Naciones Unidas A/74/238

Asamblea General

Distr. general
29 de julio de 2019
Español
Original: inglés

Septuagésimo cuarto período de sesiones
Tema 19 del programa provisional*
Desarrollo sostenible

Tecnología agrícola para el desarrollo sostenible

Informe del Secretario General

Resumen

Se necesita un amplio abanico de políticas, enfoques e insumos para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular para poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y para promover la agricultura sostenible. La aplicación de la ciencia y la tecnología con el fin de establecer prácticas agrícolas sostenibles puede resultar determinante para avanzar con mayor rapidez en la consecución de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Las tecnologías pueden ayudar a los pequeños agricultores y a los agricultores familiares en sus iniciativas encaminadas a aumentar la productividad y los ingresos de manera sostenible, contribuir a la creación de sistemas sostenibles de producción de alimentos y generar sinergias que favorezcan el logro de otros Objetivos y metas de una forma holística y transformadora.

* A/74/150.

19-12809X (S)

Se ruega reciclar

I. Introducción

1. El presente informe se ha preparado en cumplimiento de la resolución 72/215 de la Asamblea General, en la que esta solicitó al Secretario General que en su septuagésimo cuarto período de sesiones le presentase un informe sobre la aplicación de la resolución.

2. En el informe, el Secretario General analiza las tendencias tecnológicas actuales y los principales avances en el ámbito de las tecnologías agrícolas, ofrece ejemplos ilustrativos del uso transformador de tecnologías a gran escala y formula recomendaciones sobre el camino a seguir.

3. A efectos del presente informe, la "agricultura" abarca los sectores de los cultivos, la ganadería, la pesca y la silvicultura, y la expresión "tecnología agrícola" se define como la aplicación de conocimientos científicos para desarrollar técnicas con el fin de proporcionar un producto o servicio que aumente la productividad y sostenibilidad de la agricultura.

II. Sinopsis

4. La agricultura ocupa un lugar central de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y resulta indispensable para cumplir el compromiso de "no dejar a nadie atrás". La mayoría de los pobres y de las personas que padecen hambre viven en zonas rurales y dependen en gran medida de la agricultura para su sustento. De un total mundial de 570 millones de granjas, más de 500 millones corresponden a explotaciones agrícolas familiares, que producen, en términos de valor, más del 80 % de los alimentos del mundo[1]. Además de producir alimentos, la agricultura ofrece medios de subsistencia al 40 % de la población mundial. En los países de bajos ingresos, contribuye a un 30 % del producto interno bruto[2]. Sin embargo, los sistemas agrícolas se enfrentan a riesgos importantes, y se prevé que los efectos del cambio climático en la producción agrícola y los medios de subsistencia se intensifiquen con el tiempo.

5. La transformación de los sistemas alimentarios y agrícolas con el objeto de promover sinergias y reducir las interacciones negativas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible requiere establecer sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles que mejoren la eficiencia en el uso de los recursos y la producción de alimentos; conservar, proteger y mejorar los ecosistemas naturales; apoyar los medios de vida rurales, una nutrición adecuada y el bienestar social; aumentar la resiliencia de las personas, las comunidades y los ecosistemas, así como promover la buena gobernanza de los sistemas naturales y humanos[3]. El desafío reside en que no existe un enfoque único para dar respuesta a los problemas agrícolas complejos.

6. Las tecnologías agrícolas dan respuesta a una serie de problemas de desarrollo sostenible mediante el aprovechamiento de las sinergias entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la máxima potenciación de sus beneficios compartidos. Esas tecnologías pueden ayudar a producir alimentos más abundantes, más saludables y más seguros con menos recursos, al tiempo que se reduce la invasión de los

[1] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2014: la innovación en la agricultura familiar* (Roma, 2014).

[2] Navin Ramankutty y otros, "Trends in global agricultural land use: implications for environmental health and food security", *Annual Review of Plant Biology*, vol. 69 (2018).

[3] FAO, *Sustainable Food and Agriculture: An integrated approach*, Clayton Campanhola y Shivaji Pandey, eds. (Londres, Elsevier, 2019).

ecosistemas naturales, como los bosques y humedales. Sin embargo, las aplicaciones de las tecnologías agrícolas deben evaluarse respecto del modo en que esas tecnologías contribuyen a satisfacer las necesidades y demandas de los agricultores familiares en relación con el aumento de la productividad y los ingresos, así como de la manera en que apoyan el desarrollo sostenible.

7. El acceso a las tecnologías agrícolas y su uso por parte de quienes viven en situación de pobreza, así como de los grupos marginados y los que viven en zonas rurales, pueden contribuir a aumentar los ingresos y la productividad y hacer que los medios de subsistencia sean más resilientes. También es preciso que las tecnologías ayuden al logro de resultados sostenibles, como el acceso a la tierra y otros recursos naturales; la capacidad en materia de gestión sostenible de los recursos; el acceso a servicios financieros, infraestructura, otros activos y al trabajo, y servicios de capacitación, educación (incluida la alfabetización digital) y atención sanitaria.

8. Es necesario introducir tecnologías agrícolas adecuadas en las cadenas de valor utilizando una perspectiva de "sistemas" que vaya más allá de los aspectos aislados de la producción. Ante todo, las tecnologías deben contribuir al objetivo de la inclusión, teniendo en cuenta las consecuencias para la igualdad de género y los valores culturales y sociales, mediante la incorporación de los conocimientos tradicionales y autóctonos y la adaptación de las tecnologías para responder a los contextos y necesidades locales.

9. Se precisan una serie de innovaciones en la organización, la participación de múltiples interesados, alianzas nuevas y reforzadas y nuevas fórmulas de inversión para garantizar que las tecnologías agrícolas se apliquen en favor de sistemas de producción y distribución más equitativos, inclusivos y sostenibles.

III. Desafíos

10. De aquí a 2050, se prevé que la población mundial aumente y alcance aproximadamente los 10.000 millones de personas, y la agricultura deberá producir casi un 50 % más de alimentos, piensos y bioenergía que en 2012[4]. En 2017 cerca de 821 millones de personas estaban subalimentadas, lo que refleja un aumento del hambre por tercer año consecutivo tras un descenso prolongado[5], el 38,9 % de los adultos tenía sobrepeso u obesidad y más de 2.000 millones de personas sufrían carencias de micronutrientes[6], algo que pone de manifiesto que los sistemas alimentarios no atienden las necesidades de todos. Además, la urbanización rápida, junto con el crecimiento de los ingresos en los países de ingresos bajos y medianos, está acelerando la transición alimentaria hacia un mayor consumo de productos de origen animal, frutas y verduras en relación con el de cereales, situación que exige cambios acordes en la producción y que aumenta la presión sobre los recursos naturales.

11. El cambio climático y la intensificación de los riesgos naturales están poniendo en peligro los cultivos, las plantas o animales acuáticos y la producción ganadera, aunque de manera desigual, y los países y comunidades más pobres de latitudes bajas que ya se encuentran en situación de inseguridad alimentaria están más expuestos,

[4] FAO, *The future of food and agriculture: Trends and challenges* (Roma, 2017).

[5] FAO, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Programa Mundial de Alimentos y Organización Mundial de la Salud, *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2018: fomentando la resiliencia en aras de la paz y la seguridad alimentaria* (Roma, FAO, 2018).

[6] Development Initiatives, *2018 Global Nutrition Report: Shining a light to spur action on nutrition* (Bristol, Reino Unido, 2018).

son menos resilientes y disponen de menos recursos para salir adelante. El aumento de las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero, incluso de los sistemas alimentarios mundiales, está agravando el cambio climático. La propagación de plagas y enfermedades transfronterizas, intensificada por el comercio internacional, la movilidad humana mundial y el cambio climático, está aumentando de manera alarmante. Se calcula que solo las enfermedades de las plantas suponen un costo anual para la economía mundial de 220.000 millones de dólares. El problema se ve exacerbado por la resistencia a los antimicrobianos. Los antimicrobianos desempeñan un papel fundamental en el tratamiento de los animales de granja, pero el uso indebido de dichos fármacos socava la inocuidad de los alimentos y pone en peligro la salud humana y animal.

12. La presión sobre los recursos naturales podría llevar a la sobreexplotación y un uso insostenible. La expansión de las tierras agrícolas sigue siendo la causa principal de la deforestación, dado que el 80 % de los 3,3 millones de hectáreas de pérdida neta anual de la superficie forestal se ve impulsado por la transformación agrícola. En muchas regiones la escasez de agua es cada vez mayor, y la calidad del agua ha empeorado considerablemente por diversas razones, entre ellas la agricultura. La degradación de las tierras y la desertificación han aumentado, y el 29 % de la superficie continental del planeta está degradada[7]. La biodiversidad se encuentra gravemente amenazada, principalmente debido a la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos y el avance de la frontera agrícola, lo que pone aún más en peligro la resiliencia de los ecosistemas[8].

13. A fin de alimentar adecuadamente a la población mundial, los alimentos deben distribuirse mejor y ser nutritivos, y debe mantenerse y mejorarse la inocuidad alimentaria. A nivel mundial, se sabe que los alimentos insalubres causan más de 200 enfermedades graves y crónicas, y la carga de esos alimentos nocivos afecta de manera desproporcionada a las personas vulnerables y marginadas. Además, cada año se pierden o desperdician unos 670 millones de toneladas de alimentos en los países de ingresos altos (sobre todo a nivel del comercio minorista y del consumidor), y se pierden o desperdician 630 millones de toneladas en los países de ingresos bajos y medianos (principalmente en las etapas de poscosecha y procesamiento)[9]. Ello equivale a un tercio de los alimentos destinados originalmente al consumo humano. El desperdicio de alimentos contribuye a la malnutrición y genera emisiones de gases de efecto invernadero, ya que esos alimentos se descomponen y liberan metano.

14. En todo el mundo, las cadenas de suministro de alimentos consumen alrededor de un tercio de la energía disponible, principalmente en forma de combustibles fósiles. Al mismo tiempo, la pobreza energética constituye un problema en numerosas cadenas de suministro de alimentos en los países en desarrollo, pues limita la productividad y el rendimiento. Un desafío fundamental es desvincular las cadenas de suministro de alimentos del uso de energía a base de combustibles fósiles sin que ello perjudique la seguridad alimentaria o el desarrollo de sistemas alimentarios eficientes e inclusivos.

15. Se estima que 736 millones de personas viven por debajo del umbral de pobreza extrema en todo el mundo, y los habitantes de las zonas rurales representan el 79 % de las personas en situación de pobreza extrema[10]. Las desigualdades están

[7] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), *Global Environment Outlook, GEO-6, Healthy Planet, Healthy People*, Paul Ekins, Joyeeta Gupta y Pierre Boileau, eds. (Cambridge, Cambridge University Press, 2019).

[8] FAO, *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*, J. Bélanger y D. Pilling, eds. (Roma, 2019).

[9] www.fao.org/save-food/recursos/keyfindings/es/.

[10] Banco Mundial, *Poverty and Shared Prosperity 2018: Piecing Together the Poverty Puzzle*

aumentando en muchos países, y las mujeres y los jóvenes, así como los pueblos indígenas, tienen más probabilidades que los demás de ver limitadas sus oportunidades y su acceso. En África Subsahariana y Asia Meridional está aumentando la población joven; sin embargo, los jóvenes de las zonas rurales de los países de bajos ingresos a menudo rehúyen trabajar en la agricultura y la consideran una ocupación de baja productividad en declive. Ante la falta de oportunidades de trabajo decente, y al no tener acceso a servicios y protección sociales, se suman al flujo de migrantes internos e internacionales.

16. Es más probable que los hombres sean los primeros en migrar de las zonas rurales y el sector agrícola, lo que contribuye a que exista una proporción cada vez mayor de mano de obra femenina en la agricultura. Entretanto, la región de Asia y el Pacífico está envejeciendo a un ritmo sin precedentes. La población de personas de edad casi se ha duplicado de 1990 a 2014; y, para 2034, se prevé que la población de personas mayores se duplique nuevamente y que la población infantil siga disminuyendo en la región[11].

17. La fragilidad, los conflictos y la violencia constituyen un desafío para la seguridad alimentaria y tienen efectos negativos en el hambre y la nutrición. El porcentaje de personas extremadamente pobres en el mundo que viven en situaciones de conflicto va en aumento, lo que contribuye a los desplazamientos masivos y la migración del campo a la ciudad. Los conflictos y la violencia reducen la disponibilidad de alimentos, obstaculizan el acceso a los alimentos y provocan que las personas vulnerables pierdan el acceso a la gama de recursos necesarios para la producción agrícola y alimentaria.

18. Esos desafíos se materializan en una variedad de escalas espaciales y temporales, trascendiendo sectores y fronteras con conexiones e interacciones que son complicadas y a veces imprevisibles. Para determinar y evaluar las concesiones recíprocas entre los objetivos es necesario realizar un análisis integrado muy específico de cada contexto que tenga en cuenta las interdependencias fundamentales más allá de fronteras y dominios. Las tecnologías agrícolas pueden evaluarse en ese contexto, tanto por lo que respecta a las oportunidades que crean como por el impacto diferente que tienen en los intereses y las necesidades de los interesados. Pasar de las intervenciones tecnológicas centradas exclusivamente en componentes únicos de la innovación agrícola a un “enfoque sistémico” integrado y holístico resulta clave para llevar a cabo acciones eficaces en aras del desarrollo sostenible.

19. Como se detalla en las dos secciones siguientes, existe una amplia cartera de tecnologías agrícolas para ayudar a impulsar los sistemas alimentarios y agrícolas más allá de las opciones habituales y a ofrecer soluciones integradas en todas las cadenas de suministro de alimentos, con los consiguientes efectos en los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

IV. Tendencias tecnológicas y principales avances

20. Aprovechar la ciencia y la tecnología es indispensable para superar los efectos del cambio climático y otros desafíos que impiden a los países lograr la seguridad alimentaria, la mejora de la nutrición y sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles. También es necesario aplicar tecnologías para reducir las presiones que los sistemas

(Washington, D. C., 2018).

[11] Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico, *Statistical yearbook for Asia and the Pacific 2014* (publicación de las Naciones Unidas, ST/ESCAP/2704, 2014), págs. 1 y 16.

alimentarios ejercen sobre la biodiversidad y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

A. Las biotecnologías

21. El potencial de las biotecnologías para aumentar la productividad agrícola es prometedor. Con arreglo a la definición de "biotecnología" recogida en el artículo 2 del Convenio sobre la Diversidad Biológica,[12] la expresión "biotecnologías agrícolas" abarca una gran variedad de tecnologías, entre otras, enfoques de baja tecnología como la utilización de inseminación artificial, técnicas de fermentación y biofertilizantes, así como enfoques de alta tecnología en los que se utilizan metodologías avanzadas de base molecular, como la modificación genética, la secuenciación de todo el genoma y la edición génica. Las biotecnologías agrícolas se utilizan para numerosos fines, como la mejora genética de plantas y animales encaminada a aumentar su rendimiento, eficiencia o resiliencia; la caracterización y la conservación de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura; el diagnóstico de enfermedades vegetales y animales; el desarrollo de vacunas, y la producción de alimentos fermentados.

22. Los costos y beneficios de la utilización de organismos modificados genéticamente, así como las dificultades de acceso, han dado lugar a debates sobre la promesa que encierran de dar respuesta a los problemas agrícolas. Los cultivos genéticamente modificados han sido adoptados por pequeños agricultores en varias economías emergentes y en desarrollo a fin de asegurar la tolerancia a los herbicidas o la resistencia a los insectos, pero el costo de las semillas modificadas genéticamente puede resultar restrictivo. Además, los pequeños agricultores afrontan al reto de aplicar las prácticas de gestión necesarias para producir cultivos genéticamente modificados en condiciones de seguridad a lo largo del tiempo. El debate sobre los organismos modificados genéticamente ha girado en torno a sus posibles consecuencias para la seguridad alimentaria, el medio ambiente, la diversidad biológica, la salud humana y animal y el control del sistema alimentario mundial, así como las correspondientes repercusiones éticas, regulatorias y de derechos de propiedad intelectual. Muchos países han elaborado marcos de bioseguridad con miras a controlar los posibles riesgos relacionados con el uso de organismos modificados genéticamente.

23. La edición genómica (o edición génica), en particular la herramienta CRISPR-Cas[13], es un conjunto de técnicas para realizar cambios precisos en la estructura genética de un organismo vivo sin transferir transgenes entre especies diferentes. Estas técnicas se han utilizado para acelerar el desarrollo de nuevas variedades de cultivos y mejores razas de ganado (por ejemplo, trigo blando panificable resistente a las enfermedades y ganado sin astas para ayudar a mejorar el bienestar de los animales en el sector). La edición genómica es relativamente barata, por lo que se ha adoptado como método preferido para mejorar genéticamente los cultivos, el ganado y los peces, en particular en los países en desarrollo. Sin embargo, en defecto de una intervención reguladora existen riesgos, incluida la posibilidad de que se produzcan alteraciones fuera del objetivo en el genoma que podrían provocar consecuencias imprevistas. Además, el ritmo del desarrollo de regímenes normativos favorables ha quedado rezagado con respecto a los avances científicos que impulsan la tecnología. No hay acuerdo sobre si los organismos editados genómicamente son organismos modificados genéticamente, y, en caso de serlo, sobre si el Protocolo de

[12] "Toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos".

[13] PNUMA, *Fronteras 2018/19: nuevos temas de interés ambiental* (Nairobi, 2019).

Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica regulará su despacho al consumo humano o su liberación al medio ambiente. Aunque algunos países de ingresos altos han adoptado decisiones sobre esta materia[14], la mayoría de los países de ingresos bajos y medianos se encuentran en fases más tempranas con respecto al establecimiento del estatus regulatorio de los organismos editados genómicamente.

24. Los rápidos avances en la biología molecular y las disciplinas auxiliares de la ingeniería y la informática, el aumento de la capacidad humana e institucional y la reducción significativa de los costos de la cartografía genética están generando enormes cantidades de datos de secuencias de ADN. Ahora pueden secuenciarse genomas enteros a mayor velocidad, y los datos obtenidos pueden conservarse a una minúscula fracción del costo de hace 20 años, lo que hace que la secuenciación génica sea una tecnología mucho más accesible. Junto con el desarrollo de capacidades de fenotipado automatizado de alto rendimiento, el proceso de mejoramiento para desarrollar variedades de cultivos y razas de ganado mejores y mejor adaptadas puede acelerarse aún más. Los datos de las secuencias de ADN sobre patógenos y otros microorganismos en los alimentos pueden utilizarse para la vigilancia epidemiológica y para hacer un seguimiento de la resistencia a los antimicrobianos.

25. La información digital sobre secuencias no tiene ninguna definición universalmente convenida; ahora bien, la idea es que la posesión de material genético físico no es necesaria para obtener valor de ella. Entre los ejemplos de usos actuales de información digital sobre secuencias figuran el aumento de la eficiencia alimenticia y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el ganado, la conservación de árboles mediante la genómica predictiva, los programas de mejoramiento asistido por la genómica en los cultivos y la detección de híbridos en los peces[15]. La propiedad de ese tipo de información en lo que respecta a los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura es un tema objeto de intensos debates. Aunque se desconoce la cantidad de información digital sobre secuencias de propiedad privada, la información accesible al público incluye unas 1.700 bases de datos en línea, y la infraestructura se encuentra principalmente en los países desarrollados. Las preocupaciones referentes a la biopiratería se derivan de la creencia de que, con las capacidades de la biología sintética, a partir de la información digital sobre secuencias podrían crearse en el laboratorio organismos completos, o simplemente genes para productos comerciales. En un extremo del espectro se hacen llamamientos para que los datos estén disponibles libremente, en apoyo de las actividades de investigación y desarrollo e innovación, mientras que en el otro extremo se hacen llamamientos para regular el acceso a la información digital sobre secuencias. No hay consenso.

B. Las tecnologías digitales

26. Las nuevas tecnologías digitales ofrecen una oportunidad de mejorar la sostenibilidad de los sistemas alimentarios y agrícolas y colmar lagunas críticas de información y asesoramiento en una escala inimaginable incluso hace un decenio. Estas tecnologías, que se denominan colectivamente “Agricultura 4.0”, encierran el potencial de optimizar los insumos, servir de apoyo a los sistemas de alerta temprana sobre las plagas y enfermedades de las plantas y los animales, gestionar la

[14] Syed Shan-e-Ali Zaidi y otros, “New plant breeding technologies for food security”, *Science*, vol. 363, núm. 6434 (marzo de 2019).

[15] J. A. Heinemann, D. S. Coray y D. S. Thaler, “Exploratory fact-finding scoping study on ‘digital sequence information’ on genetic resources for food and agriculture”, estudio informativo para la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (2018).

mecanización de manera más eficiente, mejorar las técnicas de almacenamiento de alimentos, reducir las pérdidas y el desperdicio de alimentos, y proporcionar mejor información y más oportuna sobre la demanda del mercado y las fluctuaciones estacionales[16]. Las tecnologías digitales también ofrecen a los países de ingresos bajos y medianos oportunidades de "saltarse" (es decir, evitar o eludir) las tecnologías existentes menos eficientes[17].

27. En la agricultura se están generando con rapidez macrodatos con el fin de reunir datos sobre las condiciones y características de la producción, el procesamiento, la distribución y el almacenamiento a lo largo de las cadenas de valor agrícolas para llevar a cabo un seguimiento en tiempo real. Los datos también se usan para predecir (utilizando modelos estadísticos) de manera precisa en qué momento y lugar, por ejemplo, serán necesarios el riego o la fertilización. Los macrodatos pueden aprovecharse para aplicaciones agrícolas basadas en datos, entre otras cosas, para asistir a los agricultores en sus decisiones, para la agricultura de precisión y los seguros.

28. La inteligencia artificial y el aprendizaje automático son instrumentos analíticos que facilitan la adopción de decisiones basada en datos y pueden desempeñar un papel crucial en el sostenimiento de los sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles. La mejora de los cultivos basada en la predicción utiliza la inteligencia artificial y el aprendizaje automático con datos genómicos, fenotípicos, agronómicos y climáticos de las plantas para predecir la productividad de nuevas variedades[18]. La inteligencia artificial y el aprendizaje automático se utilizan para detectar y predecir las firmas genéticas de la resistencia a los antimicrobianos[19].

29. Las tecnologías de registros distribuidos, que abarcan la tecnología de cadenas de bloques, pueden aplicarse para reducir las ineficiencias y la corrupción y aumentar la rendición de cuentas, la transparencia y la rastreabilidad de las cadenas de suministro de alimentos. También pueden potenciar la facilitación del comercio, aportar una mayor seguridad jurídica a los sistemas de tenencia de la tierra y fortalecer la rendición de cuentas por el cumplimiento de los acuerdos internacionales relacionados con la agricultura[20].

30. A pesar de que las posibilidades que brindan las tecnologías digitales en la agricultura son enormes, también existen riesgos. Esos riesgos incluyen el exceso de concentración del poder de mercado entre los proveedores de datos y servicios; las preocupaciones en torno a la privacidad y la seguridad en relación con los datos agrícolas y las técnicas para la validación y el almacenamiento de los datos; la posible falta de objetividad en la recopilación de datos; la política de propiedad de los datos y transparencia; la dependencia de la tecnología y la obsolescencia planificada, y, lo que quizá es más importante con respecto a no dejar a nadie atrás, la desigualdad de acceso a las tecnologías debida a la limitada conectividad digital de las zonas rurales y las menores tasas de acceso a Internet entre las mujeres frente a los hombres. Las

[16] Banco Mundial, "El futuro de los alimentos: aprovechar las tecnologías digitales para mejorar los resultados del sistema alimentario" (Washington, D. C., abril de 2019).

[17] *World Economic and Social Survey 2018: Frontier Technologies for Sustainable Development* (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta: E.18.II.C.1).

[18] https://qaafi.uq.edu.au/article/2019/04/new-breeding-technology-draws-genomics-paddock-realities-and-computer-power.

[19] Erol S. Kavvas y otros, "Machine learning and structural analysis of *Mycobacterium tuberculosis* pan-genome identifies genetic signatures of antibiotic resistance", *Nature Communications*, vol. 9, núm. 1 (octubre de 2018).

[20] Mischa Tripoli y Josef Schmidhuber, *Emerging opportunities for the application of blockchain in the agri-food industry*, documento temático (Roma, FAO; Ginebra, Centro Internacional de Comercio y Desarrollo Sostenible, 2018).

aplicaciones más potentes requieren altos niveles de cobertura de telefonía móvil, conectividad a Internet, aptitudes y conocimientos.

C. La mecanización

31. La mecanización de los sistemas de agricultura y elaboración de alimentos puede aumentar la productividad y los salarios. La mecanización entraña la aplicación de diferentes formas de fuentes de energía agrícola, junto con instrumentos, aperos y máquinas adecuados. Abarca desde sencillas herramientas manuales a equipos motorizados (tanto fijos como móviles, por ejemplo, tractores, escardadoras mecánicas, cosechadoras, trilladoras y descascaradoras de arroz, máquinas de labranza, etc.), y equipos impulsados por energía solar, eólica e hidráulica. Las recientes innovaciones en mecanización han adoptado la forma de tecnologías de agricultura de precisión e incluso equipos autónomos (drones, robots y bots) que permiten una aplicación de fertilizantes y plaguicidas más inteligente y más específica y precisa, lo que podría reducir el uso de productos agroquímicos para mejorar la salud humana y ambiental.

32. Para lograr un desarrollo sostenible la mecanización debe satisfacer las necesidades de los agricultores y sus organizaciones, en particular de los agricultores familiares y pequeños agricultores, ser accesible y basarse en la demanda a fin de crear nuevas oportunidades de negocio. La mecanización agrícola sostenible puede contribuir a hacer frente a la escasez de mano de obra, aliviar la carga física, aumentar los ingresos, mejorar la productividad y oportunidad de las actividades agrícolas, promover el uso eficiente de los recursos, posibilitar un mejor acceso a los mercados y apoyar medidas encaminadas a mitigar los riesgos relacionados con el clima[21]. La maquinaria y las instalaciones utilizadas para la recolección, el secado, el procesamiento y el almacenamiento pueden desempeñar un papel importante en la reducción de las pérdidas agrícolas, con el consiguiente aumento de la producción y la nutrición por superficie de tierra. La mecanización también encierra el potencial de crear empleos nuevos y mejor remunerados en las cadenas de valor agrícolas, lo que hace que las zonas rurales resulten más atractivas para los jóvenes y los alienta a permanecer en ellas.

D. Las tecnologías de energía renovable

33. Las tecnologías de energía renovable utilizan fuentes de energía eólica, oceánica, solar, hidrológica y geotérmica, así como fuentes bioenergéticas, para generar energía. Cuando las pérdidas de alimentos son elevadas como consecuencia del bajo nivel de acceso a la energía, la mejora del acceso a energía no contaminante alberga un gran potencial para poder efectuar operaciones poscosecha rentables e inocuas para el clima a fin de reducir las pérdidas de alimentos. Aumentar el uso de fuentes de energía renovable en los sistemas agrícolas permitiría que la agroindustria redujera su huella de carbono, que el sector energético suministrara energía para usos productivos en la agricultura y que se ampliaran los ingresos de los agricultores al reducirse las pérdidas de alimentos.

34. El incremento del uso de las tecnologías de energía renovable en la agricultura exige un examen integrado de las posibles concesiones recíprocas entre los usos del agua y la energía. Además, deben tenerse en cuenta los usos alimentarios y no alimentarios de la biomasa en relación con la seguridad alimentaria local y el acceso a los recursos de la tierra. Si se gestiona debidamente, la diversificación del uso de la

[21] www.fao.org/sustainable-agricultural-mechanization/es/.

biomasa puede brindar oportunidades para la generación de ingresos, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y el desarrollo local. En ese sentido, enfoques como la metodología INVESTA apoyan análisis financieros, económicos, ambientales y sociales (incluidos los aspectos de género) de la relación costo-beneficio de la energía renovable en las cadenas alimentarias[22].

V. Aprovechamiento de las tecnologías agrícolas para la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

35. La presente sección se centra en el uso de tecnologías agrícolas en lo que respecta a su impacto en el cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, y aborda los desafíos que se han señalado en la sección III. Los ejemplos que se ofrecen son indicativos y no exhaustivos.

A. La inseguridad alimentaria, la malnutrición y las dietas poco saludables

36. Urge un cambio transformador en la forma en que producimos, distribuimos y consumimos alimentos nutritivos para contribuir a adoptar dietas saludables[23]. Las tecnologías nuevas y existentes pueden desempeñar una función en la respuesta a tales preocupaciones.

37. Las biotecnologías pueden aumentar el valor nutricional de los alimentos de primera necesidad y la productividad de alimentos ricos en nutrientes, como las verduras, el ganado y el pescado. Se han lanzado más de 150 variedades de cultivos bioenriquecidos con micronutrientes que proporcionan cantidades más elevadas de vitamina A, hierro o zinc en 30 países de Asia, África y América Latina[24]. La tilapia cultivada genéticamente modificada y las variedades derivadas crecen más rápido y son más resistentes a las enfermedades que otros peces, y son adecuadas para la acuicultura comercial y en pequeña escala[25]. Se han diseminado variedades mejoradas en 16 países. En Egipto, los piscicultores utilizaron una variedad mejorada que contribuyó a aumentar los rendimientos un 5 %[26]. En cuanto a la producción ganadera, se ha adoptado ampliamente la inseminación artificial, sumada a programas de selección locales y servicios de salud del rebaño, para mejorar el rendimiento lechero en el sector de productos lácteos. En 2014, por ejemplo, 1,4 millones de reses en Bangladesh fueron inseminadas con éxito, y producen más leche con un valor de venta más alto[27].

38. La agricultura de precisión utiliza una combinación de tecnologías integradas, como sistemas geoespaciales, drones de óptica avanzada, información satelital y una gran potencia de cálculo, a fin de optimizar la producción agrícola y la rentabilidad, preservar los recursos y detectar la carencia nutricional y la infestación por plagas y enfermedades. Dichas aplicaciones incrementan el rendimiento e impulsan el uso

[22] FAO, “Investing in sustainable energy technologies in the agrifood sector (INVESTA)” (2018).

[23] Walter Willet y otros, “Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems”, *The Lancet*, vol. 393, núm. 10170 (febrero de 2019).

[24] Howard Bouis y Amy Saltzman, “Improving nutrition through biofortification: a review of evidence from HarvestPlus, 2003 through 2016”, *Global Food Security*, vol. 12 (marzo de 2017).

[25] www.worldfishcenter.org/pages/gift/.

[26] http://blog.worldfishcenter.org/2016/12/improved-tilapia-breeding-program-in-egypt-a-year-in-review/.

[27] BRAC, “Artificial insemination: maximising genetic potential of cattle population in Bangladesh” (junio de 2015). Puede consultarse en www.brac.net/images/Artificial_Insemination.pdf.

eficiente de insumos en general, contribuyen a ampliar los períodos de crecimiento y aumentar la intensidad de los cultivos (más cosechas al año) y mejoran las prácticas de gestión. Por ejemplo, la ganadería de precisión permite a los agricultores controlar mejor las necesidades de nutrientes de los animales y ajustar su alimentación en consecuencia, lo que mejora la salud de todo el rebaño.

39. **Estudio de caso.** En China, casi 21 millones de pequeños agricultores de zonas agroecológicas de todo el país participaron en una iniciativa nacional que estuvo en funcionamiento durante diez años. Se elaboró un amplio programa de apoyo a la toma de decisiones de gestión integrada del suelo y los cultivos que consistía en un módulo de cultivos para determinar estrategias de cultivo sobre la base de simulaciones de modelos de cultivos, y un módulo de suministro de recursos para el uso óptimo de los nutrientes y los recursos hídricos. Tras la realización de unos ensayos de campo para establecer aplicaciones contextualizadas en el ámbito local, una asociación coordinada por el Gobierno promovió la adopción de mejores prácticas de gestión en 452 condados. El rendimiento medio aumentó del 10,8 % al 11,5 %, mientras que el uso de abono nitrogenado y las emisiones de gases de efecto invernadero se redujeron en promedio de un 14,7 % a un 18,1 % y de un 4,6 % a un 13,2 %, respectivamente[28].

40. Las explotaciones agrícolas inteligentes son invernaderos cerrados o semicerrados totalmente climatizados que pueden funcionar durante todo el año, produciendo alimentos de alto contenido nutritivo, como frutas y verduras, a muy alto rendimiento. Los rendimientos pueden mejorarse como mínimo un 300 % con respecto a los sistemas tradicionales de campo abierto[29]. Se utilizan sensores para controlar los insumos y las condiciones ambientales de manera más precisa, optimizando de ese modo los esfuerzos de intensificación y limitando el desperdicio de agua y los residuos de fertilizantes. Las explotaciones agrícolas inteligentes tienen cada vez más éxito en la producción de alimentos para las ciudades (con cadenas de suministro más cortas) y prosperan en lugares con condiciones difíciles para el crecimiento natural. Ahora bien, en entornos protegidos, una vez que se introduce un contaminante microbiológico este puede multiplicarse rápidamente.

41. Las explotaciones agrícolas verticales —que cultivan alimentos en capas apiladas verticalmente para un uso más eficiente del espacio— utilizan métodos de cultivo del suelo hidropónicos o aeropónicos. La hidroponía consiste en el cultivo de plantas sin tierra, utilizando una solución mineral de nutrientes en un disolvente de agua. El crecimiento de las plantas hidropónicas requiere hasta un 90 % menos de agua y un 75 % menos de espacio, lo que resulta útil en las zonas urbanas. El proyecto H2Grow presta apoyo a las comunidades vulnerables en el uso de unidades hidropónicas de baja tecnología para el crecimiento de las plantas en entornos áridos[30]. El programa se está llevando a cabo en nueve países y beneficia a 5.000 personas, incluidos refugiados y desplazados internos. En Argelia, la producción hidropónica de forrajes en los campamentos de refugiados permitió que las cabras aumentaran su producción de leche un 250 %, lo que generó ingresos para los refugiados saharauis. La acuaponía, la integración de la hidroponía y la acuicultura, mediante la cual los desechos del pescado se utilizan como fertilizantes para los cultivos hidropónicos, cubre las necesidades de la agricultura urbana, así como de las zonas desérticas.

[28] Zhenling Cui y otros, “Pursuing sustainable productivity with millions of smallholder farmers”, *Nature*, vol. 555, núm. 7696 (marzo de 2018).

[29] Matthieu De Clercq, Anshu Vats y Alvaro Biel, “Agriculture 4.0: The future of farming technology”. Puede consultarse en www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2018/feb/agriculture-4-0--the-future-of-farming-technology.html.

[30] https://innovation.wfp.org/project/h2grow-hydroponics.

42. Los productores y consumidores de alimentos cada vez utilizan más las aplicaciones móviles para mejorar la nutrición y promover hábitos alimentarios saludables, así como para mejorar la inocuidad de los alimentos, al proporcionar un acceso fácil a la información sobre el contenido de nutrientes y la manipulación y el almacenamiento de los alimentos. Por ejemplo, "e-Nutrifood" proporciona información acerca de la calidad y la combinación de los valores nutricionales esenciales de los alimentos.

B. El cambio climático, incluidas las nuevas plagas y enfermedades transfronterizas

43. La información rápida y en tiempo real resulta fundamental para la preparación y la adopción de medidas oportunas orientadas a hacer frente a las inestables condiciones meteorológicas y climáticas. Los servicios y productos de previsión permiten a los agricultores planificar mejor las actividades agrícolas, optimizar la producción, gestionar los riesgos relacionados con el clima e integrar la adaptación al cambio climático en sus decisiones.

44. Los servicios meteorológicos usan las tecnologías digitales para recopilar, difundir y analizar información y datos agrometeorológicos y agroclimáticos. La información meteorológica básica que proporcionan los mensajes de texto puede complementarse con información más compleja sobre la producción y protección de cultivos, el agua, los suelos y la vegetación, así como la alerta temprana y la preparación para casos de desastre. Pueden prestarse servicios de vigilancia y alerta temprana ante plagas y enfermedades a los países afectados para que puedan responder a las nuevas situaciones con rapidez y eficacia. En el caso del ganado, el uso de microchips individuales permite la rastreabilidad (origen, estado de vacunación, etc.), facilitando así el comercio y desplazamiento del ganado.

45. **Estudio de caso.** En respuesta al gusano cogollero del maíz, una nueva plaga en África que se propaga rápidamente en Asia, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha desarrollado y establecido el Sistema de Seguimiento y Alerta Temprana para el Gusano Cogollero (FAMEWS, por sus siglas en inglés)[31]. Este sistema utiliza una aplicación de telefonía móvil para ayudar a los agricultores, las comunidades y los agentes de extensión a reunir y registrar información sobre el gusano cogollero del maíz, así como una plataforma mundial que muestra mapas y análisis de los datos sobre el terreno. Nuru, un módulo de inteligencia artificial, sirve de complemento a FAMEWS para ayudar a los agricultores a diagnosticar infestaciones y adoptar medidas inmediatas. Los datos y los mapas proporcionan información valiosa sobre cómo cambian con el tiempo las poblaciones de gusanos cogolleros del maíz, a fin de comprender mejor su comportamiento y orientar las prácticas de gestión. La aplicación móvil de FAMEWS ha reunido más de 55.000 informes de más de 40 países afectados desde su lanzamiento en marzo de 2018. El Servicio de Información sobre la Langosta del Desierto de la FAO ofrece un servicio similar[32]. Todos los países afectados transmiten datos sobre la langosta a la FAO, donde se analiza la información junto con los datos meteorológicos, los datos sobre el hábitat y las imágenes de satélite para evaluar la situación actual de la langosta en una región, ofrecer previsiones con una antelación de hasta seis semanas y emitir alertas según sea necesario.

[31] www.fao.org/fall-armyworm/faw-monitoring/es/.
[32] www.fao.org/ag/locusts/en/publicat/meeting/topic/1978/index.html.

46. La técnica de esterilización de insectos utiliza la exposición a la radiación para esterilizar insectos criados en masa a fin de prevenir, erradicar, suprimir o contener las principales plagas de insectos de los cultivos y el ganado en toda la zona, lo que reduce al mínimo los daños a la producción de alimentos locales y regionales[33]. El uso de la técnica en el Senegal ha propiciado una reducción drástica de la transmisión de la tripanosomiasis, lo cual ha permitido el desarrollo de las razas productivas de ganado. En la República Dominicana, la irrupción de la mosca del Mediterráneo dio lugar a una prohibición de las importaciones de los principales interlocutores comerciales, como los Estados Unidos de América, Haití y el Japón, lo que ha generado una pérdida estimada de 42 millones de dólares en exportaciones de frutas y verduras solo en 2015. La liberación de más de 4.000 millones de moscas macho estériles condujo a la erradicación de la plaga, con lo que se reabrió el lucrativo mercado de la exportación.

47. Los agricultores deben tener acceso a semillas y material de siembra de calidad de un conjunto diverso de cultivos bien adaptados y sus variedades, en particular cultivos mejorados con resistencia a enfermedades y plagas y adaptados a condiciones climáticas más arduas. Las tecnologías de mejora han liberado el potencial de los recursos genéticos para superar las limitaciones de la producción agrícola. Por ejemplo, el proyecto Distribución de Semillas Maíz Tolerante a la Sequía para África (DTMASS, por sus siglas en inglés) permitió que los agricultores de Zimbabwe cosecharan más de 600 kg más de maíz por hectárea en comparación con quienes usaban variedades vulnerables a las sequías, lo que se tradujo en un ingreso adicional de 240 dólares por hectárea[34].

C. La disminución de las bases de recursos naturales

48. La inteligencia artificial, utilizando imágenes de satélite y sensores terrestres o instalados en drones, está transformando la planificación del uso de la tierra en los países, por ejemplo, mediante la vigilancia de la deforestación, la desertificación, la quema de biomasa y la degradación de las turberas. Estos datos pueden optimizar los planteamientos del uso compartido de la tierra en lo que respecta a la agricultura y la gestión de los recursos naturales, y pueden ayudar en la planificación del desarrollo de la acuicultura o la gestión de las zonas costeras. Si los gobiernos pudieran aprovechar al máximo el uso de la inteligencia artificial en la vigilancia de la tala ilegal y los daños forestales, de aquí a 2030 podrían salvarse 32 millones de hectáreas de bosques en todo el mundo, lo que se traduciría en una reducción estimada de 29 gigatoneladas de emisiones de dióxido de carbono equivalente[35].

49. Terra-i, un sistema de vigilancia en línea, utiliza datos de satélites y la inteligencia artificial para hacer un seguimiento de los cambios en la vegetación y la pérdida de la cubierta forestal en América Latina en tiempo real[36]. Vigilancia Mundial de los Bosques es otro sistema de alerta y vigilancia forestal que empodera a las comunidades locales para denunciar e impedir las operaciones de tala ilegal[37]. La mejora del acceso a los datos y análisis geoespaciales mediante la iniciativa Open Foris permite a los pequeños agricultores con teléfonos inteligentes medir y controlar

[33] www.iaea.org/es/temas/tecnica-de-los-insectos-esteriles.

[34] Rodney Lunduka y otros, “Impact of adoption of drought-tolerant maize varieties on total maize production in south Eastern Zimbabwe”, *Climate and Development,* vol. 11, núm. 1 (septiembre de 2019).

[35] Microsoft y PwC, “How AI can enable a sustainable future” (2019). Puede consultarse en www.pwc.co.uk/sustainability-climate-change/assets/pdf/how-ai-can-enable-a-sustainable-future.pdf.

[36] www.terra-i.org/es/terra-i.html.

[37] www.globalforestwatch.org/?lang=es_MX.

mejor una parcela de apenas 0,40 hectáreas para evaluar la deforestación y la degradación forestal[38]. Open Foris también se ha utilizado para la recopilación de datos de la industria lechera en Kazajstán y la producción animal de comunidades de pastores en el Chad y Mongolia, así como para el desarrollo de la ganadería y los pastizales en Tayikistán.

50. Existen metodologías sólidas y operacionales y tecnologías de ahorro de agua y nutrientes que permiten la vigilancia continua de la productividad de la tierra y los recursos hídricos mediante el acceso abierto a información obtenida por teleobservación, por ejemplo, el portal WaPOR[39]. Al ofrecer información casi en tiempo real que muestra la cantidad de biomasa y rendimiento producida por metro cúbico de agua consumida, el marco metodológico ayuda a los agricultores a obtener rendimientos más fiables y proporciona información a las autoridades encargadas de la irrigación para modernizar sus sistemas de riego. Los productos finales adaptados atienden las necesidades de los usuarios en los planos internacional y nacional y sobre el terreno.

51. Las tecnologías que permiten la mecanización de la agricultura de conservación (por ejemplo, tractores de dos ruedas, sembradoras de disco único o doble, etc.) tienen el potencial de mejorar considerablemente la salud del suelo, lo que en la práctica se traduce en una mayor vida en el suelo, un contenido de materia orgánica del suelo más alto y una mayor capacidad de los suelos para almacenar la humedad y retener las aguas pluviales y de superficie[40].

52. **Estudio de caso.** Las técnicas nucleares e isotópicas pueden mejorar la eficiencia agrícola en lo que respecta al uso del agua. Por ejemplo, un sensor de neutrones puede evaluar la humedad del suelo de toda una zona y calibrar las imágenes de satélite al objeto de mejorar los sistemas de alerta temprana para la gestión de inundaciones y sequías. Un isótopo de nitrógeno puede utilizarse para determinar los factores que afectan a la eficiencia en el uso del abono nitrogenado y la calidad del agua. En numerosos países africanos se ha logrado aumentar la productividad de los cultivos de alto valor, como las verduras, utilizando tecnologías de riego por goteo en pequeña escala mediante la adaptación de los horarios de riego en función de las necesidades específicas y las etapas de crecimiento de los cultivos[41]. En el Sudán, ese método mejoró los medios de vida y la seguridad alimentaria de miles de agricultores pobres, especialmente mujeres (muchas de las cuales eran refugiadas), generando un ingreso adicional total de unos 550 dólares por familia. En Libia, el uso del agua para los cultivos de patatas se redujo en un 60 % con la utilización del riego por goteo, generando, al mismo tiempo, más del doble del rendimiento, lo que dio lugar a un uso del agua siete veces más eficiente que el riego por aspersión.

D. La producción de alimentos aptos para el consumo en cadenas de valor eficientes

53. La contaminación de los productos básicos agrícolas causada por agentes de origen natural, actividades antropógenas, fertilizantes o productos fitosanitarios puede provocar que los alimentos se vuelvan no aptos para el consumo humano. Entre los ejemplos de tecnologías que mejoran la inocuidad alimentaria figuran la

[38] www.openforis.org/.
[39] https://wapor.apps.fao.org.
[40] Un sistema de cultivo que fomenta el mantenimiento de una cobertura permanente de los suelos, la alteración mecánica mínima del suelo (es decir, cultivo sin laboreo) y la diversificación de especies vegetales.
[41] www-naweb.iaea.org/nafa/swmn/soils-progress-report.html.

irradiación de los alimentos, el nuevo envasado de alimentos, los nuevos métodos de preservación, la mejora en la elaboración de alimentos, las nuevas variedades que contienen menos sustancias tóxicas de origen natural y las variedades que no absorben metales pesados tóxicos del suelo o del agua. Sin embargo, la tecnología no es un sustituto de unas normas de manipulación e higiene adecuadas, que deben ser parte integral de las estrategias de gestión eficaz encaminadas a garantizar la inocuidad de los alimentos.

54. **Estudio de caso.** Los cultivos de maíz (y otros alimentos básicos) pueden estar contaminados con micotoxinas, es decir, metabolitos tóxicos producidos por un hongo de origen natural, de los cuales el más prominente es la aflatoxina, un potente carcinógeno hepático. Las poblaciones de los países donde el maíz es un cultivo básico están crónicamente expuestas a la aflatoxina, y se han producido reiterados casos de intoxicación aguda por aflatoxina. Las tecnologías pueden ayudar a controlar las aflatoxinas, por ejemplo, mediante mejores condiciones de manipulación y almacenamiento para reducir los daños causados por los insectos y el agua; una mejor clasificación de cereales; el uso del Aflasafe, una tecnología de biocontrol que utiliza la exclusión competitiva para favorecer la proliferación de cepas fúngicas no aflatoxigénicas; cultivos que ofrezcan resistencia a la aflatoxina, y kits de pruebas de detección rápida.

55. Los sistemas de certificación electrónica pueden facilitar el flujo eficiente de alimentos aptos para el consumo. La vigilancia de los alimentos y las investigaciones de los brotes exigen una rastreabilidad que ha de retroceder muy atrás en las cadenas de suministro con el fin de detectar, impedir o limitar cualquier amenaza a la salud pública de alimentos contaminados. Para apoyar la vigilancia de la inocuidad de los alimentos a través de las fronteras será necesario integrar los sistemas de datos adecuados a nivel internacional. Las tecnologías de cadenas de bloques y de registros distribuidos son algunas de las innovaciones prometedoras que pueden contribuir a la consecución de ese objetivo. Si bien ya se han registrado avances en casos aislados en los que se disponía de una sólida integración vertical, será necesario redoblar los esfuerzos para lograr una conectividad transnacional de plataformas múltiples que permita la vigilancia de la seguridad y, al mismo tiempo, garantice la protección de la privacidad y los derechos de propiedad intelectual de todas las partes.

56. La secuenciación de todo el genoma es un procedimiento eficaz para vigilar los alimentos e investigar los brotes. El éxito de esta tecnología se multiplicará si se aplican sistemas de rastreabilidad en la totalidad de las cadenas de valor. La integración se encuentra en una etapa inicial y siguen quedando problemas por resolver, como la creación de políticas debidamente propicias, en particular con respecto al intercambio de datos. Dichas políticas tendrán que equilibrar acuerdos internacionales clave, como el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se Deriven de su Utilización al Convenio sobre la Diversidad Biológica, así como otros derechos aplicables de propiedad intelectual y privacidad, con los intereses relacionados con la soberanía nacional.

57. Los sistemas de cultivo cercanos o adyacentes a los asentamientos humanos deberían emplear las tecnologías para maximizar la resiliencia, la sostenibilidad y la salud. Se pueden emplear las tecnologías para extraer fuentes de nutrientes de desechos orgánicos urbanos, y pueden emplearse tecnologías de control de plagas y malas hierbas que no tengan un efecto negativo en la salud de los suelos y el agua o en la biodiversidad y la salud humana.

E. Uso insostenible de la energía

58. Los sistemas alimentarios inteligentes desde el punto de vista energético son un componente clave en la transición a la alimentación y la agricultura sostenibles. Las tecnologías energéticas renovables y eficientes pueden aplicarse en distintas etapas de las cadenas de suministro de alimentos, desde la mecanización dentro de la explotación agrícola al transporte, el almacenamiento y la manipulación de los alimentos, y el procesamiento con valor añadido y distribución de los alimentos. Existen oportunidades de mejorar la eficiencia energética mediante la distribución colaborativa de los productos para reducir las emisiones relacionadas con el transporte, y mediante la integración de la producción y el procesamiento urbanos y rurales.

59. Entre los ejemplos cabe citar las máquinas enfriadoras de leche alimentadas con biogás, los molinos de viento para moler cereales y legumbres, las bombas de riego que funcionan con energía solar, las baterías recargables para pulverizadores de volumen ultra bajo (para plaguicidas) y radios y televisores que funcionan con energía solar para comunicar información sobre el terreno relacionada con la agricultura y la vida rural. En el sector de la acuicultura, la energía solar puede ser una importante fuente de energía para operaciones de alto consumo energético, como las explotaciones terrestres de camarones. En la actualidad se están poniendo a prueba las explotaciones acuícolas y solares integradas que generan beneficios duales, en particular la reducción de la energía utilizada para calentar el agua para la agricultura y la producción de energía renovable[42].

60. **Estudio de caso.** El acceso al agua dulce necesaria para su utilización en los digestores de biogás constituye un gran obstáculo para los agricultores, especialmente en las zonas que sufren estrés hídrico. Se ha demostrado que un sistema de separación de lodos sin tratar reduce en gran medida la demanda de agua (hasta el 80 %) para la producción de biogás, creando al mismo tiempo fertilizantes para los campos a partir de residuos no deseados[43]. Se han instalado más de 800 digestores de biogás en Uganda, Mozambique, el Togo, Etiopía y Haití. Los subproductos del agua se separan durante el proceso y se reutilizan para mezclarlos con desechos orgánicos más adelante en el sistema. En Uganda, Rwanda y Etiopía se reciclaron 11.000 toneladas de agua utilizando este método durante un período de tres años[44].

F. Desarrollo rural

61. Si bien las tecnologías digitales pueden llevar a una mayor marginación de las comunidades rurales, cuando se usan eficazmente pueden ser poderosos instrumentos para apoyar a los pequeños agricultores, ofrecer alternativas a la migración y facilitar el emprendimiento juvenil.

62. Los derechos a la propiedad seguros y formales son cruciales para los agricultores familiares y las comunidades rurales, pero con frecuencia los sistemas tradicionales de registro de tierras tienen un bajo nivel tecnológico, son ineficientes y propensos al error y el fraude. Las tecnologías de registros distribuidos ofrecen un método seguro, poco costoso y rápido para registrar los títulos de propiedad de la tierra. Una titularidad inmutable de propiedad de la tierra contribuye a crear dotaciones de activos de pequeños propietarios y les proporciona garantías financiables y un acceso a créditos oficiales del que suelen carecer.

---

[42] www.akuoenergy.com/fr/les-cedres.
[43] https://securingwaterforfood.org/innovators/green-heat-slurry-separation-system.
[44] www.greenheatinternational.com/projects/decentralised-biogas-systems-for-africa/.

63. Las tecnologías digitales también pueden promover en gran medida la inclusión financiera de las comunidades rurales mediante el ofrecimiento de métodos para evaluar los riesgos asociados al crédito, el mercado y la meteorología, así como mediante la superación de los altos costos de transacción relacionados con el seguro basado en índices y el convencional. La mejora del acceso a la información sobre mercados puede contribuir a aumentar las ventas y los precios de los agricultores y reducir las dispersiones de precios en los mercados. La herramienta de seguimiento y análisis de los precios alimentarios[45] contribuye a la difusión de la información sobre los precios a los agricultores y comerciantes mediante la aplicación móvil AgriMarketplace, que permite realizar comparaciones entre los mercados, los productos básicos y las estaciones.

64. El comercio electrónico es un mecanismo de mercado cada vez más importante, con un valor estimado de 27,7 billones de dólares en 2016. Acerca a los consumidores a los productores de zonas urbanas, periurbanas y rurales, y contribuye a reducir las existencias. En China, dos empresas han establecido estaciones de servicio en las aldeas para ayudar a los consumidores locales a realizar compras en línea. Sin embargo, los hogares rurales pueden ser reacios a vender sus productos a través de Internet, principalmente debido a la falta de conocimientos y el bajo nivel de confianza en las transacciones en línea. Otro ejemplo es el Virtual Farmers Market (mercado virtual de agricultores) en Zambia, una plataforma de comercio electrónico basada en una aplicación en la que se anuncian y comercializan los excedentes de los agricultores y la demanda de cultivos de los compradores[46]. Desde 2017, la aplicación ha llegado a más de 1.000 familias de agricultores de Zambia, con transacciones de 150 toneladas de producción por valor 50.000 dólares.

65. Se están desplegando servicios electrónicos de extensión en los países de ingresos bajos y medianos para superar los obstáculos a una información pertinente, personalizada y en tiempo real, a la vez que se reduce el costo de las visitas de extensión y se propicia una interacción más frecuente con los agricultores. Por ejemplo, Digital Green ha permitido a los agricultores intercambiar conocimientos entre sí mediante la producción y difusión de más de 5.000 vídeos relevantes a nivel local en más de 50 idiomas. Solo en la India, se ha llegado a 15.000 aldeas y 1,1 millones de agricultores en diez estados[47].

66. **Estudio de caso.** Los cupones electrónicos enviados por mensaje de texto permiten a los agricultores acceder directamente a insumos agrícolas subvencionados. Durante el período 2017-2018 se pusieron en marcha programas piloto de cupones electrónicos en Malí, Guinea y el Níger. En Malí, el 74,3 % de los agricultores seleccionados recogieron sus cupones en los puntos de distribución, y se distribuyeron 10.207 toneladas de fertilizante en cuatro distritos. En Guinea se distribuyeron unos 5.000 kits consistentes en semillas, fertilizantes y herbicidas; el 39 % de los beneficiarios eran pequeños agricultores. En el Níger, el programa se ejecutó en 20 municipios y se acogieron a él 30.838 hogares, de los cuales el 26 % estaban encabezados por mujeres. El examen de esos programas puso de relieve varias lecciones, entre ellas la importancia de la selección de objetivos, la necesidad de diversificar el contenido de los paquetes de cupones electrónicos para satisfacer las necesidades locales, la necesidad de una mayor participación del sector privado, la importancia de promover los conocimientos sobre el programa y la necesidad de garantizar la disponibilidad de insumos agrícolas en el momento oportuno durante la temporada agrícola[48].

[45] www.fao.org/giews/food-prices/tool/public/#/home.
[46] https://innovation.wfp.org/project/virtual-farmers-market.
[47] www.digitalgreen.org/india/.
[48] Banco Mundial, “Digitizing agriculture: evidence from e-voucher programs in Mali, Chad, Niger,

67. Los hombres y las mujeres no suelen tener el mismo acceso a las tecnologías, ni suelen utilizarlas en la misma medida o tener el mismo control sobre ellas. Para hacer frente a la brecha entre los géneros, la información debe adaptarse y movilizarse en un formato que responda a las necesidades y preferencias de las mujeres agricultoras. Varios proyectos ejecutados por Women of Uganda Network y sus asociados han generado una mayor confianza por parte de las agricultoras en lo que respecta al uso de herramientas digitales, lo que ha originado un aumento de la producción de semillas de calidad y el correspondiente resultado positivo en los ingresos de los hogares[49].

68. La Self Employed Women's Association, con 1,9 millones de miembros en 14 estados de la India y otros 7 países de Asia, fortalece los medios de vida y fomenta la autosuficiencia de las agricultoras marginadas y en pequeña escala y las trabajadoras del sector no estructurado mediante un enfoque ascendente y comunitario basado en la demanda que se apoya en el conocimiento de sus necesidades financieras[50]. La red de la iniciativa de distribución rural y urbana de la Asociación (Rural-Urban Distribution Initiative) se puso en marcha para crear cadenas de valor locales inclusivas para sus miembros más marginados, y para facilitarles información periódica y actualizada sobre las tendencias y los precios del mercado, las variedades de semillas mejoradas y la correcta utilización de fertilizantes y plaguicidas. Una plataforma en línea permitió la digitalización del sistema, y en 2018 el total del volumen de ventas de los productos de la iniciativa fue de 566.000 dólares.

69. La FAO, junto con la Unión Internacional de Telecomunicaciones, está dirigiendo una iniciativa mundial para atraer a jóvenes innovadores y emprendedores mediante hackatones y desafíos. Por ejemplo, en el Caribe, Egipto, Rwanda y Suiza en 2018, el proyecto #HackAgainstHunger prestó apoyo a jóvenes empresarios para identificar intervenciones y enfoques prácticos orientados a hacer frente a los desafíos relacionados con la alimentación y la agricultura[51].

VI. Recomendaciones

70. A menos que las tecnologías se adapten a las necesidades de los pequeños y medianos agricultores familiares, y se combinen con inversiones considerables en infraestructura rural, así como con la capacitación y formación de quienes más se beneficiarían de ellas, las tecnologías agrícolas pueden entrañar el riesgo de agravar las disparidades y las desigualdades socioeconómicas.

71. Un enfoque sistémico de la innovación en la agricultura resulta esencial para asegurar que las innovaciones, incluidas las tecnologías, se orienten hacia objetivos comunes, promuevan la colaboración entre los distintos compartimentos, aborden los problemas pertinentes para los agricultores y ofrezcan incentivos y los medios necesarios para acelerar la adopción por parte de los pequeños agricultores. Dicho enfoque también es fundamental para posibilitar las interacciones y los intercambios de conocimientos entre los diferentes interesados en el sistema de innovación agrícola, entre otros, las organizaciones de agricultores, las instituciones de investigación, los servicios de extensión, los gobiernos, las organizaciones internacionales, el sector privado y la sociedad civil.

---

and Guinea", AFCW3 Economic Update, documento de trabajo (primavera de 2019).

[49] ICT update, número 90 (febrero de 2019). Puede consultarse en https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/99720/ICTUpdate90E.pdf

[50] www.sewa.org/.

[51] FAO, "Tackling poverty and hunger through digital innovation" (agosto de 2018).

72. Es necesario dinamizar y reforzar los sistemas nacionales de innovación agrícola de los países en desarrollo para superar las barreras técnicas, económicas, institucionales, jurídicas y de comportamiento y abordar cuestiones éticas y relativas a los derechos de propiedad intelectual, la capacidad del sector privado, los aranceles comerciales y otras cuestiones. Los países deben ser capaces de tomar decisiones fundamentadas a la vez que se desarrollan aptitudes, conocimientos especializados y capacidades para aprovechar los beneficios y mitigar los riesgos imprevistos de las tecnologías agrícolas. Por lo tanto, deben llevarse a cabo evaluaciones sobre países concretos a fin de determinar las necesidades específicas de los pequeños agricultores y agricultores familiares en función del contexto local, de localizar las lagunas y vulnerabilidades existentes y de hacer un balance de la preparación tecnológica o digital. Sobre la base de ese análisis, los países deberían adoptar medidas basadas en datos empíricos encaminadas a identificar y promover tecnologías neutrales en cuanto a la escala que tengan en cuenta los conocimientos tradicionales y autóctonos y sean accesibles y asequibles.

73. Es preciso establecer políticas coherentes e integrales que promuevan el desarrollo de la agricultura multifuncional (incluida la ciberagricultura), que mejoren el entorno normativo y reglamentario y que se adapten a las condiciones locales. Estas políticas deben complementarse revirtiendo la insuficiencia histórica de las inversiones en los sistemas de innovación alimentaria y agrícola. También es imprescindible que las políticas vayan acompañadas de un desarrollo de la infraestructura física y del fortalecimiento de las instituciones, en particular en las zonas rurales y las aldeas; de inversión en servicios de educación y salud de calidad; de la integración de políticas que promuevan la igualdad de género y la inclusión de los jóvenes; de derechos de tenencia y acceso a la tierra, los recursos pesqueros y los bosques; de soluciones a las limitaciones del suelo y el agua; de instituciones financieras rurales eficaces, y de programas de protección social.

74. Las políticas nacionales deben crear incentivos dirigidos a integrar las tecnologías dentro de enfoques holísticos y sostenibles, como la agroecología, la agrosilvicultura, la diversificación de los sistemas de producción, la agricultura inteligente desde el punto de vista del clima, la agricultura de conservación y la aplicación de un enfoque ecosistémico a la agricultura, que también debería basarse en los conocimientos autóctonos y tradicionales. Los mejores enfoques pueden caracterizarse por una combinación y coordinación eficaces de tecnologías apropiadas y conocimientos tradicionales, por ejemplo, la vinculación de la agricultura de precisión a la agroecología[52]. La creación de incentivos para la prestación de servicios de los ecosistemas también podría constituir una fuente adicional de ingresos en las zonas rurales.

75. Es preciso facilitar una mayor adopción de tecnologías digitales abordando los factores restrictivos en el lado de la oferta (como la cobertura de la red rural) y en el lado de la demanda (como las aptitudes, los conocimientos y la asequibilidad). Deben promoverse las oportunidades y la capacitación con vistas al perfeccionamiento y la adquisición de nuevas competencias para adaptarse a las transformaciones sectoriales, en particular para los pequeños agricultores, las mujeres y otros grupos vulnerables.

76. Es importante aumentar la transferencia de tecnología a los países más necesitados a fin de garantizar que se apliquen las tecnologías donde más se necesitan para aumentar la seguridad alimentaria y reducir la presión sobre los entornos frágiles. Los procesos de participación de múltiples interesados encaminados a la transferencia y adaptación de la tecnología a lo largo de las cadenas de valor agrícolas pueden mejorar los medios de vida de los habitantes de las zonas rurales, en particular las

[52] Véronique Bellon Maurel y Christian Huyghe, “Putting agricultural equipment and digital technologies at the cutting edge of agroecology”, *OCL*, vol. 24, núm. 3 (mayo a junio de 2017).

mujeres, y limitar la migración del campo a la ciudad. La adopción y la difusión de la tecnología es específica del contexto, y ese aspecto debe tenerse en cuenta en cualquier iniciativa de transferencia de tecnología.

77. En vista de la dependencia de muchos países de la importación de maquinaria agrícola, deben promoverse iniciativas institucionales que faciliten el comercio y la inversión. Es necesario alentar la adopción de medidas que puedan reducir las trabas al comercio interregional e intrarregional de la maquinaria agrícola. Deberían fomentarse los servicios de alquiler de maquinaria en aras de la mecanización sostenible de las operaciones en las cadenas agroalimentarias. Habida cuenta de las limitaciones que plantea la falta de servicios posventa y de piezas de repuesto en las zonas rurales, los fabricantes y los comerciantes deben recibir asistencia para desarrollar redes de reparación y mantenimiento en zonas remotas. Un entorno normativo nacional propicio resulta fundamental para fortalecer el papel del sector privado y mejorar y aumentar las capacidades de fabricación a nivel local. Se debe prestar atención a promover maquinaria y equipos seguros, eficientes, fiables y ambientalmente idóneos.

78. En el ámbito de la labor analítica, es necesario seguir evaluando y analizando las tecnologías y prácticas agrícolas actuales en lo relativo a sus respectivas contribuciones a las dimensiones económica, social y ambiental de la sostenibilidad. Se requieren ejercicios prospectivos y de elaboración de hipótesis a intervalos regulares para evaluar y anticipar los efectos de las tecnologías agrícolas en todas las escalas. Los ejercicios de este tipo pueden ser útiles para detectar “puntos conflictivos” o tecnologías no sostenibles. Pueden ayudar a orientar el desarrollo de tecnologías de “mecanización respetuosa con el medio ambiente” que apoyen la agricultura de conservación. Debe mejorarse la disponibilidad y calidad de los datos sobre las tecnologías agrícolas, dado que dichos datos revisten una importancia fundamental para el desarrollo y la adopción de tecnologías apropiadas.

79. Las innovaciones tecnológicas deben estar vinculadas a innovaciones financieras tales como las estrategias de reducción del riesgo, las opciones de financiación combinada y otras innovaciones. Los mecanismos de financiación combinada son nuevos modelos institucionales que generan inversiones del sector privado en proyectos de desarrollo de amplia repercusión que, de otro modo, podrían ser considerados de alto riesgo. Estos instrumentos, entre ellos el capital paciente y las inversiones en capital social, pueden utilizarse para distribuir de manera más eficaz las inversiones a pequeñas empresas y productores. Mecanismos de este tipo pueden ayudar a identificar puntos de partida para la adopción de medidas del sector público y maneras de “atraer” recursos privados.

80. Debe aclararse la propiedad de los datos y deben desarrollarse mecanismos de gobernanza para los datos abiertos. Las disposiciones sobre la gobernanza de datos deberían aumentar la transparencia y servir para fomentar la confianza de los agricultores pobres. Por ejemplo, la iniciativa de datos abiertos mundiales para la agricultura y la nutrición se centra en los beneficios de la propiedad y la gobernanza de los datos abiertos, y presta especial atención al desarrollo de la capacidad para las iniciativas de base en los países en desarrollo[53].

Función de las Naciones Unidas en la forja de una acción mundial colectiva

81. Las Naciones Unidas, dada su legitimidad y sus mandatos mundiales, pueden desempeñar un papel trascendente y catalizador en la creación de un consenso mundial sobre normas éticas y reguladoras para orientar las actividades de investigación y desarrollo de tecnologías, velando por que la cooperación

[53] www.godan.info/.

internacional para la gestión de dichas tecnologías esté regida por la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Los numerosos órganos de la Organización encargados de establecer normas, entre otros, los organismos especializados, las organizaciones creadas en virtud de tratados y los comités intergubernamentales, desempeñan un papel fundamental en la gobernanza mundial de los sistemas alimentarios y su armonización desde el punto de vista de las normas y los marcos regulatorios, y ese papel debería fortalecerse aún más.

82. Las Naciones Unidas deberían seguir aprovechando su poder de convocatoria para el diálogo entre múltiples interesados y la creación de consenso. La FAO ha reforzado su función de foro neutral para el diálogo abierto y constructivo y el intercambio de conocimientos sobre temas que van desde las biotecnologías agrícolas[54] a la agroecología[55], la inocuidad de los alimentos[56], la innovación agrícola[57] y la agricultura digital[58]. En el plano regional, el Centro para la Mecanización Agrícola Sostenible de la Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico organiza cada año el Foro Regional sobre Mecanización Agrícola Sostenible para promover la cooperación regional y explorar las posibilidades de acción sinérgica. Es preciso reconocer, a través de esos foros, la diversidad de los agricultores familiares y sus diferentes necesidades en contextos diferentes para ampliar la innovación. En particular, se necesitan procesos basados en la demanda para facultar a los agricultores familiares en el ámbito de la innovación.

83. Las Naciones Unidas deberían aprovechar sus diversas plataformas y mecanismos, fomentando la coherencia entre ellos y velando por que las actividades y políticas en materia de tecnologías procuren el bien mundial. Entre esas plataformas y mecanismos cabe mencionar el Mecanismo de Facilitación de la Tecnología, el Foro para la Gobernanza de Internet, el Foro de la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información, la Cumbre Mundial sobre la Inteligencia Artificial para el Bien de la Humanidad, la iniciativa Pulso Mundial y la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

84. El Panel de Alto Nivel sobre la Cooperación Digital estudia las formas en que pueden contribuir las tecnologías digitales a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En un informe reciente[59], el Panel señaló las medidas prioritarias, a saber: la creación de una economía digital y una sociedad integradoras; la creación de capacidad humana e institucional a nivel local; la protección de los derechos humanos y la actividad humana; la promoción de la confianza digital, la seguridad y la estabilidad, y el fomento de la cooperación digital a nivel mundial.

85. Por último, a fin de apoyar eficazmente la participación de múltiples interesados en el aprovechamiento de las nuevas tecnologías, debe mejorarse la capacidad interna, la credibilidad y la coherencia de la Organización. La Estrategia del Secretario General en materia de nuevas tecnologías[60] se ha comprometido a acelerar el análisis en profundidad de los efectos de las nuevas tecnologías; aumentar la comprensión, la promoción y el diálogo; apoyar el diálogo sobre marcos normativos y de cooperación, y aumentar el apoyo que presta el sistema de las Naciones Unidas al desarrollo de la capacidad de los gobiernos.

---

[54] www.fao.org/biotech/biotechnology-home/es/.
[55] www.fao.org/about/meetings/second-international-agroecology-symposium/es/.
[56] www.who.int/es/food-safety/international-food-safety-conference.
[57] www.fao.org/about/meetings/agricultural-innovation-family-farmers-symposium/es/.
[58] www.fao.org/about/meetings/digital-agriculture-transformation/es/.
[59] Panel de Alto Nivel sobre la Cooperación Digital, “The age of digital interdependence” (junio de 2019). Puede consultarse en www.un.org/en/pdfs/DigitalCooperation-report-for%20web.pdf
[60] www.un.org/en/newtechnologies/.