusión gradual de aguas salinas a los acuíferos. Por ejemplo, la superficie dedicada al cultivo de espárragos en Ica, Perú, aumentó de 411 a 10,400 hectáreas (ha) en los últimos diez años. Es así como se ha observado una disminución constante asociada en los niveles de agua subterránea y un aumento de la intrusión salina, lo que tendrá un fuerte impacto en la sostenibilidad futura de esta producción agrícola de Ica.

Canadá cuenta con vastos recursos hídricos (IRWR per cápita por año de 83 691) y es el país con mayor cantidad de lagos en el mundo. Sin embargo, en muchos lugares, los contaminantes no deseados en los escurrimientos superficiales, incluyendo patógenos, nutrientes de plantas, plaguicidas, materiales vegetales descompuesto, sedimentos en suspensión, así como combustibles y solventes (AAFC, 2017a), han afectado la calidad del agua. Los escurrimientos hacia los arroyos y lagos ocasionan un enturbiamiento que afecta a los peces y agrega sedimentos que, con el tiempo, reducen el volumen de lagos y embalses. Este problema es común en todos los países, y con frecuencia se asocia directamente con los cambios en el uso de la tierra y puede culminar en la eutrofización de las aguas superficiales, debido al transporte de insumos agrícolas como fósforo y nitrógeno. Por ejemplo, 70% de los insumos de fósforo en los Grandes Lagos se atribuye a fuentes agrícolas (Bickis, 2016). La rápida expansión de los proyectos de arenas petrolíferas también tiene un efecto en las fuentes de agua dulce y puede ocasionar muchos problemas ecológicos y ambientales.

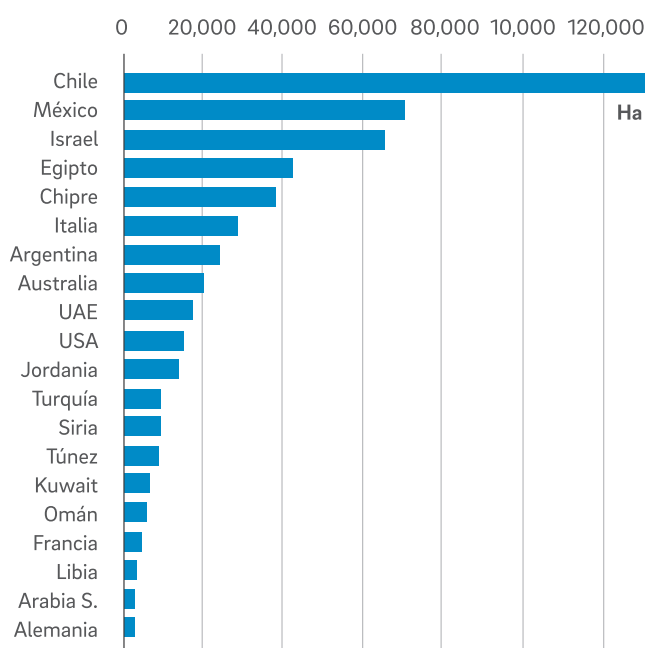
De los 1,500 millones de hectáreas que se cultivan en todo el mundo, cerca de 270 millones son bajo riego (18% del total), pese a que la mitad de la producción mundial de alimentos está bajo riego. En Brasil, por ejemplo, actualmente se riegan cerca de 6.0 millones de hectáreas, y es posible que esto aumente a 29.6 millones de hectáreas. Uno de los grandes desafíos en el desarrollo de sistemas de riego mejorado es optimizar la aplicación de agua con respecto a la producción total de las cosechas. Existen numerosas iniciativas de investigación en curso dirigidas a mejorar los sistemas

de riego junto con la introducción y el mejoramiento de plantas que requieren menos agua en todas sus etapas de cultivo. Los novedosos usos de las nuevas tecnologías para vigilar la humedad del suelo y el desarrollo de la planta constantemente, así como para determinar la periodicidad y los momentos específicos en que se requiere el riego se están implementando en muchos países de las Américas, incluyendo EUA, Canadá y Brasil, entre otros. También se están introduciendo nuevos incentivos para la agricultura urbana a pequeña escala en algunos países de las Américas. Además, se está fomentando la reutilización de las aguas residuales como una forma más racional de gestión del agua en la agricultura (Cuadro 1) y esta práctica es muy utilizada en muchos países, encabezados por Chile y México, que han logrado los mayores avances, seguidos por Argentina y EUA.

Al mismo tiempo, la reutilización de aguas residuales requiere un atento seguimiento dependiendo del cultivo específico bajo riego, debido a la mayor salinidad y otros posibles contaminantes.

2. Tierras de cultivo, zonas áridas y recursos del suelo

La tierra de cultivo se define como la tierra cultivada y bajo un sistema de rotación de cultivos, y en 2013 representó 1,407 millones de hectáreas de un total de 4,924 utilizadas para la agricultura (FAO). De los diez países con más tierras de cultivo, cuatro se encuentran en las Américas: EUA con 1,551 km², Brasil con 726 km², Canadá con 459 km² y Argentina con 392 km².



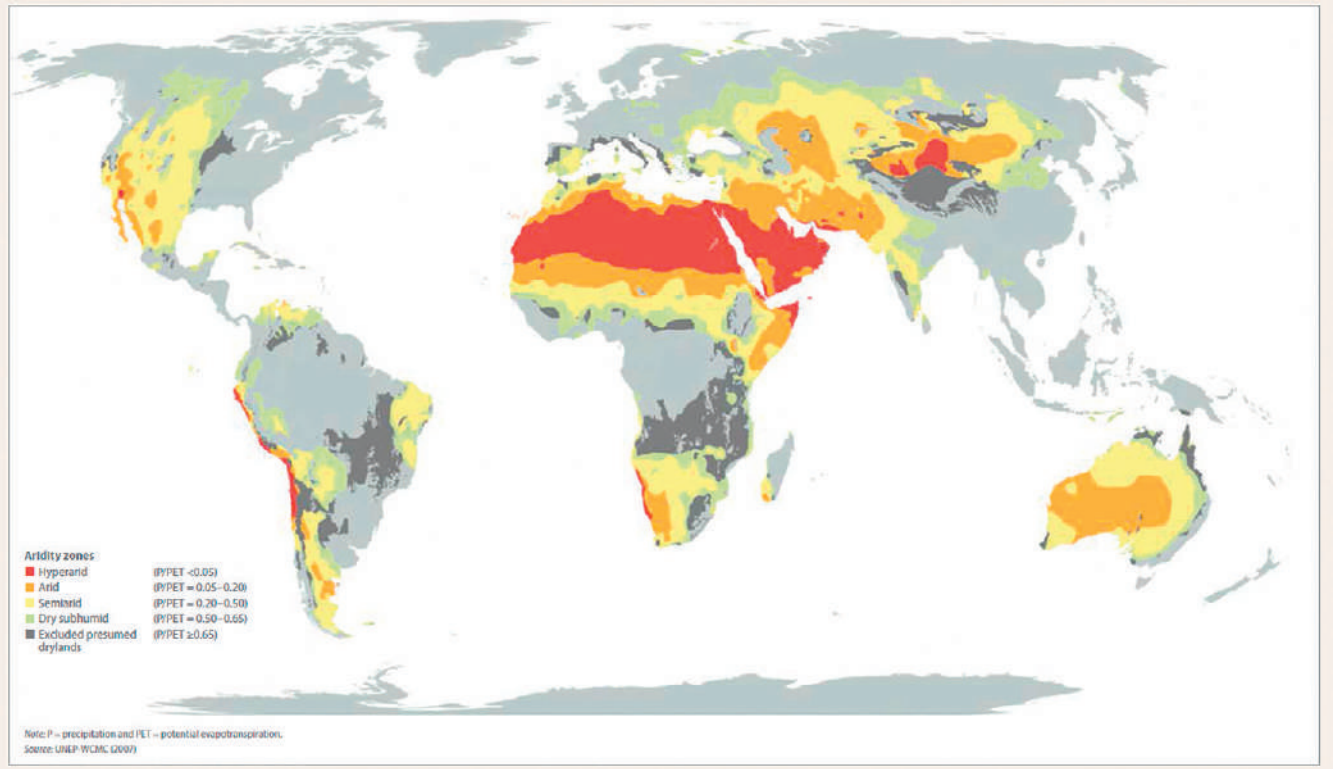
Cuadro 1 Los veinte países con mayor extensión de tierra bajo riego con aguas residuales tratadas (Jiménez, 2006)

Existe una gran diversidad en el tipo y riqueza del suelo entre los países de las Américas, al igual que dentro de ellos, y esto da origen a zonas con un gran potencial agrícola y otras cuyos usos son limitados. El potencial de la tierra depende también directamente del acceso al agua. Las zonas áridas cubren aproximadamente 40% de la superficie terrestre del mundo y predominan más en África y Asia, pero la mayor parte se ubica en los países en desarrollo (72%). América Latina posee 15% de las zonas áridas (Cuadro 2). Pero existen planes de utilizar estos ecosistemas de tierras áridas, donde el limitante es el agua y no la tierra. El enfoque está cambiando de la productividad de la tierra a la productividad del agua, lo que implica cambios en los patrones de cultivo, métodos innovadores de riego, estrategias de mejoramiento de cultivos, nuevas políticas e instituciones y una mayor inversión en investigación y desarrollo de capacidades (Garrido y Rabi, 2016).

La degradación del suelo es un problema importante de las Américas que requiere de investigación y tecnologías innovadoras para su solución. El uso de fertilizantes y plaguicidas químicos no solamente contamina los recursos hídricos superficiales y subterráneos, sino que también puede tener un impacto negativo en la microbiota del suelo y, por ende, en la calidad del suelo. Las prácticas de riego excesivas e inadecuadas provocan la salinización de los suelos y las aguas subterráneas y, en consecuencia, degradan los suelos y limitan futuros usos sostenibles. Por añadidura, la mecanización excesiva y la ganadería intensiva están ocasionando aumentos de la erosión y pérdida de fertilidad, según reportes canadienses (AAFC, 2017a). Un abordaje que se ha utilizado para reducir el impacto de la agricultura en la calidad del suelo es la siembra sin labranza. Por ejemplo, este método se está utilizando actualmente en >33 millones de hectáreas empleadas para la producción de cereales en Brasil y se han observado importantes ventajas en términos de la protección del suelo, así como en la conservación y mejora de las condiciones físicas, químicas y biológicas del mismo. También se están realizando esfuerzos encaminados a mejorar la materia orgánica del suelo en Brasil (Neufeldt *et al.*, 2002). “En el ecosistema del Cerrado, una limitación importante para la sostenibilidad son los bajos niveles de materia orgánica en los suelos. Por ello, las investigaciones dirigidas a aumentar y mantener la materia orgánica de los suelos deben ser de máxima prioridad” (Villela, E. *et al.*, 2017).

Canadá está consciente de que la capa superior del suelo es más propensa a la erosión y pone en riesgo la productividad del suelo, pudiendo afectar el rendimiento de los cultivos (Recursos Naturales de Canadá, 2017). La erosión del suelo que contiene fertilizantes y plaguicidas químicos produce un aumento de la “eutrofización, perjudica los hábitats de peces, disminuye la capacidad de retención de agua y ocasiona un menor rendimiento de los cultivos” (Bickis, 2016).

Figure 1. The world's drylands



Cuadro 2 Zonas secas del mundo (UNEP-WCMC, 2007)

Las bajas temperaturas, la escasez de agua y la salinidad de los suelos en la zona sur de Bolivia limitan la práctica agrícola en esta región. En la región del Caribe, “la erosión de los suelos junto con las principales amenazas derivadas de la urbanización, la deforestación, el uso de la tierra, las prácticas de cultivo, la contaminación, la intrusión salina, los peligros de erosión y el impacto del cambio climático, están degradando y disminuyendo rápidamente las áreas de cultivo de los suelos caribeños” (Wuddivira *et al.*, 2017).

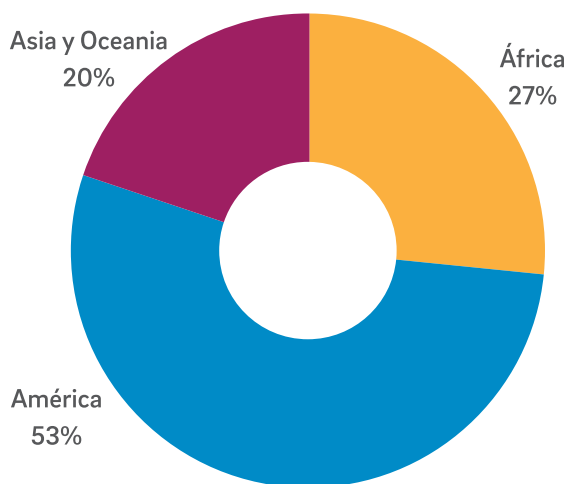
3. La deforestación y sus consecuencias

Los bosques representan beneficios ambientales, sociales y económicos para las regiones y los diversos países, por lo que la deforestación ocasiona pérdidas de recursos ambientales, entre ellos, las pérdidas de la biodiversidad, desestabilización de los sistemas hidrológicos y afectación de las condiciones climatológicas regionales y mundiales. La pérdida de los servicios ambientales podría incrementar la vulnerabilidad ante las inundaciones y las sequías, contribuir a la erosión y la sedimentación que desemboca en las aguas superficiales y repercutir de forma negativa en las ciudades que dependen de estas aguas. Los efectos en las aguas abajo pueden llegar a las áreas costeras y afectar a la industria pesquera llevando a una reducción de la biodiversidad marina. Los efectos específicos varían según el clima, la geología, los suelos y el tipo de bosques.

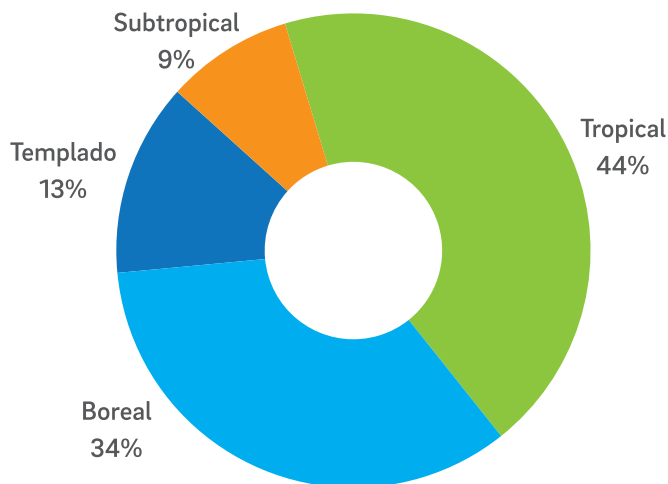
Los bosques tropicales, que representan 44% de toda la silvicultura a nivel mundial (Cuadro 3), cubren de 6 a 8% de la superficie terrestre y albergan a más de 50% de las especies del planeta. Las Américas poseen 53% de las áreas forestales tropicales del mundo. Estas se ubican en las latitudes 30° norte y 30° sur, en la cuenca del Amazonas, con áreas más pequeñas en Centroamérica y las islas del Caribe. Aunque son pequeños en superficie total, los bosques tropicales del Caribe ocupan 40% del territorio caribeño (Wuddivira *et al.*, 2017). En especial, los bosques tropicales propician las precipitaciones regionales y globales. “Los bosques tropicales en parte controlan su propio clima. El cincuenta por ciento de las precipitaciones en la cuenca del Amazonas es causado por la evapotranspiración de las plantas y no por la evaporación de los cuerpos de agua. Por lo tanto, si el bosque se tala demasiado, las precipitaciones podrían disminuir al punto que los bosques húmedos tropicales se acabarían y la reforestación sería imposible” (Spray y Moran, 2006).

El informe de 2015 sobre los Objetivos de Desarrollo del Milenio concluyó que la deforestación se había reducido debido a una leve disminución en la pérdida de bosques acompañada de un aumento en la reforestación. América del Sur y África experimentaron las mayores pérdidas netas de superficie forestal en la primera década del nuevo milenio (ODM, 2015). América Latina continúa experimentando una deforestación masiva, donde las mayores pérdidas netas ocurrieron en América

Cubierta forestal tropical por región, 2011



Cubierta forestal por clima dominante, 2005



Cuadro 3 Cubierta forestal tropical por región (2011) y cubierta forestal por dominio climático (2005)

del Sur entre 2005 y 2010, llegando a un total de 3.6 millones de hectáreas al año (MDG Monitor, 2015).

La deforestación con frecuencia se asocia con la expansión de la agricultura. Por ejemplo, en la ecorregión de Gran Chaco en Brasil, la deforestación ha sido más alta que en otras partes de las Américas y ha superado los promedios mundiales, tras la introducción de los cultivos de soya transgénica. De manera parecida, en Bolivia están quemando bosques de maderas preciosas y una gran diversidad biológica para crear pastizales (Tejada-Vélez *et al.*, 2017). En Argentina, la agricultura también se está expandiendo hacia el hábitat natural: “La expansión agrícola pampeana se produjo a expensas de los pastizales y los remanentes naturales de éstos, mientras que la expansión hacia el noreste tuvo lugar a costa de los bosques naturales” (Bianchi *et al.*, 2017). En Nicaragua, la Reserva de la Biósfera de Bosawas de la UNESCO ocupa 15% del territorio nacional y libera 264 millones de toneladas de oxígeno a la atmósfera. Más aún, representa una fuerza reguladora del clima regional de Centroamérica, ya que agrega humedad a través de la transpiración, pero estos bosques se están perdiendo debido a una deforestación a razón de 42,000 ha por año (Huete, J. *et al.*, 2017). En general, la transformación de bosques a tierras de cultivo aumenta los procesos erosivos en todos los países y tiene un impacto sumamente negativo en los cuerpos de agua y las zonas ribereñas, lo que resulta en tasas más altas de sedimentación, eutrofización y una menor capacidad de regulación del régimen hidrológico, dando lugar, a su vez, a un mayor riesgo de intensidad de inundaciones.

La deforestación presente en muchas zonas de las Américas tiene un alto impacto en la calidad de vida, en especial en las poblaciones pobres y rurales. La deforestación también ilustra la compleja interacción

que ocurre entre la generación de una mayor producción de alimentos para satisfacer las necesidades mundiales a través de los mercados de exportación con los consiguientes impactos negativos en la producción de GEI y el cambio climático. La deforestación se compone de múltiples causas económicas y sociales: (1) crecimiento de la población, (2) cambios en el uso de la tierra (aumento de la frontera agrícola), (3) expansión económica insostenible, (4) pobreza y (5) corrupción. Si bien el informe de 2015 sobre los Objetivos de Desarrollo del Milenio concluyó que la deforestación en las Américas disminuyó ligeramente (acompañada de un aumento en la reforestación), pero continúa siendo un problema grave.

4. Conflictos y retos de la biodiversidad

La preservación de la biodiversidad es primordial para los servicios de los ecosistemas que están directamente relacionados con el bienestar humano. La biodiversidad desempeña un papel directo en la seguridad alimentaria, la salud, el agua limpia y la producción de energía. Casi todos los países de las Américas cuentan con una gran diversidad respecto a su zona climática y sus características geográficas. En Brasil, por ejemplo, existen alrededor de 55 mil especies de plantas que representan 25% del número total en el mundo, y el Bosque Atlántico y Cerrado, así como los ecosistemas amazónicos, constituyen los biomas de plantas más ricos de la Tierra. Debido a su estructura de isla cerrada y diversos ecosistemas, la región del Caribe se distingue por contar con una elevada proporción de plantas endémicas y especies animales. “La excepcionalmente alta diversidad de plantas incluye más de 13,000 especies en las que más de 6,500 pueden considerarse endémicas de una sola isla. Existen 26,000 kilómetros de arrecifes de coral que representan 7% del total de los ecosistemas de arrecifes

de coral del mundo” (Wuddivira *et al.*, 2017). Algunos países, como Brasil, están trabajando con denuedo para aprovechar la “diversidad genética nativa y exótica para mejorar sus principales cultivos y ofrecer opciones para que los agricultores se adapten a los cambios de los ecosistemas”.

La mayoría de las áreas de las Américas enfrentan grandes desafíos relacionados con la destrucción y fragmentación del hábitat causados por la expansión de la frontera agrícola, la urbanización, el turismo, otros desarrollos urbanos y comerciales, junto con los cambiantes hábitos de consumo. Los recursos naturales como el agua, el mar y tierras adentro, han sido explotados de manera excesiva. Por ejemplo, en Canadá, la degradación de ecosistemas y hábitats debido a la contaminación, el cambio climático, las enfermedades de la fauna silvestre y la introducción de especies exóticas han puesto en peligro a muchas especies y afectado la biodiversidad del país (Canadian Biodiversity, 2016). Las necesidades de expansión del sector agrícola han ocasionado la disminución de las praderas intactas (13% de las praderas de gramíneas bajas, 19% de las praderas de pastos mezclados y casi no queda ninguna de las comunidades de praderas de gramíneas altas) (Natural Resources Canada, 2017); esto amenaza a muchas especies de las praderas y ocasiona el agotamiento de la diversidad genética. La mayoría de los países de las Américas necesitan mejores políticas y una mayor vigilancia y control que fomenten la sostenibilidad de los bosques, las aguas marinas, las aguas interiores y todos los demás ecosistemas terrestres y su biodiversidad.

5. Consecuencias del cambio climático

El cambio climático está afectando a todos los países de las Américas, aunque con diferencias en el grado de vulnerabilidad, sin importar si son grandes o pequeños productores de emisiones de gases de efecto invernadero. Como ha sido señalado, “por consiguiente, se ha pronosticado que el cambio climático agravará la vulnerabilidad al hambre y la pobreza y acelerará la degradación ambiental en los países más pobres y vulnerables que emiten los niveles más bajos de emisiones” (Evanson, 2009).

Los impactos y vulnerabilidades al cambio climático se hacen evidentes, por ejemplo, en Canadá (la tasa de calentamiento es el doble de la tasa mundial) donde sus áreas de tundra experimentan los efectos del calentamiento rápido, así como en otros países como Bolivia y Perú, que experimentan fenómenos extremos que van desde sequías a inundaciones (Tejada-Vélez *et al.*, 2017; Klironomos, J. *et al.*, 2017; Gonzales, GF *et al.*, 2017). Estos fenómenos meteorológicos extremos han generado pérdidas significativas en la producción agrícola de todo el mundo, por lo que es crucial diseñar

estrategias que hagan frente a los impactos del cambio climático y garanticen la seguridad alimentaria.

Los países del Caribe son en particular vulnerables a muchos efectos del cambio climático. Los desastres naturales ocasionan daños generalizados a la agricultura y presentan un obstáculo en los planes para mejorar la seguridad alimentaria. “De 1990 a 2014 ocurrieron 182 grandes desastres naturales en la región que afectaron a 11.5 millones de personas y causaron daños por 16,600 millones de dólares a bienes inmuebles e inventarios. Entre ellos se incluyeron deslizamientos de tierra (1%), terremotos (3%), sequías (7%), inundaciones (30%) y tormentas y huracanes (59%) (Guha-Sapir, 2015). También se sabe que los daños y pérdidas por desastres naturales han aumentado en los últimos 15 años. En este momento, las pérdidas financieras por huracanes en 2017 parecen haber logrado un registro de intensidad histórica.

Las comunidades costeras de muchos países también están en peligro de aumentos en el nivel del mar e intrusión salina, inundaciones costeras y daños infraestructurales derivados de las tormentas y la erosión. Esto ocasiona una inseguridad alimentaria estacional que, a su vez, influye en los mercados comerciales y provoca aumentos en la importación de productos alimenticios. El cambio climático también tiene efectos indirectos en la producción de cultivos, y afecta a insectos benéficos como los polinizadores, los agentes de control biológico, micorrizas, y en las últimas décadas se ha observado que genera la propagación de plagas y enfermedades en los cultivos.

6. Desarrollo de resiliencia al cambio climático

La mayoría de los países de las Américas se enfoca en el desarrollo de nuevas estrategias y técnicas de gestión para aumentar la capacidad de resistencia al cambio climático. Es de suma importancia implementar soluciones basadas en la CTI para reducir los gases de efecto invernadero, ya que todos se beneficiarían si se alcanza este objetivo y se logran ahorros económicos al mismo tiempo. Canadá, por ejemplo, ha puesto en práctica técnicas de gestión que propician un mayor secuestro de carbono en tierras agrícolas.

Muchos países han implementado sistemas de monitoreo y programas de alerta temprana para dar seguimiento a los posibles impactos resultantes del cambio climático. Por ejemplo, Bolivia informó que “actualmente se están implementando modelos escalonados de monitoreo territorializado de alerta en las cinco principales macro-cuencas y ríos del país, en los que se han instalado equipos de monitoreo en las estaciones hidrometeorológicas, se ha capacitado personal de la unidad de control remoto municipal (RMU) y se cuenta con la participación permanente y activa de varias docenas de comunidades indígenas que viven cerca de

los ríos en estas cuencas” (Tejada-Vélez *et al.*, 2017). Según la comunidad de investigación de Brasil, “un tema clave evidente para el futuro de la agricultura en Brasil es mejorar la comprensión de las características y el funcionamiento del bioma y la biodiversidad del país (Rech & Arber, 2013) e incorporar este conocimiento de forma eficaz en los sistemas agrícolas para lograr una mayor producción y una mayor capacidad de resistencia y sostenibilidad” (Vilela, E. *et al.*, 2017).

Cada vez se fomenta más la implementación de sistemas de gestión agroecológica para garantizar la seguridad alimentaria en las Américas. Estos sistemas permiten una mejor capacidad de respuesta en casos de fenómenos extremos y otros cambios ambientales de diversos ecosistemas altamente diversos. Muchos países están realizando cambios en su metodología, como la disminución de la labranza, el uso de cultivos de cobertura autorregenerables, el uso de abonos verdes y prácticas relacionadas. Otras mejoras en la producción agrícola que propician una mayor calidad nutricional junto con el uso sostenible de recursos como el agua, la energía y los suelos, dependen de la CTI para crear las capacidades e introducir las estrategias necesarias que “mitiguen los efectos de los fenómenos meteorológicos extremos, aumenten la capacidad de resistencia de los sistemas y permitan la adaptación a nuevos escenarios de mayor estrés biótico y abiótico, así de inseguridad energética” (Vilela, E. *et al.*, 2017).

7. Gestión del nexo Agua-Energía-Alimentación

El agua, los alimentos y la energía son recursos interdependientes que requieren una gestión más integral. Se pronostica que para 2050 las demandas de producción de agua, energía y alimentos agrícolas aumentarán respectivamente en 30, 50 y 50–70%. Esto presenta un complejo panorama y demanda programas

eficaces de gestión de sistemas que forzosamente variarán de un país a otro. Por ejemplo, los aumentos de demanda de energía que se prevén son de 56% en América Latina, 63% en Asia Occidental, 65% en África y 78% en el resto de Asia. El crecimiento de la población y el aumento de los estándares de vida apremian la realización de estos cambios en la demanda de energía.

El Foro Económico Mundial clasificó la crisis del agua como el mayor riesgo del mundo (World Economic Forum Water Initiative, 2011), por lo que, sin lugar a dudas, es vital utilizar los recursos hídricos de manera más racional. Por ejemplo, la producción de energía termoeléctrica y nuclear requiere de una cantidad de agua considerablemente mayor que las fuentes hidroeléctricas, eólicas, geotérmicas y solares. Es más, la producción de energía solar y eólica no tiene ningún impacto en la calidad del agua. Por esto, es importante identificar las fuentes de energía que usan más agua para poder reemplazarlas poco a poco con métodos que reduzcan la extracción y el uso del agua.

El caso de los biocombustibles es polémico, ya que el agua que se requiere para la producción de material vegetal depende de la cosecha y la posible necesidad de riego. Por ejemplo, los cultivos de semillas oleaginosas en general requieren más agua que la caña de azúcar. “Como los biocombustibles también requieren de agua para sus etapas de procesamiento, los requerimientos de agua de los biocombustibles que se producen a partir de cultivos de riego son mucho mayores que los requerimientos de los combustibles de origen fósil. Los subsidios basados en biocombustibles que incentivan a los agricultores a bombear acuíferos a tasas insostenibles han llevado al agotamiento de las reservas de agua subterránea” (UN World Water Development Report, 2014a).

Capítulo 3

Sistemas nacionales de investigación agrícola

Eduardo Bianchi

Introducción

La tecnología y la innovación en la agricultura han sido factores decisivos en el desarrollo económico y social a lo largo de la historia moderna y han dado lugar a una sustitución significativa del capital por trabajo a nivel de explotación agrícola. Esto ha dado lugar al aumento de la mano de obra disponible para el desarrollo industrial. También sustentó los aumentos que se requerían en la productividad agrícola para alimentar a una población que creció más de cuatro veces en el siglo XX. En la actualidad, los cultivos genéticamente modificados, la agricultura de precisión y los avances en la cría de ganado son ejemplos obvios del potencial transformador de la innovación agrícola. En un escenario de complejos desafíos relacionados con la seguridad alimentaria y nutricional, la investigación agrícola y la innovación son elementos estratégicos cruciales para impulsar las transformaciones que se necesitan en el futuro, y se estima que la tasa de rendimiento de la investigación agrícola es de 20 a 40 veces (Beachy, 2014).

La amplia heterogeneidad que existe entre las estructuras económicas de los diversos países de las Américas se traduce en una diversidad considerable en sus sistemas nacionales de investigación agrícola, infraestructura, capital humano, financiamiento y los papeles que desempeñan los sectores público y privado en el suministro de herramientas derivadas de la CTI.

1. Contexto institucional, áreas de investigación e infraestructura

Algunos países de las Américas dieron inicio al establecimiento de sus sistemas nacionales de investigación agrícola a fines del siglo XIX, mientras que otros lo hicieron en las primeras décadas del siglo XX. Los sistemas de investigación agrícola de todos los países se diseñaron para hacer frente a las circunstancias nacionales particulares al mismo tiempo que aprovechaban los avances que estaban tomando lugar en las ciencias agrícolas. Una característica común en casi todos los países fue la creación de organismos públicos especializados en investigación agrícola basados en un patrón de descentralización y amplia cobertura territorial. Más aún, todos los países de las Américas cuentan, en mayor o menor medida, con los elementos indispensables de un sistema nacional de investigación agrícola: Gobierno, universidades, centros de investigación y empresas privadas, aunque el nivel de interacción entre ellos es diferente. Dentro de este marco, casi todos los países de la región cuentan

con una o más instituciones públicas de investigación agroalimentaria, ya sea del Ministerio de Agricultura o de un organismo gubernamental específico que representa las capacidades de investigación agroalimentaria en la mayoría de los países. Aunque la investigación del sector privado actualmente juega un papel más importante en algunos países desarrollados (como EUA y Canadá), continúa siendo baja en la mayoría de los países y esto se percibe como una importante deficiencia, ya que el uso eficiente de la investigación agroalimentaria depende mucho de la inclusión de los aspectos que son actividades propias del sector privado.

A pesar de que las universidades y los centros públicos de investigación continúan siendo predominantemente los principales proveedores de la CTI en la mayoría de los países, la participación de las organizaciones no gubernamentales (ONG) ha aumentado de forma significativa en los últimos años. El éxito de la investigación en el área agroalimentaria depende en gran medida de la vinculación que se haga de las capacidades con las necesidades de implementación que, en su mayor parte, son responsabilidad del sector privado.

En la mayoría de los países de las Américas, el sector público constituye el núcleo central de los sistemas nacionales de generación y transferencia de tecnología y, en particular en los países más pequeños, el papel del sector público es fundamental en el apoyo tecnológico para la agricultura familiar, así como para la producción regional y la conservación de los recursos naturales. En la mayoría de los países, la búsqueda de la seguridad alimentaria y nutricional y su vinculación con el sistema nacional de investigación agrícola se institucionaliza a través de instrumentos jurídicos como leyes especiales, o incluso se contempla en la Constitución nacional.

Por otro lado, los esfuerzos de investigación cubren un amplio espectro con diferentes niveles de sofisticación que reflejan la enorme heterogeneidad de los países de las Américas. Algunos países son líderes mundiales en tecnologías de vanguardia, como la implementación de marcadores genéticos moleculares para el mejoramiento genético, la fitoquímica, la bioinformática, el desarrollo de nuevos cultivos y el control de enfermedades y plagas. Uno tras otro, estos han conducido a resultados importantes tales como la secuenciación y caracterización de los genomas de maíz, frijol y aguacate y el desarrollo de diversas variedades de trigo. En cambio, otros países, con menos recursos humanos

y materiales, centran su investigación principalmente en un conjunto de productos que son componentes básicos de su canasta de alimentos. Los centros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) como el CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia), el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo en México) y el IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica) suponen un elemento esencial ya que conectan la investigación agrícola de América Latina y el mundo. Por ejemplo, el trabajo que dio origen a la Revolución Verde comenzó en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo y ha tenido impacto a nivel mundial.

A pesar de la enorme disparidad de instituciones de investigación en los países del continente americano, continúan compartiendo problemas parecidos en la mayoría de los países, especialmente en América Latina y el Caribe, como los siguientes:

- a. La infraestructura, el equipo y las instalaciones (como laboratorios) son obsoletos e insuficientes en algunos casos.
- b. A pesar de que existen muchos programas de apoyo a la investigación agrícola en algunos casos, los planes para integrar estos programas mediante el establecimiento de áreas prioritarias son poco satisfactorios.
- c. Es necesario incrementar el número de investigadores con objeto de satisfacer las necesidades nacionales y garantizar que haya personas calificadas que puedan tomar el lugar de los investigadores que se retiran.
- d. Muchos países no cuentan con bases de datos adecuadas que tipifiquen el estado de su sistema agrícola y tampoco existe suficiente información estadística sobre el sector.
- e. La investigación interdisciplinaria y transdisciplinaria no se fomenta lo suficiente y, en algunos casos, continúa siendo mínima y el enfoque disciplinario individual continúa prevaleciendo.
- f. La colaboración entre las universidades y los centros de investigación no es muy buena, lo que dificulta el establecimiento de vínculos más estables y dinámicos.
- g. En varios países, los vínculos entre la investigación y las demandas de los productores del sector privado son pocos o nulos, lo que ocasiona una disociación entre los resultados de las investigaciones y las necesidades de producción. Adicionalmente, la transferencia de tecnología de instituciones académicas al sector privado es deficiente en la

mayoría de los países. Una notable excepción es EUA, donde la Ley Bayh-Dole y otras políticas ofrecen incentivos para la transferencia de tecnología de las universidades al sector privado.

- h. En muchos países, la relación entre la investigación científica y las necesidades de las poblaciones vulnerables en términos de seguridad alimentaria y nutricional es deficiente.

El efecto combinado de estos problemas limita el acceso de algunos países de la región a las nuevas tecnologías de investigación diseñadas para la seguridad alimentaria y nutricional. Esto se ve agravado por la falta de suficientes fondos para la investigación agrícola. La inversión pública es de vital importancia para la investigación agrícola en todos los países de la región, aunque en muchos de ellos es muy inferior a la media de los países más desarrollados o a los niveles recomendados por organizaciones como la ONU. Esta falta de financiamiento en parte se contrarresta con los fondos de cooperación para el desarrollo o el endeudamiento externo.

La cooperación internacional ha sido y continúa siendo un elemento medular en el desarrollo de la investigación agrícola en las Américas, en especial en los países de menor desarrollo económico. En algunos países, en especial en los más pequeños, los programas de cooperación internacional constituyen una parte importante de sus capacidades de investigación agrícola. Existen varias organizaciones internacionales que brindan cooperación de diversas formas, y entre las que se cuentan el Centro Internacional de Agricultura Tropical, la FAO, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo y algunas Agencias de Cooperación de Países Europeos.

2. Las universidades y el desarrollo del capital humano

Los recursos humanos son un factor crucial de los sistemas de investigación y las organizaciones de educación superior desarrollan las destrezas y habilidades de las personas en materia de CTI y otros temas relacionados. Así, pues, las universidades son un elemento fundamental de cualquier sistema nacional de investigación e innovación, ya que capacitan a profesionales e investigadores, generan investigación científica básica y aplicada y promueven la transferencia de tecnología y conocimiento a través de la extensión universitaria.

La mayoría de los países de las Américas cuentan con importantes universidades, tanto públicas como privadas, que juegan un papel fundamental no sólo en la capacitación de investigadores en el área de la agroalimentación, sino también en la realización de

gran parte de la investigación básica que se realiza en este campo, aunque muchas veces esto no está debidamente vinculado con los sistemas de producción. Varias de las universidades del continente y sus centros de investigación mantienen redes de colaboración que participan en el intercambio científico, lo que es de suma importancia para responder a la creciente y compleja situación de la seguridad alimentaria y nutricional. En este contexto, el estrecho vínculo entre la investigación y la enseñanza universitaria es de relevancia, ya que mejora la efectividad de la investigación e incide de forma positiva en la actualización y renovación intelectual de los recursos humanos.

3. Papel del sector privado en la investigación agrícola

La participación del sector privado en la investigación agroalimentaria es un fenómeno de creciente importancia en la mayor parte del mundo. En los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la inversión privada en investigación y desarrollo representa aproximadamente 60% de la inversión total. Si bien no existen datos precisos sobre la magnitud de la participación privada en el caso de la mayoría de los países de ALC, la inversión privada es cada vez mayor, pero aún se encuentra en niveles muy por debajo del resto de los países más desarrollados. La relación entre las instituciones públicas y las empresas privadas en el desarrollo y la comercialización de ciertas tecnologías es cada vez más importante en términos de crecimiento de los mercados de insumos tecnológicos para la agricultura. Esto abarca desde la disponibilidad de servicios sencillos (por ejemplo, servicios de manejo de plagas), hasta la generación de información para la comercialización de las tecnologías, a contratos de investigación y desarrollo en función de la propiedad intelectual compartida. Estas estrategias son similares a las ya existentes entre universidades y empresas en los países más desarrollados del mundo, y vinculan las capacidades de innovación existentes en el sector público con las capacidades de producción y comercialización que se requieren para que los resultados de la investigación lleguen a los usuarios finales y sus repercusiones sean más expeditas. Es probable que estos sistemas más integrados tomen mayor relevancia en la región de ALC en los próximos veinticinco años.

Los sectores productivos, en su búsqueda de una mayor competitividad, buscan formas de acelerar la incorporación de nuevos conocimientos y tecnologías en los procesos de producción relacionados con la agroalimentación, y esto es un presagio del futuro. La importancia cada vez mayor de la biotecnología y las etapas agroindustriales en el proceso de innovación refuerza estas tendencias. Con todo, en la mayoría de los países de la región de LAC existen pocas empresas de agricultura o biotecnología agrícola que cuentan con

sus propios programas de investigación, mientras que, en otras, el sector privado puede ser de importancia para la investigación de productos específicos, como café, caña de azúcar, plátanos o soya. Por estas razones, se requiere de la participación de científicos y tecnólogos para establecer nuevas empresas basadas en la tecnología, así como para promover la transferencia tecnológica de las instituciones académicas a las empresas.

4. Investigación e innovación en el contexto del cambio climático

La agricultura es uno de los principales causantes de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y, por tanto, uno de los principales generadores del cambio climático. Es fundamental incluir alternativas óptimas para la reducción de gases de efecto invernadero y estrategias de adaptación al cambio climático en los proyectos agrícolas de CTI. En los programas de investigación agrícola sobre el cambio climático de la mayoría de los países de la región, predominan los asuntos relacionados con la emisión y mitigación de los gases de efecto invernadero como las prácticas de gestión de suelos, el cambio de uso de la tierra y la biodiversidad. Como resultado de lo anterior, la agenda de investigación sobre la adaptación es poco sólida y deja fuera temas de interés. Ejemplos de esto son la adaptación de los sistemas de producción vs. adaptación de cultivos; la innovación y las tecnologías para la adaptación; los "tipos" de adaptación y las "vías o rutas" que ofrecen varias opciones. La adaptación gradual, sistémica y transformadora es una cuestión a la que no se le está prestando atención y que es necesario fomentar en toda la región.

En la mayoría de los países de las Américas, la multidisciplinariedad de la investigación científica relacionada con la agricultura y el cambio climático es precaria. Este punto debe atenderse, e incluir el tema de una mayor colaboración intrarregional.

5. Conclusiones

El papel de las políticas de desarrollo agrícola ha evolucionado durante el último medio siglo, y continúa evolucionando. Hoy día existe una imperiosa necesidad de responder al cambio climático de manera eficaz, así como de garantizar la seguridad alimentaria y nutricional de las poblaciones en crecimiento en las Américas y otros lugares. Esto ha dado lugar a que se reconozca que el desarrollo tecnológico y la innovación son elementos ineludibles de cualquier estrategia integral de desarrollo a futuro.

La conclusión principal que se desprende de las evaluaciones realizadas en los países y de la exposición presentada en los párrafos anteriores, es que la situación actual de los sistemas nacionales de investigación agrícola en las Américas es muy diversa.

Existe un pequeño número de grandes países que representa la mayoría de las capacidades regionales, a pesar de que la mayor parte de los países restantes no cuenta con suficientes inversiones. Esto se traduce en una capacidad limitada para impactar el desarrollo agrícola en muchos países donde el fortalecimiento de la seguridad alimentaria y nutricional es un elemento clave del desarrollo futuro.

Tal como se expuso en los párrafos anteriores, en la mayoría de los países es necesario mejorar los sistemas nacionales de investigación agrícola con respecto a los recursos humanos, la infraestructura y el financiamiento. Se deben atender estas deficiencias con objeto de generar la capacidad de impulsar los procesos

de innovación en el sector agroalimentario y apoyar el desarrollo en términos de seguridad alimentaria y nutricional de forma eficaz.

Las evaluaciones de países que llevó a cabo IANAS y que se resumen en este trabajo, ponen de manifiesto las fortalezas institucionales, pero también las graves deficiencias que se experimentan en la búsqueda nacional y regional de la seguridad alimentaria y nutricional. La identificación y rectificación de las deficiencias de los sistemas agroalimentarios de muchos países de las Américas constituyen un plan de acción de pronta implementación que pueda llevarse a cabo con mayor eficacia en un marco de cooperación interregional.

Capítulo 4

Oportunidades con que cuentan la ciencia, la tecnología y la innovación para aumentar la eficiencia y la competitividad de la producción agrícola sostenible en las Américas

Elizabeth Hodson de Jaramillo

1. Introducción

La agricultura es una de las actividades económicas más importantes del planeta, aun siendo cierto que puede ser altamente contaminante y poco respetuosa con el medioambiente, especialmente cuando se lleva a cabo a escala industrial. Si hemos de reducir los impactos en los recursos naturales y conservar los pocos ecosistemas naturales que quedan en el planeta, es imperativo que todos los países logren una mayor eficiencia en la producción y utilización de alimentos, sin aumentar las superficies de cultivo. Para alcanzar el objetivo de la seguridad alimentaria en tanto que al mismo tiempo se promueven sistemas de agricultura, CTI más sostenibles, es necesario fortalecer y poner en marcha todas las etapas de la cadena de producción propias de los diversos países de las Américas, desde la agricultura industrial a gran escala hasta la agricultura familiar a pequeña escala.

Un elemento clave es la adopción más generalizada del “modelo de economía circular” (basado en el principio de equilibrio de materiales) de reducción, reutilización y reciclaje en la producción. El modelo de economía circular se basa en la Ley de Conservación de la Materia, en donde el peso de los residuos (por ejemplo, de contaminantes) del consumo y la producción es aproximadamente igual al peso de los insumos para la producción y el consumo. Por tanto, las únicas dos formas en que se puede reducir la contaminación son las siguientes: 1) reciclaje de residuos a través de las transformaciones de la producción y el consumo, o 2) reducción de la producción. Estas técnicas deben implementarse junto con la promoción de sistemas de agricultura climáticamente inteligentes (FAO, 2016b). CTI desempeñan un papel clave en esta estrategia cuando se integran de forma adecuada en los sistemas locales y las técnicas ancestrales de cultivo y conservación de la diversidad. El desafío es la producción de alimentos más sanos sin aumentar la superficie agrícola y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y los desperdicios al mismo tiempo.

2. Lograr la sostenibilidad al mismo tiempo que se aumenta la eficiencia de los sistemas agrícolas

Existe una gran heterogeneidad en los sistemas agrícolas de los diversos países de las Américas; desde la agricultura de subsistencia de baja producción hasta

los sistemas agrícolas industrializados que dependen de la tecnología. Las respuestas a los desafíos de eficiencia y producción deben ser acordes al país o región, ya que existen grandes diferencias entre las zonas agroecológicas y los sistemas y las prácticas de cultivo. La idea es aumentar la eficiencia en la productividad agrícola de todos los países de las Américas y lograr la sostenibilidad al mismo tiempo.

Lograr una producción agrícola sostenible y resiliente implica gestionar complejos sistemas que integran numerosos factores que interactúan entre sí. Estos factores incluyen el agua y los recursos del suelo, la variación en la incidencia de plagas y la migración de poblaciones rurales a las ciudades, entre otros. En muchos lugares de las Américas se promueve el uso de los avances tecnológicos que facilitan el uso racional de los recursos y atienden las limitaciones de factores tanto bióticos (plagas y enfermedades) como abióticos (disponibilidad y uso eficiente del agua, suelos, nutrientes, salinidad, recuperación del suelo), junto con la intensificación sostenible. Entre las tecnologías que se usan mayormente se incluyen biotecnologías y técnicas moleculares, principalmente en programas de fitomejoramiento, así como en la conservación y utilización de recursos genéticos. Los avances en genómica, ingeniería metabólica, proteómica, biología reproductiva y bioinformática son de enorme importancia para aumentar la productividad agrícola, la eficiencia y la resiliencia. Por otro lado, es imperativo integrar mejor los procesos de investigación y desarrollo tecnológico con la sostenibilidad social y el bienestar de la población rural. Asimismo, se están realizando esfuerzos encaminados a promover programas de capacitación técnica y científica en algunos países de América (México y América Central) con el fin de atraer a los jóvenes al sector agrícola. Estas actividades deberán ofrecer trabajos gratificantes y sueldos adecuados.

Vale la pena señalar que América Latina es un lugar privilegiado por su extraordinaria abundancia de recursos naturales (OCDE-FAO, 2015), y la riqueza de la región en cuanto a agrobiodiversidad, tierras de cultivo y disponibilidad de agua, ofrece grandes ventajas. La región de América Latina es una superpotencia en términos de biodiversidad, que incorpora a cinco de los diez países con mayor biodiversidad del mundo: Brasil,

Colombia, Ecuador, México y Perú, además de la zona con mayor diversidad biológica del mundo: la selva amazónica. América del Sur por sí sola es el hogar de más de 40% de la diversidad biológica de la Tierra y de más de una cuarta parte de sus bosques, 30% de sus aguas dulces y casi 30% de sus tierras de cultivo, lo que la convierten en una reserva genética proveedora del mundo. Estos recursos también suponen importantes responsabilidades de conservación y sostenibilidad a la región.

Los principales productores-exportadores netos de alimentos de las Américas considerados proveedores clave de “despensas” para el mundo son los que se mencionan a continuación: EUA, Canadá, México, Brasil, Argentina, Paraguay, Bolivia, Uruguay, Chile, Ecuador, Perú y Colombia. El comercio neto de productos agrícolas en América Latina y el Caribe (región LAC) ha aumentado en los últimos años, superando al de América del Norte en 2002. Esta tendencia al alza se ha asociado con un aumento considerable de la producción y ha convertido a América Latina en el mayor exportador neto de alimentos del mundo (según un informe sobre el estado de los mercados de productos básicos agrícolas 2015-2016-SOCO), una tendencia que probablemente continuará en el futuro (FAO, 2015b). América del Norte es el segundo mayor exportador neto, en gran parte como resultado del estancamiento del consumo más que de un aumento de su producción. Las proyecciones sugieren que América Latina mantendrá un superávit en lo que respecta a varios productos básicos, con exportaciones netas de cereales secundarios, semillas oleaginosas, azúcar (Brasil es responsable de más de 50% de las exportaciones de azúcar de todo el mundo), café, frutas, aves de corral, carne y, en los últimos años, etanol. Por otro lado, la región tiene saldos negativos en arroz y trigo. América del Norte continuará siendo el principal exportador neto de semillas oleaginosas y aves de corral, seguido de América Latina. Sin embargo, 18 países de ALC son importadores netos de alimentos, por lo que es necesario fortalecer las capacidades técnicas y humanas para poder promover una producción agrícola más eficiente en un contexto de autosuficiencia, sostenibilidad y resiliencia.

En 2015, Brasil, Bolivia, Chile, Costa Rica, Ecuador y San Vicente y las Granadinas crearon una red regional de sistemas públicos de suministro y comercialización de alimentos para América Latina y el Caribe (LAC) dirigida a promover la producción y comercialización inclusiva y eficiente, y ayudar a las poblaciones más vulnerables. La red busca fortalecer los programas de suministro de alimentos, promover la formación de reservas de alimentos, así como promover la articulación de programas de compras públicas en la agricultura familiar, misma que produce alrededor de 80% de los alimentos locales en algunos países de la región.

3. Papel de las tecnologías en los sistemas de producción agrícola

La mayoría de los países de las Américas respaldan prácticas agrícolas centradas en el logro de objetivos ambientales, como la promoción de iniciativas de producción agrícola con bajas emisiones de carbono y el fomento de la energía renovable asociada a los biocombustibles de segunda y tercera generación. Es importante señalar que ya se está avanzando hacia la sostenibilidad. Por ejemplo, en relación con el Índice de Sostenibilidad Alimentaria 2016 que clasificó a 25 países a nivel mundial y a varios países de las Américas, entre los clasificados se incluyen los siguientes: Colombia 10, EUA 11, Argentina 14, México 15 y Brasil 20. (El índice de sostenibilidad alimentaria clasifica a los países en términos de sostenibilidad del sistema alimentario basándose en tres pilares fundamentales: residuos y pérdida de alimentos, agricultura sostenible y desafíos nutricionales; FAO <http://www.fao.org/fsnforum/resources/fsn-resources/food-sustainability-index>)

Para la mayoría de los países es fundamental que la CTI se encuentren relacionadas con la adopción de tecnologías avanzadas para crear mejoras en la capacidad de producción, la competitividad internacional y el desarrollo de una agricultura ecoeficiente. La CTI son aún más cruciales en los países que no son autosuficientes en producción de alimentos y que dependen en gran medida de las importaciones de alimentos. En diversos grados, todos los países de las Américas han establecido programas nacionales de fitomejoramiento (mediante el empleo de herramientas convencionales biotecnológicas y moleculares) dirigidos a hacer frente a los desafíos derivados de los cambios en la temperatura, los climas extremos (desertificación, sequías, inundaciones, deslizamientos de tierra, tormentas, erosión, salinidad), las variaciones en las precipitaciones, la estabilidad del rendimiento, la calidad nutricional y la protección contra plagas y enfermedades, que están surgiendo como resultado de los cambios en las condiciones climáticas. Uno de los grandes peligros derivados del cambio climático es la creciente incidencia de ataques de plagas y enfermedades. La conservación de recursos genéticos en bancos de germoplasma *in situ* y *ex situ* es parte de una estrategia de seguro en la mayoría de los países. Las tecnologías físicas y mecánicas como la agricultura de precisión (uso de drones o sensores que transmiten información sobre la fertilidad del suelo, los requerimientos de agua y las condiciones climáticas) contribuyen cada vez más a la producción agrícola sostenible mediante un uso más eficiente del suelo y del agua, así como del control de plagas y enfermedades.

Es interesante destacar que los principales países productores y exportadores de cultivos de la región (EUA, Brasil, Argentina, Canadá) utilizan cultivos transgénicos (principalmente soya, maíz, algodón y

canola –semilla de colza–). Estos países representan aproximadamente 88.5% de las tierras dedicadas a la producción de cultivos transgénicos en el mundo (<https://www.statista.com/statistics/263294/acreage-of-genetically-modified-crops-by-country-since-2003/>). Las principales ventajas de este tipo de cultivo son un menor uso de plaguicidas químicos, la adopción de técnicas de conservación del suelo –como la no labranza– y un menor uso de combustibles fósiles. Otras ventajas son el aumento de la productividad promedio y la menor conversión de tierras que en la actualidad no son agrícolas, a la agricultura, así como una menor presión sobre los ecosistemas naturales. Los cultivos transgénicos también dan origen a aumentos en los ingresos agrícolas, mejoras en la seguridad alimentaria y menor pobreza entre los pequeños agricultores de los países en desarrollo (Brookes y Barfoot, 2017).

Durante gran parte de los últimos cincuenta años, se ha observado una tasa de crecimiento relativamente rápida en los rendimientos de los cultivos (kg/ha), en particular en los principales productos básicos, debido en gran parte a la adopción generalizada de las tecnologías de la Revolución Verde. Esta tasa de crecimiento se encuentra disminuyendo o incluso se ha estancado en algunas regiones, sobre todo en las latitudes medias del hemisferio sur (Iizumi *et al.*, 2014). Las causas de esta disminución no son completamente claras, pero podrían tener que ver con los frecuentes fenómenos climáticos extremos y el hecho de que las tecnologías de la Revolución Verde ya se han explotado en su totalidad. Lo anterior destaca la crucial importancia de las nuevas tecnologías para lograr satisfacer la mayor demanda que se espera en los próximos cincuenta años. Por suerte, existe una enorme variedad de adelantos científicos básicos que prometen traducirse en una mayor eficiencia agrícola, incluyendo el descubrimiento de la genómica, la ingeniería de proteínas, la edición de genes y una gran cantidad de otras herramientas. Además, el mundo está experimentando una revolución en aplicaciones de tecnologías de la información (TI) basadas en datos que actualmente ya influyen en casi todos los aspectos de la agricultura, desde una mejor y más oportuna información meteorológica hasta la agricultura de precisión y la gestión de la cadena de suministro.

4. Perspectivas de nuevos productos

Adicionalmente a los programas de mejoramiento convencional y los de mejoramiento asistido por marcadores moleculares, diversos países se encuentran desarrollando sus propios cultivos GM –como es el caso de Brasil con desarrollos importantes en fríjol (resistente a virus), caña de azúcar y eucalipto– y avances en papa, papaya, arroz y cítricos. En México se encuentran varios desarrollos, como los del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) de la Ciudad de México, que ha obtenido plantas de maíz tolerantes a sequía; el grupo de Irapuato del mismo

Centro se encuentra desarrollando plantas adaptadas a solubilizar y tomar fósforo del suelo, lo cual además proporciona un sistema de control de malezas –mismas que requieren del fósforo– y reduce el uso de herbicidas. También en México se trabaja para obtener cítricos con resistencia al verdeamiento de la fruta en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), así como en frijoles protegidos contra hongos. Por su parte, centros internacionales de investigación también tienen desarrollos de interés, como el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en México, con plantas con tolerancia a sequía. Costa Rica, por su parte, en asociación con la empresa privada, se encuentra desarrollando una piña rosada con alto contenido de licopeno. En cuanto a tecnologías más avanzadas –como es el caso de la edición de genes–, tanto centros internacionales de investigación, como algunos grupos de investigación (universidades y gremios) avanzan en la investigación. Ejemplo de ello es el caso del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia con trabajos en CRISPR/Cas9 en busca de resistencias o tolerancias a factores limitantes de producción.

5. Sistemas de producción animal

Entre las tecnologías más utilizadas para lograr que la producción animal sea más eficiente se encuentran las relacionadas con la salud animal, en especial la prevención y el tratamiento oportuno de enfermedades a través de sistemas de producción de vacunas y sistemas de diagnósticos moleculares tempranos. También se hace hincapié en la conservación y utilización de las variedades criollas o autóctonas, en donde las variedades domesticadas de forma local aportan una variedad de características y son de alto valor en los programas de selección. Además, existe un enorme interés en el desarrollo de la alimentación animal, ya que incorpora técnicas de almacenamiento, conservación y procesamiento de la materia prima local, así como aditivos para la mejora nutricional.

6. Sistemas marinos

Algunos países de las Américas cuentan con un sinnúmero de actividades tecnológicas o de innovación relacionadas con los recursos marinos y que se basan principalmente en prácticas ya establecidas para la mejora genética de los animales, como son por ejemplo la selección y la manipulación de los sistemas de reproducción. La acuicultura se ha convertido en una industria importante en países como Canadá, Chile, México, Perú, Argentina y Ecuador. En países con extensas líneas costeras, la pesca industrial (en general, para procesamiento y exportación) y la pesca artesanal (por lo general, para consumo directo o mercados locales) son muy importantes. Algunos países han puesto en práctica regulaciones ambientales relacionadas con la conservación de la biodiversidad y han podido controlar la sobreexplotación en cierto grado.

El desarrollo de la acuicultura intensiva en Chile se ha logrado a partir de importantes inversiones en tecnología y por su gran similitud con el desarrollo de la agricultura, sobre todo, la actividad ganadera. Chile, con su industria acuícola que utiliza especies introducidas, se ha convertido en el segundo mayor productor de salmón del mundo. Cabe destacar que la trucha arco iris se introdujo en América del Sur y ahora se utiliza en 50% de los países, desde los andes venezolanos hasta las zonas del sur de Argentina y Chile.

7. Aumento de la eficiencia y la competitividad de los sistemas alimentarios. Perspectivas de aumentos en la producción agrícola como resultado de la CTI

Las agrobiotecnologías disponen de poderosas herramientas para la micropropagación o multiplicación clonal, los bioplaguicidas, limpiezas de virus, biofertilizantes (fijación de N, micorrizas y bacterias promotoras de crecimiento de plantas), selección selectiva asistida por marcadores, transformación genética o transgénesis (cultivos modificados genéticamente). Las nuevas tecnologías de edición de genes (como la tecnología CRISPR/Cas9, entre otras) han suscitado un enorme interés debido a su potencial de satisfacer diversas restricciones reglamentarias, desarrollar nuevos cultivos, mejorar la calidad nutricional de los productos; desarrollar resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades, así como a su capacidad de explotar los mecanismos de tolerancia a los factores abióticos (sequía, inundación, salinidad) relacionados con el cambio climático. Las técnicas de edición de genes ofrecen varias ventajas en comparación con otros sistemas de mejora molecular, entre ellas, su relativa simplicidad, menor costo, alta precisión y especificidad en la modificación de genes en plantas, animales y células microbianas. Es importante destacar que las técnicas de edición de genes pueden evitar algunos obstáculos regulatorios, ya que estos productos pueden considerarse no modificados genéticamente, debido a que no contienen genes extraños, lo que sin duda facilitaría su aplicación generalizada. (Es importante tener en cuenta que los costos regulatorios constituyen un importante obstáculo en la mejora transgénica de prácticamente todos los cultivos, excepto aquellos con un gran potencial en el mercado). Aunque el potencial de las tecnologías de edición genética para suprimir o mejorar ciertas características es enorme, continúa siendo de suma importancia contar con un conocimiento básico de la relación entre el gen y el fenotipo.

Para cumplir con el apremiante objetivo social y ambiental de reducir al mínimo el desperdicio mediante el aumento de la eficiencia de las cadenas de valor, es necesario adoptar el enfoque de la bioeconomía, en el que los subproductos de un proceso dado se utilizan como materia prima para otro proceso, generando así

nuevos productos y servicios en muchos sectores. Este modelo de la bioeconomía favorece la eficiencia en el uso sostenible de la tierra y otros recursos mientras que, al mismo tiempo, aprovecha la enorme riqueza natural y las particularidades locales de la región. Adicionalmente, facilita la introducción de nuevos productos y servicios sostenibles en la economía mundial. Es crucial agregar valor a los sistemas de producción basados en el conocimiento, y la innovación para aumentar los beneficios de los productores. La incorporación de conocimientos y tecnología para obtener productos procesados o semiprocesados es de suma importancia para que los productores aumenten sus ingresos. Las mejoras en el rendimiento económico del sector agrícola deberían centrarse en productos de valor agregado como alimentos procesados, probióticos, prebióticos, nutracéuticos, bioenergías y biomateriales.

8. Obstáculos relacionados con la aplicación de nuevas tecnologías

Entre los principales obstáculos para el desarrollo y la aplicación de nuevas tecnologías se encuentran los requisitos de la infraestructura física (laboratorios, equipos, acceso oportuno a los insumos) y la capacidad científica, en el caso de las agrobiotecnologías. Por otra parte, el nivel de aceptación de las innovaciones por parte de la sociedad podría limitar el proceso de adopción de nuevos productos. La difusión de ciertas innovaciones podría retrasarse debido a una percepción negativa asociada con los riesgos que se perciben, los requisitos reglamentarios excesivos de algunos países o la ausencia de toda regulación de otros. Una limitante en el caso de las tecnologías físicas y mecánicas es el acceso que tienen los agricultores, sobre todo los pequeños agricultores, al capital necesario para comprar equipo y maquinaria.

Las principales limitantes de la infraestructura son las mismas en todos los países de las Américas. Estas limitantes tienen que ver con el desarrollo de sistemas de riego adecuados, una capacidad conveniente de almacenamiento de agua y de alimentos, la existencia de suficientes sistemas de transporte y carreteras, y la debida inversión en instituciones generadoras de CTI. El fortalecimiento de las tecnologías para el procesamiento, envasado y comercialización de productos procesados, así como el acceso a los mercados también es de crucial importancia para garantizar un mejor ingreso para los productores primarios. Esto debe complementarse con buenas prácticas agrícolas (BPA) y conocimiento de los requisitos y estándares internacionales de los mercados a fin de ayudar a las pequeñas y medianas empresas, así como a los empresarios innovadores.

Las redes de colaboración operantes entre los centros de investigación y las empresas privadas son indispensables para que los esfuerzos encaminados a la ciencia y

tecnología se centren en la solución de problemas que tienen que ver con las necesidades del sector productivo. También es de suma importancia fortalecer y proporcionar fuentes de financiamiento que hagan posible la incorporación de tecnologías.

9. Conservación de los recursos genéticos y perspectivas de los cultivos subutilizados como recursos

Debido a la rica biodiversidad de las Américas, numerosas especies han sido utilizadas por las comunidades indígenas locales, ya que ofrecen un enorme potencial en la producción de alimentos y seguridad alimentaria. Este tema ha suscitado interés en el mundo científico y existen varios trabajos académicos sobre estos cultivos, entre ellos, el de la Academia Nacional de Ciencias de EUA *Cultivos perdidos de los Incas: Pequeñas plantas poco conocidas de los Andes con buenas perspectivas de cultivo en el mundo*, que se publicó en 1989. También se cuenta con el manual *Especies vegetales promisorias de los países del Convenio Andrés Bello* (1989–1998), una colección de doce volúmenes que contiene información completa sobre especies vegetales con buenas perspectivas que se encuentran en los países latinoamericanos miembros del Convenio Andrés Bello, y que son fundamentalmente nativas, se encuentran desaprovechadas y son poco conocidas. Estas publicaciones incluyen una enorme cantidad de información sobre los usos potenciales de muchas plantas adaptadas a las condiciones regionales, incluyendo raíces y tubérculos (achira, arracacha, maca, oca, ulluco, mashua y cubio), granos (quinoa, cañahua, quiuicha y amaranto), leguminosas (chachafruto, balú, lupino y tarwi), frutas (chirimoya, mora de Castilla, lulo o naranjilla, lúcuma, pasifloras –maracuyá, granadilla, curuba–, uchuva), vegetales (chile y pimientos dulces, calabazas y similares) y nueces (palma Quito, nuez de Brasil y nueces),

La mayoría de los países hacen todo lo posible por preservar su valioso germoplasma y promover su uso en cadenas de valor eficientes con sostenibilidad social, ambiental y económica, con objeto de que su uso sea de provecho para todos. Ejemplos de esto incluyen la exportación de quinoa de Perú y Bolivia, y

las nueces de Brasil y Bolivia. La exportación de frutas tropicales también tiene posibilidades interesantes. Estos materiales, adaptados a diferentes condiciones, también se utilizan como material para la selección de características de interés en programas de fitomejoramiento.

10. Reducción de la pérdida y residuos de alimentos

Es imprescindible desarrollar sistemas adecuados con objeto de reducir los residuos y modificar los patrones insostenibles de producción y consumo. Una forma de abordar este problema es mediante el establecimiento de bancos de alimentos que contribuyan a reducir las pérdidas por deterioro y que faciliten los medios para la distribución de alimentos entre las poblaciones vulnerables. Los bancos de alimentos son una respuesta práctica al problema del desperdicio de alimentos en el mundo, ya que se centran no sólo en el acceso, sino también en el uso de lo que se produce y comercializa. Las causas del desperdicio se encuentran en toda la cadena de producción y suministro debido a la falta de certificaciones, falta de estándares de calidad, una administración ineficiente, malas prácticas, sistemas de empaque inadecuados al igual que infraestructura de transporte, distribución y almacenamiento inadecuada, o falta de capacitación. Por añadidura, el consumidor también es en parte responsable del desperdicio, ya que compra en exceso o maneja los productos de forma inadecuada.

Este problema en particular se puede atender mediante el diseño de estrategias para la preservación, el almacenamiento y la distribución de alimentos propensos a deterioro. Otra posibilidad es conferir un valor agregado a los productos alimenticios perecederos al utilizarlos como materia prima en otros procesos. En muchos países, es importante dar un mayor impulso a la infraestructura de transporte mediante la conexión de centros de distribución troncales y el fortalecimiento de las capacidades portuarias. La reducción del desperdicio y la pérdida de alimentos es una tarea conjunta en la que todos los actores –productores, distribuidores, minoristas, consumidores, instituciones de investigación y gobiernos– deben intervenir de manera decisiva.

Recuadro 1. Resumen de elementos dirigidos a aumentar la eficiencia, la competitividad y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en las Américas

- Fortalecimiento de los programas de cooperación internacional, incluidos los organismos internacionales como el Banco Mundial (BM), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y la Comisión Europea.
- Transferencia oportuna de tecnologías novedosas y fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas entre los países.
- Búsqueda de tecnologías que hagan posible un mejor uso de la superficie actual (ahorro de tierras de cultivo), ahorro de agua (mayor rendimiento, protección de cultivos, labranza mínima o no labranza, agricultura de precisión).
- Manejo y conservación de suelos eficiente. Eficiencia en el uso de insumos de fertilizantes y plaguicidas y manejo integrado de la fertilidad del suelo.

- Uso de biotecnologías modernas para programas de fitomejoramiento (genómica, bioinformática, mejora genética integrada con ingeniería metabólica), tecnología de edición genética (CRISPR/Cas9) que tendrán un impacto con su modelo transformador.
- Desarrollo y uso de bioinsumos para reducir los costos de producción y garantizar la sostenibilidad. La agroecología y la intensificación sostenible son ejemplos de técnicas que aumentan los rendimientos y la resiliencia. Uso de biofertilizantes, fijación biológica de nitrógeno, micorrizas y bacterias promotoras del crecimiento vegetal.
- Ampliación de la base genética: obtención e introducción de nuevos genotipos. Selección y multiplicación de cultivos y animales tolerantes a ambientes desfavorables (altas temperaturas, escasez de agua).
- Mantener la diversificación y el uso de especies y variedades locales adaptadas a las condiciones climáticas regionales y una mejor integración en los procesos ecológicos complejos que hacen posible las sinergias con el hábitat natural. La diversificación puede reducir los efectos negativos del cambio climático por su amplia gama de posibilidades.
- Promoción de estrategias de bioeconomía mediante la adición de valor a la biomasa y a los subproductos agrícolas. Puesta en práctica de conocimientos e innovaciones para obtener productos novedosos de alto valor agregado a través de la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas y de Producción.
- Fortalecimiento de las cadenas de valor en todos los niveles del proceso convirtiéndolas en redes de producción de máxima reducción de residuos (concepto de producción en cascada o bioeconomía circular: todo subproducto de un proceso es útil como materia prima en otro).
- Desarrollo de capacidades de procesamiento y almacenamiento para agregar valor *in situ* a los productos desde el lugar de producción.
- Aumento de la eficiencia de las cadenas alimentarias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y aumento de la resiliencia de los sistemas alimentarios. Adopción de medidas para reducir las pérdidas y el desperdicio de alimentos y para promover una alimentación sostenible.
- Atender las limitantes de la infraestructura, entre ellas los sistemas de riego, la capacidad de almacenamiento adecuada, suficientes sistemas y rutas de transporte, los problemas de organización y recolección, almacenamiento, transporte, procesamiento, envasado y comercialización, así como el acceso a los mercados.
- Promoción de sistemas agrosilvopastoriles integrados. Por ejemplo, EMBRAPA en Brasil está implementando un sistema sostenible de producción ganadera que neutraliza las emisiones de gases de efecto invernadero en el sistema de producción, llamado "Carne Carbono Neutro Brasileña (CNBeef)". Integración de la producción de cultivos, ganado y árboles en algunos sistemas agroforestales

Recuadro 2. Sinopsis de los sistemas de producción agrícola en algunos países de las Américas

Las colaboraciones entre universidades, centros de investigación agrícola, empresas privadas y agricultores de Canadá y EUA muchas veces mejoran la eficiencia, la sostenibilidad y la resiliencia de la producción agrícola, ya que agilizan la introducción y adopción de los últimos avances en tecnología. Su capacidad científica y tecnológica es excepcional y ha tenido un gran impacto derivado del desarrollo de tecnologías como cultivos genéticamente modificados (GM) que han demostrado ser respetuosos con el medio ambiente y que contribuyen a la sostenibilidad mediante un aumento de los rendimientos al tiempo que reducen el uso de ciertos productos químicos (según la tecnología utilizada y el cultivo en cuestión). Las prácticas modernas han generado mayores ganancias, reducido los costos de producción y, en algunos casos, aumentaron el secuestro de carbono, lo que hace posible obtener bonos de carbono comercializables.

La modernización de la agricultura en Brasil ha tenido éxito en términos de competitividad y sostenibilidad a través del desarrollo y la adopción de enfoques basados en la CTI dirigidos a la mejora agrícola. Brasil cuenta con una sólida estructura de investigación y desarrollo agrícola que se encuentra distribuida en todo el país y que cuenta con un gran número de investigadores altamente calificados. EMBRAPA ha contribuido de forma importante a la innovación en los sectores agrícola y ganadero. Su objetivo es continuar incorporando conocimiento y tecnología para fortalecer la resiliencia y la sostenibilidad, mientras que al mismo tiempo protege los biomas. El enfoque de la bioeconomía hace que las cadenas de valor y las redes sean más eficientes en función del valor agregado de los alimentos y los productos industriales, y que aumenten las exportaciones de productos de alto valor agregado.

Históricamente, Bolivia ha dado prioridad a un sistema orientado a la autosuficiencia en materia de producción de los principales alimentos que se consumen en el país, aprovechando su gran biodiversidad y la gran cantidad de condiciones climáticas que se experimentan en las diferentes altitudes. Desde 2015, las condiciones climáticas de Bolivia han sido muy variables, en especial sus regímenes de lluvias irregulares, que han tenido un impacto directo en la producción agrícola y han puesto de manifiesto la falta de infraestructura productiva, especialmente de riego.

En todo el Caribe se debe atender el problema del aumento de los desastres naturales y las condiciones climáticas extremas, así como el de la sobreexplotación de los recursos naturales. La agricultura de la región depende principalmente de tecnologías inadecuadas y obsoletas, lo que resulta en una productividad baja y variable de los cultivos de plantas y animales. Gran parte de los alimentos se importa de otras regiones. El desplazamiento de plagas y enfermedades en la región es una de las limitaciones de producción más graves que debe combatirse.

Chile presenta una sólida base institucional, política, científica y técnica que hace que sea una potencia en agricultura sostenible y nutrición saludable. Modernizó y transformó sus sistemas en la década de 1960 y ha demostrado un crecimiento agrícola significativo y sostenido basado en la CTI en los modelos de agroexportación. Los casos que más ilustran esto son la fruta y los salmónidos (Chile es el segundo mayor productor de salmón del mundo). Su avance en cuanto a los desafíos en materia de agricultura y nutrición continúa cumpliendo con los más altos estándares internacionales. Cuenta con un sólido marco institucional que genera diferentes líneas de desarrollo con especial atención en los productos derivados de la agricultura moderna e innovadora, que considera que la sostenibilidad de los recursos naturales y los requisitos alimentarios de la sociedad son una prioridad.

La agricultura es una parte importante de la economía para Colombia y un factor fundamental en su paso a un estado posconflicto. Se han venido realizando esfuerzos encaminados a lograr una "producción agrícola inteligente" a fin de mejorar la resiliencia de los sistemas de producción y promover innovaciones para la adaptación al cambio climático, así como para utilizar nuevas tecnologías y estandarizarlas con

los sistemas tradicionales, de conformidad con las condiciones y particularidades de cada región y cultivo. Con respecto a las aplicaciones biotecnológicas, se han realizado avances en el desarrollo de los bioinsumos (biofertilizantes, bioplaguicidas) y en el uso de técnicas moleculares como la edición de genes para el fitomejoramiento. Se está incorporando en todos los sectores de la economía el concepto de la bioeconomía, que se basa en el uso intensivo del conocimiento de los recursos, procesos y principios biológicos para la producción sostenible y la conversión de biomasa en productos y servicios.

Costa Rica promueve el uso de plantas adaptadas a las condiciones agrícolas cambiantes y el desarrollo de productos de alta calidad nutricional que fortalecen la seguridad alimentaria y aumentan la producción sin aumentar la frontera agrícola. La biotecnología agrícola es el campo en el que se llevan a cabo más actividades de investigación en centros y empresas públicas de investigación y desarrollo. Al mismo tiempo, Costa Rica fomenta el desarrollo del ecoturismo sostenible.

Cuba mantiene su producción agrícola mediante la aplicación de la CTI a través de semillas mejoradas y la obtención de nuevos cultivares, la gestión de insumos, el control fitosanitario y veterinario, así como los sistemas y prácticas de gestión agrícola. Desde la grave crisis económica de la década de 1990, el Gobierno ha desarrollado y aplicado los avances biotecnológicos con el fin de atender los problemas de sostenibilidad del sector agrícola. Se promovió un modelo de gestión empresarial que aumentara los rendimientos y optimizara las cadenas de valor de los principales productos agrícolas. Se ha establecido como prioridad el uso del conocimiento sobre los mecanismos fisiológicos de adaptación para contrarrestar los efectos asociados con el cambio climático. Cuba utiliza procesos biotecnológicos para producir semillas y bioproductos de alta calidad, tecnologías de producción *in vitro* e *in vivo* para sustancias de interés farmacéutico e industrial, así como aplicaciones de ingeniería genética y genómica funcional para mejorar la producción agrícola.

Ecuador considera que es importante fortalecer su capacidad en materia de CTI para poder incorporar nuevos descubrimientos en los sistemas de producción agrícola. Algunos de estos que considera necesarios son la adopción de tecnologías como la agricultura de precisión, ya que esta puede aumentar considerablemente los rendimientos y promover la sostenibilidad. Asimismo, es importante implementar tratamientos posteriores a la cosecha que aumenten la vida útil de los productos frescos. La mejora de las técnicas de preservación otorgará un valor agregado a los productos.

México cuenta con una gran riqueza cultural de parte de sus pueblos indígenas, ya que estos han interactuado durante miles de años con países de gran diversidad biológica. Más de doscientas especies de importancia económica tienen su origen en México. El país cuenta con vastos recursos naturales y una capacidad agrícola diversa, pero sus accidentadas tierras hacen que su disponibilidad de tierras de cultivo sea limitada. México también cuenta con una excelente infraestructura científica e institucional y es un competidor de altura en materia de desarrollo de la CTI. Además, cuenta con políticas estatales que abordan los principales problemas agrícolas, nutricionales y ambientales en términos de sostenibilidad y seguridad alimentaria. En agrobiotecnologías, la investigación se centra en la obtención de bioinsumos, y en el estudio de los microbiomas de plantas estratégicas para la agricultura mexicana, como el maíz y los frijoles. A pesar de estas ventajas, México es un importador neto de alimentos.

Panamá ha trabajado en la conservación, evaluación y uso de alimentos silvestres como base genética para la mejora de sus productos agrícolas, aplicando tecnologías que promueven nuevos productos y evalúan su calidad nutricional. En la cría de animales, Panamá ha establecido ocho núcleos para la conservación del ganado local. También ha desarrollado diversos sistemas para promover la producción eficiente y sostenible, como el riego por goteo, los sistemas de microaspersión y ferti-irrigación, que ahorran hasta 95% de agua, así como la agricultura vertical, con sistemas bajo condiciones climáticas controladas, que se utilizan en la producción hortícola.

Perú es reconocido internacionalmente por la producción de “superalimentos” como la quinoa, la kiwicha, la cañihua, la maca, el yacón, la sachu inchi, la anchoveta, el camu camu, el maíz morado y la guanábana. El país se encuentra entre los diez principales exportadores de alimentos, y su objetivo es convertirse en un proveedor de importancia mundial.

Uruguay es un país exportador puramente agrícola con capacidad de producir alimentos para su población y el resto del mundo. Es el séptimo mayor exportador de carne de vacuno a nivel mundial y sus exportaciones de arroz representan 2.1% del mercado mundial.

Venezuela tiene una situación especial. El Estado, el único proveedor de ciertos alimentos básicos, nacionalizó la distribución de insumos y semillas. Actualmente, no hay inversiones en infraestructura y existen diversas restricciones en cuanto al acceso a insumos, semillas, maquinaria, equipo y refacciones. El sector agropecuario venezolano cuenta con una serie de ventajas competitivas que podrían explotarse mediante cambios en las políticas macroeconómicas y microeconómicas y que mejorarían la competitividad, fortalecerían las cadenas de valor, sustituirían las importaciones y aumentarían las exportaciones, además de que cambiarían el balance negativo del comercio agroalimentario y podrían garantizar la seguridad alimentaria y nutricional actual de la población venezolana. En la actualidad, algunos segmentos de la población venezolana se clasifican como inseguros desde el punto de vista alimentario, debido a algunos de los problemas mencionados.

Varios países de las Américas desean fortalecer su capacidad en materia de CTI y renovar sus sistemas de producción agrícola en tanto hacen frente a los desafíos de sostenibilidad y a la necesidad de adaptarse al cambio climático y a las condiciones ambientales extremas. CTI son necesarias para atender los bajos niveles de productividad, las tecnologías obsoletas e ineficientes, la degradación de los recursos naturales, la incidencia de plagas y enfermedades y los impactos de los desastres naturales. Así, por ejemplo, Nicaragua es el país con los rendimientos más bajos en la mayoría de los principales cultivos de América Central. Honduras tiene bajos niveles de productividad, tecnología obsoleta e ineficiente y degradación de sus recursos naturales, además de que es vulnerable a los riesgos de tormentas derivados del cambio climático. La Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) se ocupa principalmente de la mejora de cultivos tropicales, principalmente frutas de exportación. Guatemala, por otra parte, cuenta con recursos fitogenéticos de valor económico global en los parientes silvestres de sus plantas nativas y alberga especies subutilizadas de alto valor nutricional. Guatemala ha contribuido de forma importante a la conservación y uso sostenible de estos recursos fitogenéticos.

Capítulo 5

Nutrición y salud pública: Riesgos y oportunidades para el futuro

M. Cristina Cabrera

1. Inseguridad alimentaria: un problema de las Américas

Las Américas incluyen un grupo importante de grandes países productores de alimentos que son responsables de exportar alimentos al resto del mundo, e igualmente incluyen un número de países que no son autosuficientes en producción de alimentos básicos. En todos los países de las Américas existe un determinado porcentaje de su población que padece inseguridad alimentaria significativa y, aunque esto varía según el país, el peso recae mayormente en los niños, que además constituyen el futuro de la región. Se han implementado algunos planes de acción que han dado buenos resultados a nivel escolar. Estos en ocasiones se complementan con programas de ayuda a las madres y familias y han contribuido a una mejor alimentación y a reducir las deficiencias nutricionales de varios países. Sin embargo, queda mucho por hacer para garantizar la seguridad alimentaria para todos en las Américas, donde los pobres y las poblaciones minoritarias padecen los niveles más altos de inseguridad alimentaria.

Muchos de los países insulares del Caribe que importan alrededor de 60% de los alimentos que consumen y donde aproximadamente 19.8% de la población (7.5 millones de personas) sufre de inseguridad alimentaria, se ubican en un extremo del espectro de la inseguridad alimentaria (Huete *et al.*, 2017). En Venezuela también se ha observado un aumento importante en la inseguridad alimentaria debido a las fallas en la distribución de alimentos (Henry, F. *et al.*, 2017). Según el Departamento de Agricultura de EUA, 12.7% de los hogares de EUA sufrían de inseguridad alimentaria en 2015 (<https://www.ers.usda.gov/topics/food-nutrition-assistance/food-security-in-the-us/key-statistics-graphics/>). Del mismo modo, 8.8 millones de personas padecen inseguridad alimentaria en Argentina, a pesar del considerable volumen de exportaciones agrícolas. De acuerdo con esto, resulta evidente que los altos niveles de producción agrícola pueden existir, y de hecho existen, de forma paralela con la elevada inseguridad alimentaria. Es más, el enfoque de producción de productos de exportación puede combinarse con la falta de disponibilidad de alimentos de alto valor nutricional como las proteínas animales. Los niveles de inseguridad alimentaria también se ven afectados por la degradación ambiental, los fenómenos climáticos y los desastres que influyen en la producción de alimentos, como se pudo constatar recientemente en Ecuador.

2. Deficiencias de micronutrientes

La inseguridad alimentaria, ya sea temporal o crónica, puede dar lugar a deficiencias de micronutrientes, sobre todo de hierro y hierro hemo. Esto ha dado lugar a un aumento de anemia, sobre todo en niños pequeños, mujeres adolescentes y madres jóvenes, lo que pone en peligro el desarrollo de la capacidad intelectual futura, el rendimiento laboral y las capacidades físicas de los individuos afectados. En este aspecto, muchos lugares de las Américas han logrado importantes avances a través de extensos programas de fortificación de alimentos dirigidos a atender los problemas causados por deficiencias de micronutrientes. El alto nivel de urbanización de las Américas hace que estos programas sean especialmente eficaces ya que logran llegar fácilmente a una buena parte de la población. También se han observado excelentes avances en el tratamiento de problemas de deficiencia de yodo –que puede causar bocio, afectar la salud reproductiva y reducir el cociente intelectual– a través de la fortificación de la sal de mesa (Pretell *et al.*, 2017). Por otro lado, la creciente disponibilidad de alimentos ultra procesados en las poblaciones urbanas puede presentar problemas especiales y ocasionar aumentos de los índices de obesidad y enfermedades crónicas asociadas (ver más abajo).

Las deficiencias importantes de hierro, vitamina A y zinc, así como la desnutrición general, afectan a 10.9% de la población de ALC. Además, es difícil evaluar estos problemas en el caso de las personas que viven en zonas distantes y geográficamente inaccesibles, lejos de los centros de distribución de alimentos frescos como frutas y verduras. En varios países, como Chile, Uruguay y Ecuador, la pobreza se ha reducido casi 50% en los últimos años, al igual que las deficiencias relacionadas con la alimentación, pero el problema no ha dejado de existir, y actualmente hay una desaceleración en la tasa de reducción de la pobreza.

3. Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA): Un problema compartido de las Américas

Las enfermedades transmitidas por alimentos se encuentran en todas las Américas en diversos grados, dependiendo del país. Como ejemplo, en Canadá, más de 4 millones de personas sufren de intoxicación por alimentos cada año (de una población total de 36.3 millones), dando lugar a 11,600 hospitalizaciones y 238 muertes. Del total anual, 2.4 millones se debe a causas desconocidas y 1.6 se atribuye a bacterias, virus

y parásitos. En el subconjunto de casos en los que se identificó el agente causal de la intoxicación, un millón se debió a norovirus, que ocasionó la hospitalización de casi 1,200 personas y 21 muertes. Estas cifras indican el alcance del problema en un país rico como Canadá y destacan las deficiencias en la salud pública y los sistemas regulatorios cuyo objetivo es proteger al público de las ETA. En la región del Caribe, en 2015, aproximadamente 135 mil personas en Trinidad y Tobago (aproximadamente 1 de cada 104 personas) sufrió de diarrea probablemente debido al consumo de alimentos o bebidas contaminadas. La deshidratación asociada con la diarrea es particularmente peligrosa en niños pequeños y puede convertirse en una causa importante de mortalidad infantil.

La producción de alimentos a escala industrial y los largos trayectos pueden dar lugar a graves brotes de ETA. Por ejemplo, se ha detectado que la mayor incidencia de brotes de ETA en EUA en algunos casos se ha debido a nuevas prácticas en la producción rural y agrícola en las que los residuos de grandes lotes de alimentación animal se desplazan en corrientes de agua a instalaciones cercanas de procesamiento de vegetales a gran escala (Allen *et al.*, 2017). El aumento del tiempo de los trayectos también puede incidir en la aparición de agentes patógenos de origen alimentario, como *E. coli* O157, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria* y *Vibrio cholera*. Estos cambios también pueden aumentar el riesgo de exposición de los alimentos a agentes patógenos resistentes a los antibióticos, como *S. typhimurium* DT 104, varios norovirus y rotavirus, y a los agentes que causan encefalopatías transmisibles (priones). Además, la exposición a residuos químicos y contaminantes que provienen del medio ambiente y/o como resultado de prácticas agrícolas e industriales (micotoxinas, contaminantes orgánicos persistentes, metales pesados) puede aumentar como resultado de trayectos más largos. Los alimentos elaborados a partir de ingredientes que provienen de diferentes partes del mundo y que requieren más tiempo de preparación para su consumo, también suponen un mayor riesgo de exposición a ETA. No obstante, la mala infraestructura en la preparación de los alimentos, sobre todo la falta de agua potable, es la principal causa de ETA en las zonas más pobres de las Américas, independientemente del país en cuestión.

4. La obesidad en las Américas: un problema nutricional en aumento

Las Américas presenta una situación contradictoria en donde la inseguridad alimentaria y nutricional coexiste con una alta incidencia de obesidad, una situación en aumento que afecta a una buena parte de los niños y las mujeres. Los países con una alta producción agrícola, como EUA y Argentina, tienen las tasas más altas de obesidad, 36 y 23.6%, respectivamente. El problema más preocupante es el aumento de la obesidad en niños

en edad escolar, muchas veces en niños menores de 6 años es de 10% en Chile, 13% en Canadá y 7.3% entre niños menores de 10 años en Argentina. En otros países, la desnutrición, la inseguridad alimentaria y la obesidad coexisten en mayor o menor grado, y esto se correlaciona con una mayor incidencia de enfermedades crónicas relacionadas con la obesidad.

Las causas de la epidemia de obesidad son diversas y, a veces, controvertidas, pero la incidencia de la obesidad parece estar relacionada con la enorme disponibilidad y consumo de alimentos muy procesados. Algunos estudios han llegado a la conclusión de que existe una relación directa entre el consumo de exceso de carbohidratos, azúcar, sal, carnes procesadas y productos lácteos, con el aumento de peso y la pérdida de condición física (Cabrera *et al.*, 2017). Los alimentos altamente procesados tienden a ser ricos en harinas y azúcares con una alta concentración de calorías (Bove y Cerrutti, 2008), pero como son más baratos que los alimentos saludables, las personas de menores ingresos son especialmente vulnerables a esta nociva forma de alimentación. Los hombres consumen menos frutas y verduras que las mujeres adultas, una tendencia que también se observa en los niños en edad escolar, lo que complica aún más la situación nutricional (Cabella *et al.*, 2015). Se ha demostrado que los cambios en los hábitos alimenticios corren paralelo a estilos de vida más sedentarios donde no se practica mucho el ejercicio físico, lo que agrava los problemas de salud crónicos y aumenta la carga de los sistemas de salud pública. La obesidad y las deficiencias de micronutrientes pueden coexistir, como se encontró en un estudio realizado en Ecuador, donde en más de 13% de los hogares vive una madre con sobrepeso con un niño con retraso en el crecimiento, y un tercio de las mujeres en edad reproductiva sufre de sobrepeso y deficiencia de zinc (Aguirre *et al.*, 2017). Este estudio sugiere que la “doble carga” de la obesidad y las deficiencias de nutrientes se debe al consumo excesivo de carbohidratos (arroz) combinado con una baja ingesta de frutas y verduras. Por último, la reducción de la pobreza y la desnutrición de los últimos diez años se han asociado con un aumento de la obesidad en varios países de las Américas. La pobreza debe reducirse, pero acompañada de mayor acceso a una alimentación y dietas adecuadas y saludables.

5. Nutrición, estilos de vida y pérdida de hábitos alimenticios saludables: Un desafío del futuro

En la mayoría de los países de las Américas, el consumo excesivo de alimentos con alto contenido calórico, sobre todo cuando se asocia con baja actividad física, aumenta el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles (ENT) como la obesidad, el síndrome metabólico, la enfermedad cardiovascular, diabetes tipo 2 y ciertos tipos de cáncer. Estas enfermedades, por lo general, se caracterizan por una ingesta excesiva de macronutrientes o un suministro deficiente de estos. Se

ha documentado en varios países de las Américas que el consumo excesivo de alimentos a menudo coexiste con las deficiencias de vitaminas y minerales, y con una baja ingesta de componentes bioactivos protectores de alimentos saludables (FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO, 2017). Las enfermedades no transmisibles representan la principal causa de morbilidad y mortalidad en EUA, Argentina, Uruguay y Chile (IANAS, 2017). En términos generales, la hipertensión en adultos es del orden de 40% en hombres y 30% en mujeres, pero es de menos de 10% en personas de 15 a 24 años y sobrepasa el 60% en adultos de 55 a 64 años. La prevalencia de la hipertensión en la población adulta de las Américas ha aumentado más de 5% en los últimos diez años y se está convirtiendo actualmente en un problema preocupante de salud pública en niños.

La situación alimentaria y nutricional de las Américas pone en riesgo la salud de las generaciones futuras. Por lo tanto, las mejoras basadas en la ciencia en materia de regulaciones alimentarias son cruciales tanto para

controlar las ETA como para promover el consumo de alimentos saludables. Es de vital importancia educar a los niños sobre los problemas alimentarios y facilitar el acceso a alimentos saludables. Como siempre, las poblaciones de menores ingresos son las más vulnerables, pero también lo son todos los segmentos de la población.

Es necesario realizar más investigaciones sobre el comportamiento con objeto de determinar la forma en que se eligen los alimentos y la manera en que esto puede modificarse, junto con la incorporación de mejores prácticas basadas en la ciencia en el sistema de producción de alimentos. En este contexto, es de particular importancia reconocer el crucial papel de las mujeres en la selección y preparación de alimentos en los hogares (Henry *et al.*, 2017). Se requieren políticas públicas sólidas y eficaces en todos los países de las Américas para lograr los cambios sostenibles que modificarán el consumo de alimentos nocivos y promuevan las dietas saludables.

Capítulo 6

Contexto científico y político

Eduardo Bianchi

Introducción

Como lo han puesto de manifiesto las evaluaciones de los países en el libro de IANAS sobre seguridad alimentaria y nutricional, los países de las Américas se caracterizan por una gran diversidad de ecorregiones, paisajes, recursos del suelo, biomasa y especies. Si bien existen grandes variaciones regionales en las características físicas, químicas y biológicas, la región en su conjunto cuenta con importantes reservas de tierras de cultivo, en relación con su población actual. La región también es rica en agua y alberga una gran parte de los recursos hídricos renovables del mundo, lo que le proporciona una ventaja en relación con otras regiones del mundo. De la misma manera, los países de las Américas albergan una biodiversidad muy alta a nivel genético de especies y ecosistemas. Por estas razones, la región de las Américas cuenta con grandes posibilidades para aumentar la producción de alimentos.

Al comparar la escala hemisférica con una escala nacional, se observa que existen grandes diferencias entre los países y las zonas geográficas en cuanto a niveles de desarrollo económico y distribución de recursos. Estas diferencias se traducen en una distribución desigual de las capacidades, lo que significa que hay zonas desfavorecidas, dentro y entre los países, en desarrollo de infraestructura y disponibilidad de recursos naturales. Por ello, nuestra visión en las Américas debe ser no sólo global sino también local. Por lo tanto, uno de los objetivos de este capítulo es dar uniformidad a la percepción de las oportunidades y los desafíos de la seguridad alimentaria y nutricional con las realidades actuales; un paso fundamental en el desarrollo de una visión política que sea más útil a las Américas.

La heterogeneidad de la distribución de los recursos naturales y la disparidad en los niveles de desarrollo económico en la región dificultan la elaboración de una agenda de políticas públicas que sirva a toda la región. Se presentan las políticas específicas para cada país en cada uno de los capítulos del informe de evaluación de IANAS, por lo que en esta sección nos centramos en las políticas que son evidentemente comunes a todos los países, junto con algunas reflexiones y sugerencias destinadas al mejor diseño de una agenda de política pública que pueda hacer prosperar la seguridad alimentaria y nutricional para beneficio de todos los habitantes de las Américas. Es por esto que es necesaria la coordinación y cooperación entre los países de la región en función de: (1) la importancia de la CTI en el reposicionamiento de la agricultura; (2) la importancia

del sobrepeso y la obesidad en nuestras poblaciones; (3) la relación entre la pobreza y la seguridad alimentaria; y (4) el papel del comercio internacional.

1. Marco institucional

Todos los países de América tienen, en mayor o menor medida, marcos normativos que fomentan la seguridad alimentaria y nutricional de sus poblaciones. A pesar de la riqueza de los recursos naturales de la mayoría de los países de la región y los avances de las últimas dos décadas, se continúa experimentando inseguridad alimentaria y nutricional en todos los países. Al mismo tiempo, la inseguridad alimentaria y nutricional está claramente relacionada con los altos niveles de pobreza y los pobres son quienes más la padecen en todos los países.

Es importante señalar que no existen organismos supranacionales que establezcan políticas para la seguridad alimentaria y nutricional en las Américas, a diferencia de otras regiones del mundo. Por lo tanto, en la mayoría de los casos, las políticas se establecen a nivel nacional, con poca o nula coordinación y cooperación entre los países. Esta situación contrasta fuertemente con las ideas más modernas en materia de seguridad alimentaria y nutricional que adoptan un enfoque integral y ven la seguridad alimentaria y nutricional como parte integrante de un conjunto de problemas nacionales e internacionales interrelacionados con aspectos multifacéticos y multidimensionales en los que las soluciones eficaces requieren de una mayor integración internacional. Muchos de estos aspectos interrelacionados, como el cambio climático, obviamente requieren soluciones en las que colaboren todos los países, por lo que la primera conclusión de la política pública es que es necesario diseñar un marco más amplio de cooperación y coordinación entre los países de las Américas para el debate y la implementación de propuestas relativas a la seguridad alimentaria y nutricional. En este sentido, es necesario explorar la posibilidad de lograr que la OEA participe de manera más eficaz en los problemas de la seguridad alimentaria y nutricional y en el papel que desempeñan las ONG presentes en la mayoría de los países y que colaboran en los problemas relativos a la seguridad alimentaria y nutricional. También es necesario un mayor compromiso por parte de los principales benefactores, por ejemplo, la Agencia de EUA para el Desarrollo Internacional que, si bien participa activamente en programas de mejora de seguridad alimentaria, tiende a trabajar a través de misiones en los países y no da igual prioridad a las cuestiones integrales y regionales

(Clegg *et al.*, 2017). Por último, IANAS puede ser eficaz para abogar por los enfoques basados en la evidencia en términos de seguridad alimentaria y nutricional, porque IANAS tiene goza de una enorme presencia en la mayoría de los países de las Américas, a través de sus Academias Nacionales de Ciencias.

2. Investigación, innovación y reposicionamiento de la agricultura

En la actualidad, varios factores apuntan a un “cambio de época” en el papel que juega la agricultura en la sociedad de las Américas. El largo período de pocos incentivos para el desarrollo agrícola parece estar llegando a su fin y hay señales de un cambio de posición del papel de la agricultura en las estrategias de desarrollo. La agricultura se considera cada vez más un sector dinámico y un agente de transformación de las economías nacionales. Con frecuencia se habla de una nueva bioeconomía en la que, además de la función tradicional de producción de alimentos y fibra, la agricultura también desempeñe un papel estratégico en la construcción de una sociedad que dependa menos de los recursos de combustibles fósiles, mediante la producción de energía y materias primas industriales respetuosas con el medio ambiente. Este cambio de época prevé un período de innovación y una serie de nuevas oportunidades en la investigación agrícola.

La agricultura juega un papel fundamental e insustituible en la reducción de la pobreza, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental. Además, la agricultura está firmemente integrada en los procesos industriales a través de, por ejemplo, la producción de materias primas renovables a partir de la biomasa vegetal y la producción de energía derivada de procesos fotosintéticos microbianos. Estos proporcionan material y energía para todo tipo de usos, generando así una amplia gama de oportunidades para el desarrollo económico y social. En este contexto, la CTI agrícola desempeñan un papel clave, no sólo en la consecución de la seguridad alimentaria y nutricional, sino también porque erradican la pobreza, protegen el medio ambiente y apoyan y agilizan la diversificación y la transformación de las condiciones económicas.

CTI son fundamentales para responder al carácter multidimensional de la seguridad alimentaria. Por ejemplo, las tecnologías de modificación genética y riego pueden mejorar la productividad agrícola, el enriquecimiento biológico puede contribuir a obtener alimentos más nutritivos y las soluciones climáticamente inteligentes (que incluyen la agricultura de precisión y los sistemas de alerta temprana) pueden mitigar ciertos factores causantes de la inestabilidad alimentaria. Además, las tecnologías nuevas y emergentes, como la biología sintética, la inteligencia artificial y la ingeniería de tejidos, pueden ejercer una enorme influencia en el futuro de la producción agrícola y ganadera. Con

objeto de aprovechar el potencial transformador de la tecnología, es esencial desarrollar ecosistemas de innovación nacionales y regionales con los mecanismos de apoyo e infraestructura necesaria que impulsen los altos niveles de innovación agrícola que serán necesarios para el futuro, a través de la promoción y cooperación internacional. Por último, la investigación y la innovación agrícolas son fundamentales en la adaptación y mitigación en el contexto del cambio climático y el objetivo de sostenibilidad.

3. Problemas políticos relacionados con la obesidad y el sobrepeso

Como se afirma en el informe de evaluación de IANAS, todos los países tienen una alta incidencia de sobrepeso y obesidad tanto en niños como en adultos, con un serio aumento asociado con las enfermedades no transmisibles. Las políticas más especializadas vigentes exigen que se incluya información más clara y completa sobre el contenido nutricional de los alimentos en las etiquetas, e incluyen regulaciones en materia de anuncios dirigidos a menores de 14 años, así como relativas a la venta de alimentos en instituciones educativas, además de imponer mayores impuestos sobre alimentos y bebidas poco saludables.

El progreso también requiere mejores procedimientos para la recopilación de datos estadísticos de alta calidad para la realización de evaluaciones de riesgos y para la formulación de políticas. Es importante impulsar la recolección sistemática de datos sobre el estado nutricional y de salud de las poblaciones, así como de sus hábitos de comportamiento que influyen en la elección de los alimentos a través de encuestas de consumo cuidadosamente diseñadas. También es necesario promover el desarrollo de nuevos alimentos con mejores perfiles nutricionales e inculcar estilos de vida saludables en la población, que se adapten a diferentes grupos de edad y a personas que requieren regímenes especiales. También es importante promover políticas públicas que fomenten la incorporación de nuevas tecnologías en el sistema alimentario (como procesamiento, alimentos funcionales y nanotecnología). Por último, se debe prestar atención al hecho de que en muchos casos los alimentos no saludables son más baratos que los alimentos saludables. Esto da lugar a que la población en situación de pobreza sea especialmente vulnerable a los problemas de desnutrición y es necesario desarrollar estrategias específicas que tomen en cuenta esta vulnerabilidad.

4. Pobreza y seguridad alimentaria y nutricional

La investigación y la innovación agrícolas son elementos esenciales para aumentar la disponibilidad de alimentos saludables, pero el problema de “acceso” a la seguridad alimentaria no debe quedar fuera de la

agenda de políticas públicas, ya que está estrechamente vinculado con la pobreza. Como se sostiene en el informe de evaluación de IANAS, una buena parte de las poblaciones de las Américas vive en la pobreza. No es posible avanzar en la consecución de la seguridad alimentaria y nutricional si no se avanza en la creación y aplicación de políticas para erradicar la pobreza de manera paralela con una mayor disponibilidad de alimentos saludables. Se han logrado grandes avances en la erradicación de la pobreza en las Américas, principalmente debido a los programas de transferencia de ingresos del Gobierno como lo son los programas sociales. Sin embargo, no hay duda de que estas políticas son una segunda mejor alternativa y que el fortalecimiento del mercado laboral es la mejor opción. Esto requiere un contexto que dé cabida a políticas macroeconómicas apropiadas que estimulen el crecimiento económico sostenido y reduzcan la variabilidad que históricamente se ha producido en varios países de la región.

5. El papel del comercio internacional

Las proyecciones sobre la producción y el consumo mundial de alimentos indican que aumentará la divergencia geográfica entre la producción y el consumo. Por consiguiente, el comercio internacional será cada vez más importante como mecanismo de equilibrio entre las necesidades y la disponibilidad. De acuerdo con esto, existe y existirá una interrelación cada vez mayor entre la seguridad alimentaria en muchos países –en particular los que son importadores netos de alimentos– y las políticas comerciales de otros países, que son por lo general países exportadores netos de alimentos.

El comercio de productos agrícolas históricamente se ha distorsionado debido a los subsidios y los obstáculos que impiden el acceso a los mercados. Además, en el contexto del fuerte aumento en precios de los alimentos en 2007–2008 y 2011–2012, se suscitó una proliferación de políticas cuyo objetivo era mejorar o prevenir el empeoramiento de la seguridad alimentaria en muchos países. Varias de estas políticas fueron defensivas y algunas de ellas tuvieron un impacto negativo en el comercio internacional y perjudicaron aún más los problemas de seguridad alimentaria, sobre todo en los países importadores netos de alimentos, ya que se incrementaron los aumentos y la volatilidad de los precios. Algunos ejemplos de estas políticas incluyen el apoyo a la producción nacional, los impuestos a la exportación y las restricciones cuantitativas, así como las prohibiciones a la exportación. Por su parte, los importadores netos de alimentos también contribuyen a este círculo vicioso al reducir las medidas en frontera.

De esta forma, se generó el “dilema del prisionero” por la intervención tanto de los exportadores como

de los importadores de alimentos, en el cual todos los países pierden. La forma de salir de esta situación no es a través de acciones individuales de los países, sino a través de acciones multilaterales acordadas –como los acuerdos de la OMC, por ejemplo–. De este modo, es posible restablecer la confianza en el comercio internacional como fuente confiable de productos alimenticios, incluso en periodos de aumentos y volatilidad de precios. En periodos de aumento de precios de alimentos, los países pueden recurrir a medidas no comerciales para proteger a las poblaciones vulnerables. Los precios estables de los alimentos en un mundo globalizado son un bien público mundial que requiere de estrategias de cooperación de parte de los países.

6. Otras políticas específicas

Además de las políticas mencionadas con anterioridad que deben formar parte de la agenda de prioridades de los países de la región, también se debe tener en cuenta lo siguiente:

Es importante fortalecer las políticas en materia de educación y capacitación de los recursos humanos que participan en los diferentes aspectos de los sistemas alimentarios, así como en la investigación e innovación agroalimentaria. Varios países de América no cuentan con suficientes recursos humanos calificados y el número de gente calificada incluso ha disminuido en los últimos años, en parte debido al envejecimiento de la población.

Deben tenerse en cuenta los efectos secundarios de las políticas agrícolas, como la migración de la población rural a los centros urbanos y las prácticas de uso y conservación de la tierra.

Todos los países deben desarrollar políticas que promuevan las mejores prácticas en el uso de los recursos naturales: suelo, agua, bosques, biodiversidad.

Las regulaciones en muchos aspectos son deficientes, como en el uso de plaguicidas, el uso excesivo de antibióticos, la agricultura orgánica y la reducción de residuos de alimentos, entre otras.

7. Conclusiones

En un futuro próximo, será necesario satisfacer las demandas de una población mundial que se espera llegue a casi 10 mil millones para el año 2050. Se prevé que, debido al aumento de la población, combinado con las cambiantes demandas alimenticias, se observará un aumento de más de 70% en la demanda de alimentos sobre los niveles actuales. Al mismo tiempo, es fundamental reducir de forma considerable el número de personas (>700,000,000) que actualmente viven en pobreza extrema. Por último, el problema de los Estados Fallidos ha continuado representando

una importante fuente de inestabilidad en la historia reciente, por lo que es indispensable implementar mecanismos internacionales que garanticen cierto nivel de seguridad alimentaria a las poblaciones en riesgo con el fin de disminuir los riesgos asociados con la migración descontrolada, el terrorismo y las guerras.

La región de las Américas cuenta con una abundante riqueza en recursos de tierra, agua y biodiversidad

que serán de enorme valor estratégico en el mundo del futuro. Es posible que la región esté destinada a jugar un papel crucial en la construcción de un nuevo equilibrio global, en términos de suministro de alimentos. No obstante, los innumerables problemas de seguridad alimentaria y nutricional que se experimentan actualmente en los países que conforman las Américas también deben atenderse en vista de su cada vez más protagónico papel a nivel mundial.

Capítulo 7

El camino a seguir

Michael T. Clegg

Algunas áreas de la ciencia se dedican específicamente a la predicción del futuro. Por ejemplo, los procesos demográficos utilizan modelos bien definidos de crecimiento poblacional para predecir la población futura, la ciencia climática emplea complejos modelos informáticos para examinar y evaluar escenarios climáticos futuros y la astrofísica intenta predecir el futuro del universo. Entonces, ¿qué se puede decir sobre la seguridad alimentaria y nutricional futura en las Américas? Para empezar, podemos usar los modelos de la demografía y la ciencia climática para poder visualizar futuros posibles e imaginarnos la forma en que participan las capacidades productivas y las restricciones ambientales en estos escenarios.

En cuanto a la demografía, las predicciones de crecimiento de la población en las Américas son probablemente razonables. Las tasas de natalidad han disminuido y los resultados en materia de salud pública han mejorado. Se proyecta que la población de las Américas sea de aproximadamente 250 millones para el año 2050, en comparación con un crecimiento global de aproximadamente 2 mil millones. Se pronostica que la demanda crezca a una tasa de aproximadamente el doble de la tasa poblacional a medida que las personas modifiquen sus hábitos de alimentación a dietas más ricas en proteínas. Esto parece manejable dada la riqueza de recursos naturales y humanos de la región y los rápidos avances tecnológicos.

El cambio climático presenta más obstáculos debido a que los modelos de grano fino que realizan predicciones a nivel regional y nacional aún se están revisando, y porque existe una fuerte interacción entre la producción de alimentos y la producción de GEI. Es probable que algunas regiones de las Américas se vean negativamente afectadas, incluidas las regiones del Caribe y América Central junto con los desiertos del norte de México y el suroeste de EUA. Las latitudes extremas del norte y sur (Canadá, Alaska) se verán fuertemente afectadas, pero aún no está claro si esto será un efecto neto negativo o positivo. Las fuertes tormentas tendrán un mayor efecto destructivo en la agricultura, aumentarán las variaciones en el clima y es probable que se intensifiquen las sequías periódicas. Es evidente que la investigación científica tiene un largo camino que recorrer en términos de problemas de mitigación y adaptación. También existe una gran necesidad de más investigación sobre opciones de sostenibilidad para que tanto nosotros como nuestros descendientes podamos preservar la capacidad de producción de la tierra. Por último, existe una gran necesidad de diseñar una política basada

en la evidencia que permita que se puedan tomar medidas de precaución que ayuden a prevenir las peores consecuencias del cambio climático.

Más allá de estas predicciones generales, debemos enfocarnos en el potencial que existe; dicho de otra forma, ¿qué se puede lograr con el entorno político adecuado y con las sólidas y constantes aportaciones de la CTI? ¿Cuáles son las decisiones clave que ayudarán a concretar el objetivo de la seguridad alimentaria y nutricional? En última instancia, todas estas decisiones son responsabilidad de todos nosotros, así que en nuestras manos está forjar nuestro futuro. En los siguientes puntos identificamos algunos de los elementos que deben atenderse para garantizar la seguridad alimentaria y nutricional futura.

La región de las Américas cuenta con un enorme potencial de crecimiento en producción de alimentos. El desafío es concretar este potencial y al mismo tiempo evitar una mayor degradación ambiental y satisfacer las necesidades de las poblaciones vulnerables. Este desafío sólo se puede afrontar explotando plenamente el conocimiento basado en la CTI de todos los países de las Américas.

- Los futuros avances en términos de un suministro de alimentos adecuado y nutritivo dependerá en gran parte de una mayor cooperación regional y mundial de la CTI, así como de la creación de marcos normativos más uniformes. Será importante generar un marco ampliado para la cooperación y coordinación de la CTI a fin de agilizar la difusión de las mejores prácticas y obtener una eficiencia económica.
- La identificación y corrección de las enormes deficiencias de los sistemas agroalimentarios de muchos países de las Américas debe ser una agenda que pueda lograrse de forma eficaz en un marco de cooperación interregional.
- Las nuevas innovaciones tecnológicas ofrecen muy buenas perspectivas para el futuro. Será importante acelerar el ritmo para que estas perspectivas se conviertan en realidad. Vivimos en una época de cambios revolucionarios en términos de adquisición y análisis de datos que influye en todos los aspectos del sistema de alimentación y nutrición. Estas tecnologías jugarán un importante papel en la mejora de la eficiencia en la producción y uso de alimentos, y constituirán poderosas herramientas

de gestión para afrontar los desafíos ambientales y de sostenibilidad. Pero un primer paso necesario para muchos países es el perfeccionamiento de su sistema de recopilación de datos y herramientas estadísticas para poder evaluar y hacer frente a los desafíos de la seguridad alimentaria y nutricional de mejor manera.

- Es necesario ofrecer más oportunidades de capacitación en CTI con objeto de desarrollar las capacidades humanas necesarias que serán clave para garantizar la seguridad alimentaria y nutricional en el futuro. También es necesario contar con acceso a equipos e infraestructura avanzados para impulsar un mayor campo de acción de la CTI. Esto es cierto en especial en cuanto a los países más pequeños de las Américas.
- Es necesario realizar más acciones para asegurar el suministro de alimentos saludables y nutritivos y combatir la actual epidemia de obesidad. Esto requerirá una investigación sobre los hábitos de comportamiento, además de una mejor educación pública en relación con la elección de alimentos.

El agua es un factor limitante en la producción de alimentos y el saneamiento, la preparación de alimentos y muchas otras funciones elementales.

- Las mejoras a partir de la CTI para la gestión del agua, en especial con respecto a la optimización de la eficiencia del riego, son vitales para poder satisfacer la capacidad de producción de alimentos de la región. Se está experimentando un cambio de enfoque de productividad de la tierra a productividad del agua, lo que requiere cambios en los patrones de cultivo, novedosos métodos de riego, estrategias de mejoramiento de cultivos, nuevas políticas y una mayor inversión en investigación y desarrollo de capacidades.
- Es importante identificar las formas de energía que utilizan grandes cantidades de agua para poder reemplazarlas poco a poco por otras que sean capaces de reducir el uso del agua. Los subsidios basados en biocombustibles que incentivan a los agricultores a bombear acuíferos a tasas insostenibles han llevado al agotamiento de las reservas de agua subterránea, por lo que esta práctica debe prohibirse.

- La mayoría de los países de las Américas necesita mejores políticas y una mayor vigilancia y control que fomenten la sostenibilidad de los bosques, las aguas marinas, las aguas interiores y subterráneas, así como todos los demás ecosistemas terrestres y su biodiversidad.

Al igual que con otras regiones del mundo, el cambio climático constituye una grave amenaza para la salud alimentaria y nutricional de las Américas. Es necesario contar con modelos de predicción de impactos más precisos, así como con más investigaciones sobre estrategias de mitigación y adaptación.

- El Caribe y América Central son particularmente vulnerables a la degradación ambiental y se encuentran en mayor riesgo con respecto a fenómenos relacionados con el clima. El Caribe es también la región más vulnerable en cuanto a seguridad alimentaria y nutricional, ya que depende en gran medida de las importaciones y su economía es poco sólida y diversificada. Se debe prestar más atención a las necesidades específicas de la región del Caribe.

La economía agrícola del mundo va en camino de una mayor globalización. Los países con recursos suficientes deberán ayudar a resolver los problemas de los países que carecen de ellos. El mayor riesgo para la seguridad alimentaria y nutricional es la inestabilidad política y los Estados Fallidos. La migración descontrolada, las guerras y la inestabilidad política son resultado de la insuficiencia de recursos y capacidad productiva, y el desbordamiento de estos problemas hacia otros países más favorecidos ha sido ampliamente documentado. La escasez de recursos y el cambio climático pueden acelerar este tipo de problemas y es aquí donde CTI juegan un papel preponderante para ayudar a comprender, analizar y mitigar estas amenazas.

Si el pasado reciente es un prelude del futuro, entonces tenemos motivos de sobra para pensar que las Américas continuarán aprovechando las ventajas que ofrecen los avances científicos para satisfacer las necesidades de una población humana en crecimiento, mientras reducen la degradación ambiental.

Referencias bibliográficas

- AAFC, Agriculture and Agri-Food Canada (2016). Innovation From the Agricultural Bioproducts Innovation Program. Disponible en: http://www5.agr.gc.ca/resources/prod/doc/pdf/2010_08_ABIP_EN.pdf
- AAFC, Agriculture and Agri-Food Canada (2017a). Science and Innovation. Available at: <http://www.agr.gc.ca/eng/science-and-innovation/?id=1360882179814>
- Aguirre, N., Barnes, C.W. Ordóñez, M.E., Ruales, J. (2017). Seguridad alimentaria y nutricional de Ecuador. En *Seguridad Alimentaria y Nutricional en América. Retos y oportunidades para este siglo*. M.T. Clegg (coordinador). Inter-American Network of Academies of Sciences (IANAS). Academia Mexicana de Ciencias, Ciudad de México.
- Allen, M. F., Morrell, P. L., Rice, C. W., Vaux, H. J., Dahm, C. N. and Hernandez, R. R. (2017). Seguridad alimentaria y nutricional en los Estados Unidos de América. En *Seguridad Alimentaria y Nutricional en América. Retos y oportunidades para este siglo*. M.T. Clegg (coordinador). Inter-American Network of Academies of Sciences (IANAS). Academia Mexicana de Ciencias, Ciudad de México.
- Anania, G. (2013). *Agricultural Export Restrictions and the WTO: What Options do Policy-Makers Have for Promoting Food Security?* ICTSD Programme on Agricultural Trade and Sustainable Development, Issue Paper N° 50, International Centre for Trade and Sustainable Development, Geneva, Switzerland.
- Beachy, R. (2014). Building political and financial support for science and technology for agriculture. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 369 (1639): 20120274.
- Bernex, N. & Yakabi, K. (2017). "Aporte de la percepción al diseño del Instituto Científico del Agua-ICA" *Summa Humanitatis*, vol. 9, número 1, pp. 1–38.
- Bianchi, E. (2014). "Food Security, the Right to Food and the Human Development Report 1993", GR:EEN Working Paper N° 48, University of Warwick.
- Bianchi, E. & M. Piñero (2012). "América Latina y las Exportaciones de Recursos naturales Agrícolas", *Revista Integración & Comercio* N° 35, Julio – Diciembre 2012, Año 16, Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Bianchi, E. & L. Uzquiza (2009). "A Latin America Perspective about Food Security and the Global Crisis", Latin America Trade Network (LATN), Brief 52, 2009.
- Bianchi, E, Añón, MC, Pagano, E, Piñero, M, Szpak, C, Trigo, E, Vaudagna, S (2017). In *Food and Nutrition Security in the Americas: A View from the Academies of Sciences*. M.T. Clegg (coordinator). Inter-American Network of Academies of Sciences. Mexican Academy of Sciences, Mexico City.
- Bickis, I. (2016). Agricultural Industry Betting the Farm on Innovation to Boost Yields, Profits. Available at <http://www.cbc.ca/news/technology/farming-technology-1.3442023>
- Bressani, R. (2000). Micronutrient policies for agriculture in Latin America. *Food and Nutrition Bulletin*, vol. 21, no. 4, pp 539–541.
- Bove, M.I. & Cerruti, F. (2008). Los alimentos y las bebidas en los hogares. Encuesta Nacional de Gastos e Ingresos 2005–2006. Instituto Nacional de Estadística, Uruguay. <https://www.yumpu.com/es/document/view/22670254/alimentos-y-bebidas-en-los-hogares-instituto-nacional-de-estadistica>
- Brookes G. & P. Barfoot (2017). Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996–2015: Impacts on pesticide use and carbon emissions. *GM Crops & Food* Vol. 8 Iss. 2. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21645698.2017.1309490>
- Cabella, W, De Rosa, M, Failache, E, Fitermann, P, Katzkowicz, N, Medina, M, Mila, J, Nathan, M, Nocetto, A, Pardo, I, Perazzo, I, Salas, G, Salmontón, M, Severi, C y Vigorito, A. (2015). *Salud, nutrición y desarrollo en la primera infancia en Uruguay: primeros resultados de la ENDIS*. [online] Montevideo: INE: UR: OPP: MSP: Mides.
- Cabrera, M. C., Astigárraga, L., Borsani, O., Camussi, G., Caputti, P., Carriquiry, M., Chilbroste, P., Ferrer, M., Galván, G., García-Préchac, F., Grille, L., Marino, C., Panario, D., Saadoun, A., Soca, P., Picasso, V., Vázquez D., Zaccari F. (2017). Uruguay, productor de alimentos para el mundo: Hacia una producción sustentable en una perspectiva de seguridad alimentaria y nutricional. En *Seguridad Alimentaria y Nutricional en América. Retos y oportunidades para este siglo*. M.T. Clegg (coordinador). Inter-American Network of Academies of Sciences (IANAS). Academia Mexicana de Ciencias, Ciudad de México.
- Canadian Biodiversity (2016). Conservation Issues: Human Activities and their Impacts. Available at <http://canadianbiodiversity.mcgill.ca/english/conservation/activities.htm>
- Clegg, M. T., D. Beck, T. Bollyky, G. Ghosh, J. A. Howard, C. L. Moe, F. J. Ricciardone, R. Richards-Kortum, M. Walker & A. Winter. (2017). *The Role of Science, Technology, Innovation and Partnerships in the Future of the US Agency for International Development*. The National Academies Press. Washington DC.
- Cornide Hernández, M. T., Torres de la Noval, W., Madruga, R. P., Capote López, R. P., Rodríguez, A. C. (2017). La seguridad alimentaria y nutricional. Una visión cubana. En *Seguridad Alimentaria y Nutricional en América. Retos y oportunidades para este siglo*. M.T. Clegg (coordinador). Inter-American Network of Academies of Sciences (IANAS). Academia Mexicana de Ciencias, Ciudad de México.
- Egan, T. (2006). *The Worst Hard Time: The Untold Story of Those Who Survived the Great American Dust Bowl*. Houghton Mifflin, New York.
- Evanson D. (2009). Preliminary Assessment of Bioenergy. United Nations Development Programme (UNDP) Barbados and the OECS, December 2009.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO (2017). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2017. Building resilience for peace and food security*. Rome, FAO.
- FAO (2016a). *State of the World's Forests 2016. Forests and agriculture: land-use challenges and opportunities*. Rome.
- FAO (2016b). *The World State of Agriculture and Food. Climate change, agriculture and food security*. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i6030s.pdf>
- FAO (2016c). *Trees, Forests and Land Use in Drylands, The first global assessment. Preliminary Findings*. ISBN 978-92-5-109326-9.
- FAO (2015a). *Water for food security and nutrition, A report by The High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition* (HLPE Report 9).
- FAO (2015b). *The state of agricultural commodity markets 2015-16 - Trade and food security: striking a better balance between national priorities and the collective good*. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i5090s.pdf>
- FAO (2000). *Food and Agriculture Organization. Land resource potential and constraints at regional and country levels*, World Soil Resources Report, 90. Rome: FAO.
- FAOSTAT (2014). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RL/visualize>.
- Garrido, A. & Rabi, A. (2016). Managing Water in the 21st Century: Challenges and Opportunities, Proceedings of the 8th Rosenberg International Forum on Water Policy, Rosenberg International Forum on Water Policy, University of California.

- Global Water Forum (2013). <http://www.globalwaterforum.org/2013/09/02/the-agreement-on-the-guarani-aquifer-cooperation-without-conflict/>.
- Gonzales, GF, Colarossi, A, Bernex, N, Rubín de Celis, V, Caballero, LS, Alvarez, F (2017). *Food and Nutrition Security in the Americas: A View from the Academies of Sciences*. M.T. Clegg (coordinator). Inter-American Network of Academies of Sciences. Mexican Academy of Sciences, Mexico City.
- Guha-Sapir, D., Below, R., & Hoyois, P. (2015). EM-DAT: international disaster database. <http://www.emdat.be/staff/debarati-guha-sapir>
- Henry, F., Bianchi, E., Bianchi, F., Morales, M., Lehm, Z., Raalli, S., Tapia, M. (2017). Factores relacionados con el género y la seguridad/inseguridad alimentaria. En *Seguridad Alimentaria y Nutricional en América. Retos y oportunidades para este siglo*. M.T. Clegg (coordinador). Inter-American Network of Academies of Sciences (IANAS). Academia Mexicana de Ciencias, Ciudad de México.
- Huete, J., Ortega, M., López M., Córdoba, M., Montenegro, S., Vammen, K., Cortez, M.J., Cornejo, A. (2017). La seguridad alimentaria y nutricional, una oportunidad para el desarrollo sostenible de Nicaragua. En *Seguridad Alimentaria y Nutricional en América. Retos y oportunidades para este siglo*. M.T. Clegg (coordinador). Inter-American Network of Academies of Sciences (IANAS). Academia Mexicana de Ciencias, Ciudad de México.
- IANAS (2017). *Seguridad Alimentaria y Nutricional en América. Retos y oportunidades para este siglo*. M.T. Clegg (coordinador). Inter-American Network of Academies of Sciences (IANAS). Academia Mexicana de Ciencias, Ciudad de México.
- Izum, T., Yokozawa, M., Sakurai, G., Travassa, M. I., Romanenkov, V., Oettli, P., & Newby, T. (2014). Historical changes in global yields: major cereal and legume crops from 1982 to 2006. *Global Ecol. Biogeogr.* 23: 346–57.
- ISAAA (2016). Global Status of Commercialized Biotech / GM Crops: 2016. ISAAA Brief No. 52. ISAAA: Ithaca, NY.
- Jiménez-Cisneros, B. & Galizia-Tundisi, J. (Eds) (2013). *Diagnosis of Water in the Americas. Ianas Water Program*. Inter-American Network of Academies of Sciences. Mexican Academy of Sciences, Mexico City. http://www.ianas.org/water/book/Diagnosis_of_Water_in_the_Americas.pdf
- Jiménez, B. (2006). Irrigation in Developing Countries using Wastewater. *International Review for Environmental Strategies (IRES)*, 6(2), 229–250.
- Klironomos, J., Brar, S. Fraser E., Hegde, K., Kazemian N., McInnes, A., McNeil, J., Naghdi, M., Pachapur, V., Taheran, M. (2017). Seguridad alimentaria y nutricional en Canadá. En *Seguridad Alimentaria y Nutricional en América. Retos y oportunidades para este siglo*. M.T. Clegg (coordinador). Inter-American Network of Academies of Sciences (IANAS). Academia Mexicana de Ciencias, Ciudad de México.
- MDG-The Millennium Development Goals Report (2015). United Nations, New York, 2015. http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20%28July%201%29.pdf
- Millhone, J. & Estrada, C. (Eds) (2015). *Guide Towards a Sustainable Energy Future for the Americas*. Inter-American Network of Academies of Sciences. Mexican Academy of Sciences, Mexico City. http://www.ianas.org/books/books_2016/book_energy_web.pdf
- Natural Resources Canada (2017). Forests. Available at <http://www.nrcan.gc.ca/forests>
- Neufeldt, H.; Resck, D.V.S. & Ayarza, M.A. (2002). Texture and land-use effects on soil organic matter in Cerrado Oxisols, Central Brazil. *Geoderma* 197 (3–4): 151–164.
- OMS/OPS (2016). Salud en las Américas. Uruguay. Disponible en: <https://goo.gl/weU9xX>
- ODM-Objetivos de Desarrollo del Milenio (2015). Disponible en: <http://www.un.org/es/millenniumgoals/>
- OECD-FAO (2015). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2015–2024*. OECD Publishing, Paris. Available at: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-en
- Pretell E. A., Pearce E. N., Moreno S. A., Dary O., Kupka R., Gizak M., Gorstein J., Grajeda R., Zimmermann M. B. (2017). Elimination of iodine deficiency disorders from the Americas: a public health triumph. *Lancet Diabetes Endocrinol.* Jun; 5(6):412–414.
- Rech, E.L. & Arber, W. (2013). Biodiversity as a source for synthetic domestication of useful specific traits. *Annals of Applied Biology* 162:141–144. 2013.
- Robinson, D. A., Campbell, C. S., Hopmans, J. W., Hornbuckle, B. K., Jones, S. B., Knight R., Ogden, F., Selker, J. & Wendroth O. (2008). Soil Moisture Measurement for Ecological and Hydrological Watershed-Scale Observatories: A Review. *Vadose Zone Journal* 7(1), February 2008, Soil Science Society of America, WI, USA.
- Rodríguez, A., L. Meza & F. Cerecera (2015). *Investigación científica en agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe*, CEPAL, mayo de 2015.
- Saatchi, S.S., Harris, N.L., Brown, S., Lefsky, M., Mitchard, E.T.A., Salas, W., Zutta, B.R., Buermann, W., Lewis, S.L. (2011). Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1019576108.
- Spray, S.L., & Moran, M.D. (2006). *Tropical Deforestation*. Roman and Littlefield Publishers, Inc. Maryland, USA.
- Tejada-Vélez, E., Arce-García, M. E., Moraes, M., Bustillos-Gálvez, F., Larrzábal-Vélez Ocampo, D. R., Trepp del Carpio, A., Leigue-Arnés, L. Ávila Lara, G., Blajos-Kraljevic, J., Mariscal-Padilla, C. A., Cabrera Coca O. J., & Gutiérrez-Guerra, J. M. (2017). Seguridad alimentaria y nutricional en Bolivia. Retos para administrar sus enormes riquezas. En *Seguridad Alimentaria y Nutricional en América. Retos y oportunidades para este siglo*. M.T. Clegg (coordinador). Inter-American Network of Academies of Sciences (IANAS). Academia Mexicana de Ciencias, Ciudad de México.
- The United Nations World Water Development Report (2014). *Water and Energy*, Volume 1, 2014, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO, Paris. <http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Water%20and%20Energy%20Volume%201.pdf>
- UN World Water Development Report (2014a). *Water and Energy*, Volume 2, 2014, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO, Paris. <http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Water%20and%20Energy%20Volume%202.pdf>
- Trigo, E., N. Mateo & C. Falconi (2013). *Innovación Agropecuaria en América Latina y el Caribe: Escenarios y Mecanismos Institucionales*, Banco Interamericano de Desarrollo, Nota Técnica IDB-TN-528, marzo de 2013.
- UNEP-WCMC (2007). A spatial analysis approach to the global delineation of drylands areas of relevance to the CBD Programme of Work on Dry and Subhumid Lands. Dataset based on spatial analysis between WWF terrestrial ecoregions and aridity zones. United Nations Environment Programme-World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC).
- Vilela, E., Rech, E., Martha G., de Andrade, E., Lopes, M., Guimarães E., Cabral, P., Soares, C., Soares G, Buainain, A., Nutti, M., Callegaro G. (2017). Seguridad alimentaria y nutricional en Brasil. En *Seguridad Alimentaria y Nutricional en América. Retos y oportunidades para este siglo*. M.T. Clegg (coordinador). Inter-American Network of Academies of Sciences (IANAS). Academia Mexicana de Ciencias, Ciudad de México.

Tundisi, J.G., Goldemberg, J., Matsumura-Tundisi, T., & Saraiva, A.C.F. (2014). How many more dams in the Amazon? *Energy Policy* 74 (2014) 703–708, Elsevier Ltd. ISSN: 0301-4215.

Vandermeer, J. H. (2011). *The Ecology of Agroecosystems*. Jones and Bartlett Publishers, Sudbury, Massachusetts.

World Economic Forum Water Initiative (2011). *Water security: the water-food-energy-climate nexus*. Editor, Dominic Waughray. Island Press Washington, D.C.

WRI (World Resource Institute) (2008). *World resources 2008: the roots of resilience – growing the wealth of the poor*. Washington: WR

Wuddivira, MN, De Gannes, V, Meerdink, G, Dalrymple, N, Henry, Sh (2017). Desafíos de la seguridad alimentaria y nutricional en el Caribe. En *Seguridad Alimentaria y Nutricional en América. Retos y oportunidades para este siglo*. M.T. Clegg (coordinador). Inter-American Network of Academies of Sciences (IANAS). Academia Mexicana de Ciencias, Ciudad de México.

Biografías de los autores

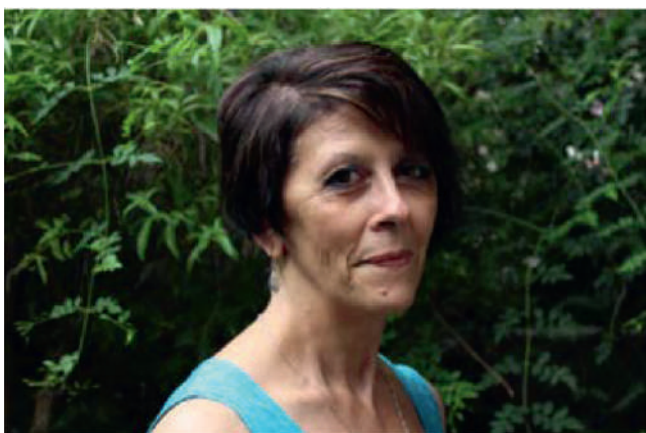


Eduardo Bianchi

eduardodbianchi@gmail.com

Catedrático e Investigador, Escuela Argentina de Negocios-Instituto Universitario, FLACSO OMS, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales

Economista de la Universidad de Buenos Aires y la Universidad de Nueva York (NYU). Fue Secretario de Industria y Comercio y Subsecretario de Comercio Exterior del Gobierno Nacional de Argentina, Director General de la Comisión Nacional Argentina de Comercio Exterior y Economista en Jefe de la Comisión de Política de Competencia de Argentina. También fue instructor de las misiones de capacitación de la OMC en materia de medidas comerciales correctivas y miembro de los paneles de la OMC, y catedrático en diversas universidades argentinas. Actualmente es Catedrático e Investigador en el Instituto Universitario Escuela Argentina de Negocios (IUEAN) y en LATN-FLACSO, Argentina. Su trabajo de investigación actual trata sobre el comercio internacional, la política industrial, el cambio climático y la seguridad alimentaria.



Dra. M. Cristina Cabrera

Ingeniería Agrícola, Facultad de Agronomía de la Universidad de la República de Uruguay

La doctora M. Cristina Cabrera obtuvo su título de Ingeniera Agrícola en la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República de Uruguay. Obtuvo su Maestría en Ciencias y Doctorado en Ciencias Nutricionales de la Universidad Pierre y Marie Curie (París VI) en Francia en 1986. Es Profesora de Nutrición y Directora del Grupo de Nutrición y Calidad de Alimentos de la Facultad de Agronomía, además de Profesora Asociada en Fisiología y Nutrición de la Facultad de Ciencias en Uruguay. También es Coordinadora de la Maestría en Ciencias de la Nutrición en la Universidad de la República. Su investigación se centra en el valor nutritivo de la carne de res, cerdo, aves de corral y otras especies. Su investigación se centra en los minerales, vitaminas y péptidos, el contenido y la biodisponibilidad en la carne, así como las modificaciones que tienen su origen en la alimentación de los animales y el procesamiento de la carne. También conduce estudios colaborativos sobre la biodisponibilidad de nutrientes en alimentos vegetales locales. El principal interés de esta investigación es aportar más conocimiento respecto de los nutrientes esenciales en los alimentos animales y vegetales, a fin de garantizar la seguridad nutricional para todas las edades y mejorar el bienestar de las personas.

La Dra. Cabrera y su equipo son responsables de proyectos de investigación de agencias nacionales y organismos internacionales, y encabezan la investigación aplicada en colaboración con el sector de producción y agroalimentario.



Elizabeth Hodson de Jaramillo

ehodson8@outlook.com

Pontificia Universidad Javeriana

La Dra. Hodson es Profesor Emérito de la Facultad de Ciencias de la Pontificia Universidad Javeriana (Bogotá, Colombia); Miembro Correspondiente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; Miembro Honorario del Comité Científico de la Fondazione Scuola Medica Salernitana (Italia), Profesor Visitante del Doctorado en Bioética de la Universidad del

Museo Social Argentino y de la Universidad El Bosque (Colombia); miembro del Grupo de Expertos Técnicos *Ad Hoc* (ATHEG) sobre evaluación y gestión de riesgos en el marco del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (Convenio sobre la Diversidad Biológica); miembro de la Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología (COMEST) de la UNESCO.

Doctor en Filosofía por la Universidad de Nottingham en las áreas de Botánica y manipulación genética de plantas. Consultor internacional sobre biodiversidad, agrobiotecnologías y bioseguridad de organismos genéticamente modificados. Ha editado más de 19 libros, 26 capítulos científicos en libros y más de 50 artículos científicos.



Katherine Vammen
katherinevammen@yahoo.com.mx
Universidad Centroamericana

La Dra. Vammen obtuvo su Doctorado con especialidad en bioquímica y microbiología del agua en la Universidad de Salzburgo (Paris Lodron), Austria. Cuenta, además, con una Especialidad en calidad y gestión del agua. Es Decano de la Facultad de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente de la Universidad Centroamericana (UCA), de Nicaragua Es Punto Focal y Subdirectora del Programa de Agua de la Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS) en Nicaragua. También fungió como co-editor de la publicación *Desafíos del Agua Urbana en Las Américas* de IANAS en 2015 y fue Director Adjunto del Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (CIRA/UNAN). Fundó y coordinó el Programa de Maestría Regional Centroamericana en Ciencias del Agua.



Michael T. Clegg
mclegg@uci.edu
Profesor Emérito, Universidad de California, Irvine

Michael T. Clegg obtuvo su Licenciatura y Doctorado en genética agrícola y genética, respectivamente, en la Universidad de California, Davis. Durante su trayectoria académica de 42 años, se desempeñó en facultades de cuatro universidades, y su puesto más reciente fue el de titular de la Cátedra Donald Bren de Ciencias Biológicas en la Universidad de California, Irvine. De 1994 a 2000 se desempeñó como Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Agrícolas en la Universidad de California, en Riverside y también fue Director fundador del Instituto de Genómica de esa misma institución. El Dr. Clegg se desempeñó durante 12 años como Secretario de Relaciones Exteriores de la Academia Nacional de Ciencias de EUA. También ocupó el cargo de Copresidente de la Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS). La especialidad de investigación del Dr. Clegg se centra en la genética de poblaciones y la evolución molecular, campo en el que ha publicado extensamente. El Dr. Michael T. Clegg es miembro de la Academia Nacional de Ciencias de EUA, la Academia Americana de Artes y Ciencias y la Sociedad Filosófica Americana. También es miembro de la Academia Mundial de Ciencias (TWAS) y Miembro Correspondiente de varias academias en América Latina y África.

Esta publicación fue impresa en Febrero de 2018, con un tiraje de 1,000 ejemplares, en los talleres de Surtidora Gráfica, SA de CV

La Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS) es una red regional de Academias de Ciencias que fue creada con el propósito de brindar apoyo a los esfuerzos de cooperación dirigidos a promover la ciencia y la tecnología como medios para avanzar en la investigación y el desarrollo, al igual que en el bienestar y la igualdad en las Américas. IANAS es miembro regional de la Red Mundial de Academias de Ciencias (IAP, por sus siglas en inglés).

América del Norte

The Royal Society of Canada: The Academies of Arts, Humanities and Sciences of Canada
The US-National Academies of Sciences
Academia Mexicana de Ciencias

América Central y el Caribe

Academia de Ciencias de Cuba
Academia de Ciencias de República Dominicana
Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de Guatemala
Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica
Academia de Ciencias de Nicaragua
Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia
Academia Nacional de Ciencias de Honduras

América del Sur

Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela
Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Academia Brasileña de Ciencias
Academia Nacional de Ciencias de Perú
Academia Nacional de Ciencias de Bolivia
Academia Chilena de Ciencias
Academia Colombiana de Ciencias Exáctas, Físicas y Naturales de Argentina
Academia Nacional de Argentina
Academia Nacional del Uruguay
Academia de Ciencias del Ecuador

Miembros regionales

Academia Latinoamericana de Ciencias
Academia Caribeña de Ciencias
Unión Científica Caribeña

La Red Interamericana de Academias de Ciencias
Academia Mexicana de Ciencias
Calle Cipreses s/n
Km 23.5 Carretera federal
México-Cuernavaca
14400, Tlalpan, Ciudad de Mexico

Phone: (+52-55) 5573-6501
Fax: (+52 55) 5849-5112

Acceso público y gratuito a esta publicación y al Análisis Regional en Inglés y Español en www.ianas.org

SPONSORED BY THE



**Federal Ministry
of Education
and Research**