



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



FRUTAS Y HORTALIZAS

Oportunidades y desafíos para la agricultura
sostenible a pequeña escala



El Año Internacional de las Frutas y Verduras de la ONU, celebrado en 2021, aprobado en 2019 e iniciado formalmente el 15 de diciembre de 2020, aboga por la importancia de las dietas y los estilos de vida saludables a través de sistemas alimentarios sostenibles. También busca fortalecer el papel de los pequeños agricultores y los agricultores familiares en las prácticas agrícolas y de producción sostenibles, que sirven como medios de subsistencia a millones de familias rurales, y concienciar sobre los beneficios nutricionales de las frutas y hortalizas, así como de los altos niveles de pérdidas y desperdicio de alimentos en las cadenas de suministro/valor de las frutas y hortalizas. Esta publicación se desarrolló con el fin de ofrecer más información técnica y orientación política, centrándose especialmente en las oportunidades y los desafíos para los pequeños agricultores, a fin de seguir desarrollando el sector de las frutas y hortalizas con la vista puesta en alcanzar los ODS. Si bien el término “verduras” se adoptó para el Año Internacional con el propósito de resaltar un mayor consumo, en esta publicación se utiliza el término “hortalizas” para indicar el grupo de hortalizas como cultivos.

FRUTAS Y HORTALIZAS

Oportunidades y desafíos para la agricultura
sostenible a pequeña escala



Publicado por
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
y
Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agrícola para el Desarrollo (CIRAD)

Cita requerida:

FAO y CIRAD. 2021. *Frutas y hortalizas – Oportunidades y desafíos para la agricultura sostenible a pequeña escala*. Roma. <https://doi.org/10.4060/cb4173es>

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) o del Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agrícola para el Desarrollo (CIRAD), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, ni sobre sus autoridades, ni respecto de la demarcación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO o del CIRAD.

ISBN 978-92-5-134891-8 [FAO]

© FAO, 2021



Algunos derechos reservados. Esta obra se distribuye bajo licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Organizaciones intergubernamentales (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es>).

De acuerdo con las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la FAO o el CIRAD refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la FAO o del CIRAD. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: "La presente traducción no es obra de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La FAO no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en [idioma] será el texto autorizado".

Todo litigio que surja en el marco de la licencia y no pueda resolverse de forma amistosa se resolverá a través de mediación y arbitraje según lo dispuesto en el artículo 8 de la licencia, a no ser que se disponga lo contrario en el presente documento. Las reglas de mediación vigentes serán el reglamento de mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> y todo arbitraje se llevará a cabo de manera conforme al reglamento de arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI).

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo, cuadros, gráficos o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. El riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros recae exclusivamente sobre el usuario.

Ventas, derechos y licencias. Los productos informativos de la FAO están disponibles en la página web de la Organización (<http://www.fao.org/publications/es>) y pueden adquirirse dirigiéndose a publications-sales@fao.org. Las solicitudes de uso comercial deben enviarse a través de la siguiente página web: www.fao.org/contact-us/licence-request. Las consultas sobre derechos y licencias deben remitirse a: copyright@fao.org.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación se preparó con la codirección de Fenton Beed, líder del equipo de Sistemas de cultivo rurales, urbanos y mecanización (NSPLD, por sus siglas en inglés) de la División de Producción y Protección Vegetal (NSP, por sus siglas en inglés) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), y Rémi Kahane, responsable de Horticultura del *Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement* (CIRAD), con el apoyo continuo de Makiko Taguchi y Bruno Telemans (NSPLD-FAO).

PRINCIPALES COLABORADORES

Redactor: Gordon Ramsay

FAO: Fenton Beed, Makiko Taguchi, Bruno Telemans, Mayling Flores Rojas, Melvin Medina Navarro, Guido Santini, Rémi Nono Womdim y Jingyuan Xia

CIRAD: Rémi Kahane, Fabrice Le Bellec, Jean-Michel Sourisseau, Eric Malézieux, Magalie Lesueur-Jannoyer, Péninna Deberdt, Jean-Philippe Deguine y Emile Faye

Agradecimiento especial a los revisores externos (en orden alfabético):

Jane Ambuko, Universidad de Nairobi; Marie-Josèphe Amiot-Carlin, INRAe; Sayed Azam-Ali, Crops for the Future; Baptiste Bert, La Coopération Agricole; Eric Boa; Luigi Damiani; Gilles Delhove; Narinder Dhillon, World Vegetable Center; Thomas Dubois, ICIPE; Andreas Ebert; Arij Everaarts; Marjon Fredrix; Julie Howard, Center for Strategic & International Studies; Lisa Kitinoja, The Postharvest Education Foundation; Ravza Mavlyanova; Sisir Kumar Mitra, ISHS; Srinivasan Ramasamy, World Vegetable Center; Pepijn Schreinemachers, World Vegetable Center; Yüksel Tüzel, ISHS; y Marco Wopereis, World Vegetable Center.

Departamentos y personas de la FAO que han contribuido (en orden alfabético):

NSP: Producción y Protección Vegetal, ESA: Economía Agroalimentaria, ESF: Sistemas de Alimentación y Seguridad Alimentaria, ESN: Alimentación y Nutrición, EST: Mercados y Comercio, NFO: Silvicultura, NSL: Tierras y Agua, OCB: Oficina de Cambio Climático, Biodiversidad y Medio Ambiente, OER: Oficina de Emergencias y Resiliencia, OIN: Oficina de Innovación, y SFS: Oficina Subregional para África Meridional.

Sabine Altendorf, Amrouk El Mamoun, Heiko Bammann, Giulia Bottaro, Simone Borelli, Pierre Marie Bosc, Tian Cai, Innocent Charnisa, Sandra Corsi, Sonia Dias, Stefano Diulgheroff, Olivier Dubois, Bonnie Furman, Isaac Guzman, Buyung Hadi, Wilson Hugo, Joanna Ilicic, Luc Ingenbleek, Shangchuan Jiang, Siobhan Kelly, Preetmoninder Lidder, Charlotte Lietaer, Pascal Liu, Chikelu Mba, Shawn McGuire, Joseph Mpagalile, Hafiz Muminjanov, Alexandrova Nevena, Divine Njie, Arshiya Noorani, Zitouni Oulddada, Dafydd Pilling, Moctar Sacande, Dirk Schulz y Kim Anh Tempelman.

Editor: Jeannie Marshall

Diseñador: Delphine Bonnet (www.dbgraph.com)

Ilustrador: Cyril Girard (www.editions-mediterraneus.fr)

Traductores: WRENMedia

Revisor: Veronica Roman

Impreso por: Pure Impression

ÍNDICE

	Tablas - Figuras - Cuadros -----	VI
	Acrónimos -----	VII
	Prólogo (FAO & CIRAD) -----	VIII
	Prefacio -----	X
CAPÍTULO 1	Introducción -----	1
	Definición y clasificación de las frutas y hortalizas -----	2
	Estadísticas sobre frutas y hortalizas -----	6
	Pérdidas -----	11
	Argumentos a favor de las frutas y las hortalizas basados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible -----	13
CAPÍTULO 2	Sistemas, prácticas y tecnologías de producción --	25
	Manejo del agua -----	26
	Cultivos de secano -----	26
	Cultivos de regadío -----	28
	- Captación de agua -----	29
	- Riego de bajo costo -----	30
	- Sistemas de riego de alto costo -----	31
	- Riego deficitario -----	32
	Salud del suelo -----	32
	- Agricultura de conservación -----	33
	- Minimizar la perturbación del suelo -----	33
	- Mantener una cubierta orgánica protectora sobre el suelo -----	34
	- Rotaciones y asociaciones de cultivos -----	35
	Manejo de los fertilizantes -----	37
	Salud de las plantas -----	40
	Vigilancia y detección -----	41
	Variedades resistentes y semillas sanas -----	42
	Control químico -----	43
	Prácticas de cultivo -----	45
	- Producción y protección integradas -----	45
	- Gestión de la agrobiodiversidad -----	46
	- Injerto -----	49
	- Uso de mallas -----	50
	- Solarización del suelo y tratamientos con calor -----	52
	Control biológico -----	53
	- La técnica del insecto estéril y el Manejo Integrado de Plagas para zonas extensas -----	55
	Cultivos y variedades y acceso a los recursos genéticos -----	56
	- Acceso a las semillas y el material de propagación -----	57
	- Cultivos de hortalizas -----	58
	. Producción de semillas de hortalizas -----	59
	. Sistemas de semillas formales -----	61
	- Cultivos de frutas -----	63
	. Cultivo de frutas de plantas leñosas -----	63
	. Cultivo de frutas de plantas herbáceas -----	64
	Mejoramiento genético -----	65
	- Hortalizas -----	66
	- Fruta -----	69
	Conservación -----	69
	- Conservación <i>in situ</i> -----	70
	- Gestión de las explotaciones agrícolas -----	70
	- Conservación <i>ex situ</i> -----	70
	- Conservación de los recursos genéticos de las hortalizas -----	71
	- Conservación de los recursos genéticos de las frutas -----	73
	Sistemas de cultivos protegidos -----	73
	- Manejo del clima -----	76
	- Manejo del agua -----	77
	- Salud del suelo -----	78
	- Salud de las plantas -----	79
	- Cultivos y variedades -----	80
	- Polinización -----	80
	- Limitaciones para la adopción -----	80

CAPÍTULO 3	Cadenas de valor	83
	Planificación previa a la cosecha, cosecha, manipulación poscosecha y procesamiento	85
	- Planificación previa a la cosecha	86
	- El momento de la cosecha	86
	- Durante la cosecha	88
	- Manejo poscosecha	89
	- Instalaciones poscosecha	91
	Procesamiento	95
	- Mano de obra a nivel agrícola	96
	- Estrategias de medios de vida en granjas familiares	96
	- División del trabajo en función del género en la producción de frutas y hortalizas en la agricultura familiar	98
	- Huertos familiares	99
	- Producción comercial	100
	- Trabajadores ocasionales, temporeros y estacionales	101
	- Pequeñas y medianas empresas	104
	- Tecnologías de la información y la comunicación	104
	Mercados	106
	- Organizaciones de agricultores	108
	- Mercados minoristas informales	108
	- Mercados minoristas de alimentos formales	110
	- Mercados de exportación	112
	- Segmentos de mercado	114
	- Sistema participativo de garantía	115

CAPÍTULO 4	Un entorno propicio	117
	Conocimientos, habilidades y promoción	118
	Servicios de extensión y asesoramiento agrícolas	119
	Escuelas de Campo para Agricultores	122
	Educación alimentaria y nutricional en las escuelas	124
	Educación alimentaria y nutricional fuera de las aulas	125
	Campañas internacionales de promoción de las frutas y hortalizas	126
	Garantizar el acceso a los recursos	127
	- Tenencia de la tierra	127
	- Servicios financieros	129
	- Planificación de la agricultura urbana	130
	El enfoque de los sistemas alimentarios de las regiones urbanas	132
	Conexión con los mercados	133
	- Infraestructura	133
	- Contratación pública	134
	Regulaciones e incentivos gubernamentales	136
	- Plaguicidas	136
	- Suelos y fertilizantes	136
	- Semillas y material de propagación	137
	- Manejo del agua	139
	- Uso de las aguas residuales	140
	- Pérdidas y desperdicio de alimentos	140
	Opciones de protección social y reducción de riesgos	141
	- Seguros basados en índices	143
	Investigación e innovación	144
	- Brechas de conocimientos	146
	- Investigación agrícola y mejora vegetal participativas	147
	- Innovación tecnológica	149
	- Tecnología de registros distribuidos y cadena de bloques	150
	Políticas e incentivos para la producción sostenible y los sistemas alimentarios de frutas y hortalizas	151

CAPÍTULO 5	El camino a seguir	159
-------------------	---------------------------	------------

Referencias bibliográficas	167
----------------------------	-----

TABLAS - FIGURAS - CUADROS

TABLAS

TABLA 1. Cultivos de frutas incluidos en las bases de datos de producción y comercio de FAOSTAT	4
TABLA 2. Cultivos de hortalizas incluidos en las bases de datos de producción y comercio de FAOSTAT	7
TABLA 3. Cultivos de frutas y hortalizas producidos con mayor frecuencia y producción total de frutas y hortalizas por región y país (en orden descendente)	9
TABLA 4. Políticas e incentivos para la producción sostenible y los sistemas alimentarios de frutas y hortalizas	152

FIGURAS

FIGURA 1. Tipos de hortalizas	3
FIGURA 2. Producción de frutas entre 1968 y 2018, total mundial y por región	10
FIGURA 3. Producción de hortalizas entre 1968 y 2018, total mundial y por región	10
FIGURA 4. Intervalo de porcentajes de pérdidas y desperdicio de alimentos notificados por etapa de la cadena de suministro, 2000-2017	14
FIGURA 5. Intervalo de porcentajes de pérdidas y desperdicio de alimentos notificados en la etapa de venta al por mayor y al por menor, 2001-2017	17
FIGURA 6. Diferentes tipos de sistemas de producción de frutas y hortalizas en función de los niveles de intensificación con insumos externos (eje X) y agrobiodiversidad (eje Y)	27
FIGURA 7. Diversidad de los mercados de frutas y hortalizas	105

CUADROS

CUADRO 1. Ejemplos de especies marginadas e infrautilizadas (NUS) de frutas y hortalizas en África y Asia	12
CUADRO 2. Diferentes etapas del sistema de cultivos agroforestales de transición SAFTA, Amazonia brasileña	36
CUADRO 3. Rotación de cultivos para combatir el marchitamiento bacteriano del tomate en las Indias Occidentales Francesas	38
CUADRO 4. Control de las moscas de la fruta en la isla francesa de Reunión, situada en el océano Índico	47
CUADRO 5. Injerto de tomate para combatir el marchitamiento bacteriano provocado por <i>Ralstonia solanacearum</i> en Vietnam	48
CUADRO 6. Redes antinsectos de bajo coste para los pequeños productores de hortalizas de África	51
CUADRO 7. Programa de mejora de cucurbitáceas del World Vegetable Center y asociaciones con el sector privado	67
CUADRO 8. Frutas y hortalizas en el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura	68
CUADRO 9. Recogida de germoplasma de plátano a nivel mundial	72
CUADRO 10. Clubes Dimitra para la mejora de los servicios de extensión	123
CUADRO 11. Tenencia de los árboles	128
CUADRO 12. Sistemas de semillas y material de propagación de calidad declarada	138
CUADRO 13. Piloto de seguro verde	145
CUADRO 14. Agricultura digital para satisfacer las necesidades de los pequeños agricultores y los actores de la cadena de valor	148

ACRÓNIMOS

AEAS	Servicios de Extensión y Asesoría Agraria
APSA	Asociación de Semillas de Asia y Pacífico
BPA	buenas prácticas agrícolas
BPF	buenas prácticas de fabricación
CFI	Corporación Financiera Internacional
CGIAR	Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional
CIRAD	Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agrícola para el Desarrollo
CRFS	sistemas alimentarios de las regiones urbanas
CWR	especies silvestres afines a las plantas cultivadas
ECA	Escuelas de Campo para Agricultores
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAOSTAT	Base de datos gratuita sobre alimentos y agricultura
GDIC	Green Delta Insurance Company
IFAD	Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola
ISHS	Sociedad Internacional de la Ciencia Hortícola
LMR	límites máximos de residuos
MIP	Manejo Integrado de Plagas
n.e.p.	no especificado en otra parte
NUS	especies marginadas e infrautilizadas
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	organización no gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PAA	Compras de África para los Africanos
PMA	Programa Mundial de Alimentos
PPI	Producción y protección integradas
SAFTA	Sistema Agroflorestral de Tomé-Açu
SCD	Sistema de semillas de calidad declarada
SOFI	Estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo
SPG	Sistemas participativos de garantía
TIC	tecnologías de la información y la comunicación
TRD	tecnologías de registros distribuidos

PRÓLOGO

El delicioso sabor de las frutas y las hortalizas de temporada es uno de los grandes placeres de la vida. Su contenido en vitaminas, minerales y fibras nos mantiene bien nutridos y sanos.

Sin embargo, para muchas personas, la disponibilidad, la asequibilidad y, por tanto, el consumo de frutas y hortalizas, no satisfacen las necesidades dietéticas diarias recomendadas. La falta de estos alimentos en las dietas está dando lugar a una malnutrición generalizada y reduciendo el bienestar a nivel mundial.

Capacitar a los pequeños agricultores de países de rentas medias y bajas para que incrementen la producción de frutas y hortalizas frescas de formas sostenibles desde un punto de vista ambiental, económico y social constituye una prioridad si se quieren alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Esta misión se apoya en la increíble diversidad de frutas y hortalizas disponibles a nivel local, nacional e internacional. Los agricultores cuentan con una gran variedad de opciones para decidir qué, cuándo y dónde cultivan. Pueden seleccionar sistemas de cultivo diversificados adaptados al entorno, las plagas y las enfermedades, las temporadas, el cambio climático y las demandas del mercado.

Se deben abordar algunos desafíos, como la necesidad de desarrollar un entorno propicio para aumentar la demanda de frutas y hortalizas por parte de los consumidores. Las frutas y hortalizas son muy perecederas y vulnerables a la pérdida y el desperdicio de alimentos. Para satisfacer la demanda, los agricultores deben integrarse en cadenas de valor estables y en los sistemas alimentarios de las regiones urbanas. Esto es fundamental para garantizar que los productos cosechados se mantengan frescos, se procesen con cuidado y rapidez y se suministren a los mercados sin perder calidad. Además, las frutas y hortalizas se consumen a menudo crudas, por lo que se debe prestar especial atención para garantizar que los alimentos sean seguros reduciendo los riesgos de contaminación química (plaguicidas y micotoxinas) y biológica (plagas, enfermedades y patógenos transmitidos por los alimentos). Esta seguridad también es importante para los mercados regulados en los que se comercializan las frutas y hortalizas.

La producción sostenible de frutas y hortalizas es intensiva en mano de obra, insumos y conocimientos, y brinda una gran cantidad de oportunidades para obtener empleos dignos; por ejemplo, para la provisión de insumos agrícolas especializados, servicios poscosecha y comercialización. Además, la logística involucrada en los calendarios de cultivo, la labranza y la cosecha, la gestión de instalaciones poscosecha, la coordinación de las entregas y los sistemas para garantizar la trazabilidad de los productos requiere un mayor uso de servicios de datos de digitalización tanto en zonas rurales como urbanas.

Esta publicación se ha preparado dentro del marco del Año Internacional de las Frutas y Verduras de las Naciones Unidas, que tratará de fomentar el aumento del consumo de alimentos nutritivos para promover una población mundial sana y un mayor bienestar a través de sistemas alimentarios prósperos basados en prácticas de producción sostenibles.

**Capacitar
a los pequeños
agricultores
para producir
más frutas
y hortalizas
en manera
sostenible
es una
prioridad**



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura

Sra. Beth Bechdol
Directora General Adjunta
Organización de las Naciones Unidas
para la Alimentación y la Agricultura

El CIRAD tiene una larga tradición de investigación para el desarrollo en el sector de las frutas y hortalizas tropicales y mediterráneas. Sus equipos científicos trabajan en colaboración con todas las partes interesadas para garantizar un sentido de propiedad de los resultados de la investigación, centrándose siempre en el objetivo principal, que no es otro que beneficiar a la agricultura familiar. El CIRAD proporciona una respuesta directa a los problemas y las preocupaciones de las poblaciones, y especialmente de las familias agrícolas del sur, donde la vulnerabilidad a las amenazas climáticas y las crisis sanitarias y económicas es mayor.

Más allá del enfoque sectorial clásico, poniendo en movimiento todas sus disciplinas científicas (de las ciencias agronómicas a las humanidades) y partes interesadas (en los sectores público y privado y en la sociedad civil), el CIRAD considera que la horticultura es un objetivo primordial para el estudio de la transición agroecológica, la integración en el concepto de "Una salud" y el enfoque territorial.

Las frutas y las hortalizas, así como los sistemas de producción hortícolas tradicionales, abarcan una enorme variedad de biodiversidad cultivada, compuesta por rotaciones e interrelaciones entre los cultivos, algunas de las cuales solo son conocidas por los agricultores. Es necesario entenderlas y reconocerlas, conservarlas y mejorarlas, junto con sus creadores y los gerentes agrícolas, para contribuir a la sostenibilidad de la agricultura.

Las frutas y hortalizas son muy nutritivas, lo cual, junto con otros muchos beneficios, hace que sean fundamentales para la salud humana. Aunque se debe animar a la gente de todas partes a comerlas, cualquier campaña relacionada con el aumento de la producción y el consumo debe ir acompañada de esfuerzos destinados a reducir los riesgos para la salud y el medioambiente derivados de la contaminación y la polución, así como de esfuerzos para cambiar las dietas pobres y los estilos de vida sedentarios que a menudo acompañan a la urbanización de las poblaciones.

El carácter perecedero de las frutas y las hortalizas ha dado forma durante mucho tiempo a la organización técnica y espacial de los sistemas alimentarios en relación con la distancia a los mercados. Hoy en día, las tecnologías de conservación, procesamiento, transporte y empaque, junto con las tecnologías de la información y la comunicación, están rediseñando esta estructura con vistas a la optimización económica y ecológica y a la soberanía alimentaria.

Aunque las frutas y hortalizas suponen la mayor parte del comercio mundial en valor, solo constituyen una pequeña parte de las dietas de la mayoría de las mujeres y los niños, especialmente en el África subsahariana. Estos sectores representan el presupuesto más bajo en la investigación agrícola pública. Con el Año Internacional de las Frutas y Verduras, el CIRAD y la comunidad internacional tendrán la oportunidad de revertir esta situación y eliminar obstáculos para el desarrollo de sistemas hortícolas sostenibles.

Sr. Michel Eddi
 Director Ejecutivo
 Centro de Cooperación Internacional
 en Investigación Agrícola para el Desarrollo



Las frutas y hortalizas son muy nutritivas, lo cual, junto con otros muchos beneficios, hace que sean fundamentales para la salud humana

PREFACIO



A ctualmente, en el mundo hay 690 millones de personas desnutridas, 750 millones de personas sufren inseguridad alimentaria, 2 000 millones de personas carecen de acceso a alimentos seguros y nutritivos, y 3 000 millones de personas no pueden permitirse pagar lo que cuesta una dieta saludable. *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo* (SOFI, por sus siglas en inglés) 2020 indica que la carga de la malnutrición en todas sus formas plantea un desafío importante para aquellos que la padecen. Según las estimaciones de 2019, el 21,3% (144 millones) de los niños menores de 5 años de todo el mundo tenían retraso en el crecimiento, el 6,9% (47 millones) presentaba debilidad, y el 5,6% (38 millones) sufría sobrepeso. Las dietas de los países de rentas bajas dependen más de los alimentos básicos y menos de las frutas, las hortalizas y las proteínas animales que las de los países de rentas altas. La recomendación de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)/la Organización Mundial de la Salud (OMS), que establece un mínimo de 400 g de frutas y hortalizas por persona y día, solo se cumple en algunas partes de Asia y en países de rentas medias y altas en los que hay suficientes frutas y hortalizas para el consumo humano. Se prevé que la tasa de pobreza mundial alcance el 8,8% en 2020, aumentando por primera vez desde 1998. El impacto de la COVID-19 está acentuando estas tendencias e incrementando aún más el riesgo al que se ve sometida la población vulnerable, lo que podría añadir otros 132 millones al número de personas desnutridas en todo el mundo (Kharas, 2020). Las restricciones impuestas para combatir la propagación de la COVID-19 han reducido la disponibilidad de mano de obra para la producción de frutas y hortalizas, además de limitar las actividades de transporte y comercialización, lo que ha dado lugar a un aumento de los precios de consumo de las frutas y hortalizas. En pocas palabras: no se están realizando avances para alcanzar el objetivo de Hambre cero en 2030 (FAO *et al.*, 2020).

Para aplicar la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, todos los miembros de las Naciones Unidas (ONU) adoptaron los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en 2015 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) como llamada universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y las perspectivas de todas las personas en todas partes.

La promoción de la producción sostenible de cultivos es una parte fundamental de la labor de la FAO con sus socios para contribuir a los esfuerzos mundiales encaminados a alcanzar los ODS, y es fundamental para la consecución de los objetivos estratégicos de la FAO. En concreto, la producción sostenible de frutas y hortalizas requiere especial atención, ya que el suministro actual no satisface los requisitos mundiales de nutrición (ODS 2 y 3). Las frutas y las hortalizas son altamente perecederas, lo que las convierte en un "punto de conflicto" en la lucha para reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos (ODS 2 y 12). La gran diversidad de cultivos de frutas y hortalizas proporciona a los pequeños agricultores mayores oportunidades de adaptarse a las perturbaciones y al estrés climático y de mitigar el cambio climático (ODS 13), y ofrece amortiguadores ambientales y comerciales en diferentes entornos de producción (ODS 1 y 15). Las frutas y las hortalizas son cultivos de gran valor que pueden cultivarse en superficies de tierra reducidas, creando oportunidades económicas para los pequeños agricultores en zonas rurales, periurbanas y

urbanas, además de en zonas en conflicto y contextos frágiles (ODS 1, 3, 11 y 16). Las frutas y hortalizas se consumen a menudo frescas o crudas, por lo que la seguridad alimentaria es una cuestión fundamental. La promoción de buenas prácticas en la producción, la recolección y la manipulación poscosecha de los productos frescos reduce el riesgo de contaminación de los alimentos (FAO y OMS, 2003) y ayuda a mantener la calidad, disminuyendo así las pérdidas (ODS 2 y 12). Las cadenas de valor de las frutas y hortalizas tienen un alto valor y son intensivas en mano de obra y conocimientos, de modo que pueden generar oportunidades de empleo tanto en la explotación agrícola como fuera de ella, así como crear trabajos dignos que resulten atractivos para los jóvenes y otros grupos de población vulnerables, como los migrantes (ODS 4 y 8). En concreto, las iniciativas destinadas a mejorar la sostenibilidad de la producción y las cadenas de suministro de frutas y hortalizas pueden actuar como puntos de entrada estratégicos para el empoderamiento de las mujeres (ODS 5), ya que estas son tradicionalmente las que producen y manipulan las frutas y hortalizas, mientras que los hombres se centran más en los cultivos básicos.

Uno de los impulsos que han llevado a decidir el momento de la publicación de este documento es la designación de 2021 como el Año Internacional de las Frutas y Verduras por parte de la ONU. Esto supone una oportunidad para destacar el importante papel que desempeñan las frutas y hortalizas en los esfuerzos destinados a reducir la pobreza y la malnutrición en todas sus formas, como la desnutrición (emaciación, retraso del crecimiento, peso inferior al normal), el aporte inadecuado de minerales o vitaminas, el sobrepeso y la obesidad, que dan lugar a enfermedades no transmisibles relacionadas con el metabolismo. Esta publicación constituye una contribución clave a este Año Internacional y un reconocimiento al papel fundamental que desempeña la producción sostenible de frutas y hortalizas en la consecución de los ODS.

Esta publicación tiene por objeto proporcionar a los profesionales y los responsables políticos directrices sobre la producción sostenible de frutas y hortalizas y la gestión de una cadena de valor resiliente ante los cambios climáticos o en la demanda de los mercados. Dicha resiliencia puede lograrse equilibrando los objetivos económicos, sociales y ambientales para alcanzar un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de cubrir las suyas propias. El informe de la FAO *Building a Common Vision for Sustainable Food and Agriculture* (Construyendo una visión común para una alimentación y una agricultura sostenibles) (FAO, 2014a) describe la sostenibilidad en función de estos cinco principios:

1. Mejorar la eficiencia en el uso de los recursos, incluida la reducción de las pérdidas y el desperdicio, es fundamental para la agricultura sostenible.
2. La sostenibilidad requiere una acción directa para conservar, proteger y mejorar los recursos naturales.
3. La agricultura que no protege y mejora los medios de vida rurales, la equidad y el bienestar social es insostenible.
4. La mayor resiliencia de las personas, los medios de vida, las comunidades y los ecosistemas es fundamental para la agricultura sostenible.
5. La alimentación y la agricultura sostenibles requieren mecanismos de gobernanza responsables y eficaces.

Esta publicación constituye una contribución clave al Año Internacional de las Frutas y Verduras

**Las frutas
y las hortalizas
son diferentes
de los cultivos
básicos: son
muy diversas,
perecederas
y densas
en nutrientes**

Esta publicación es una evolución de la serie Ahorrar para Crecer de la FAO. Al primer documento, *Ahorrar para Crecer: Guía para los responsables de las políticas de intensificación sostenible de la producción agrícola en pequeña escala* (FAO, 2011a), le siguieron *Ahorrar para Crecer: La yuca* (FAO, 2013a) y *Ahorrar para Crecer en la práctica: maíz, arroz, trigo* (FAO, 2016). Estas publicaciones establecen un enfoque destinado a hacer frente a tres desafíos interconectados:

1. proporcionar opciones a los pequeños agricultores y a las personas más vulnerables que dependen de la agricultura para aumentar sus ingresos, su bienestar y su resiliencia;
2. salvaguardar y revitalizar la base de recursos naturales (agua, tierra, suelo y recursos genéticos), que constituyen los cimientos para la seguridad alimentaria y nutricional a nivel mundial, pero que se ve cada vez más amenazada y degradada por diversos factores, como los desastres, el cambio climático y los sistemas de producción agrícola no sostenibles, que dañan el medioambiente y amenazan la salud pública; y
3. suministrar suficientes alimentos seguros y nutritivos para cumplir las demandas de las poblaciones urbanas, cada vez más numerosas, y cuyos patrones alimentarios están cambiando.

Muchos de los principios y las prácticas para la producción sostenible de cultivos básicos con el fin de 1) generar ingresos, 2) proteger el medioambiente, y 3) asegurar la equidad social, también son adecuados para la producción de frutas y hortalizas. Asimismo, muchos de los agricultores y sus familias se enfrentan a altos niveles de pobreza e inseguridad alimentaria y nutricional, y son especialmente vulnerables a los efectos de los desastres y el cambio climático, la creciente escasez de agua, las plagas y las enfermedades, la pérdida de fertilidad del suelo y la escasez de tierras productivas (debido al uso de métodos de producción insostenibles).

Sin embargo, los cultivos de frutas y hortalizas son fundamentalmente diferentes de los cultivos básicos. Las frutas y hortalizas son muy diversas, perecederas y densas en nutrientes. Pueden generar ingresos notablemente más altos a partir de pequeñas unidades de tierra y con agua y nutrientes escasos. La producción sostenible y el manejo poscosecha son intensivas en conocimientos y mano de obra, además de requerir insumos de alta calidad, como semillas, y tecnologías o prácticas para el manejo adecuado del agua, los nutrientes, el suelo, las plagas y las enfermedades, así como el carácter perecedero del producto antes de llegar al mercado. El elevado valor del potencial de mercado y la densidad de nutrientes de las frutas y hortalizas están directamente relacionados con el modo en el que se producen y manipulan, además de su frescura cuando se suministran a los mercados. Esto genera oportunidades únicas para que las nuevas empresas, tanto agrícolas como no agrícolas, proporcionen insumos, servicios poscosecha y vínculos comerciales de alta calidad.

La gran diversidad de especies de cultivos de frutas y hortalizas y de variedades disponibles ofrece numerosas oportunidades para que los pequeños agricultores produzcan cultivos altamente nutritivos y de gran valor en su entorno. Sin embargo, preparar una “guía del usuario” que pueda resultar útil para todos los sistemas de producción de frutas y hortalizas a pequeña escala no resulta realista. La vía más adecuada disponible para los pequeños

agricultores vendrá determinada por el tipo de cultivo, la variedad, el sistema de cultivo, las condiciones ambientales, las capacidades locales, las posibilidades de acceso o la proximidad a los mercados y otros desafíos, así como los tipos de perturbaciones y fuentes de estrés a los que podrían enfrentarse, e implicará necesariamente la realización de concesiones para encontrar un enfoque inclusivo que permita cumplir los objetivos sociales, económicos y ambientales.

Por este motivo, el presente documento ofrece una visión general de los desafíos y las oportunidades globales de los pequeños agricultores al iniciar o ampliar la producción de frutas y hortalizas o al integrar estos cultivos en su sistema de producción existente. Proporciona orientación sobre las opciones para asegurar una producción sostenible, cadenas de valor estables y mercados dinámicos. Siempre que es posible, se realizan recomendaciones para que los responsables políticos puedan crear un entorno propicio para el desarrollo de un sector de las frutas y hortalizas próspero en su país o región. La Tabla 4 recoge un resumen de dichas recomendaciones.

Teniendo todo esto en cuenta, el documento se ha dividido en cinco capítulos:

CAPÍTULO 1

Introducción. Ofrece una definición práctica de las frutas y hortalizas y justifica el apoyo a los pequeños agricultores para que puedan intensificar y comercializar su producción de frutas y hortalizas de forma sostenible.

CAPÍTULO 2

Sistemas, prácticas y tecnologías de producción. Describe las opciones de manejo agrícola para los pequeños agricultores que cultivan frutas y hortalizas con el fin de garantizar que la producción sea sostenible, y habla sobre los recursos genéticos de los cultivos, los sistemas de semillas y el manejo del agua, el suelo, los nutrientes, las plagas y las enfermedades en el contexto de los desastres, el cambio climático, la inseguridad nutricional y la biodiversidad en peligro.

CAPÍTULO 3

Cadenas de valor. Se centra en las opciones para integrar a los pequeños agricultores comerciales que cultivan frutas y hortalizas en cadenas de valor socialmente inclusivas, lo que incluye prácticas y servicios innovadores de manipulación poscosecha, vínculos comerciales, mantenimiento o aumento de las densidades nutricionales, y reducción de la pérdida o el desperdicio de alimentos.

CAPÍTULO 4

Un entorno propicio. Describe las acciones que deben llevar a cabo los profesionales y los responsables políticos en diferentes entornos gubernamentales, institucionales y sociales para promover la producción y el consumo sostenibles de frutas y hortalizas seguras, nutritivas y asequibles.

CAPÍTULO 5

El camino a seguir. Presenta intervenciones y déficits clave que podrían abordarse mediante la innovación para facilitar la producción sostenible de frutas y hortalizas en la mayoría de países de rentas medias y bajas del mundo.





CAPÍTULO 1

Introducción

- Definición y clasificación de las frutas y hortalizas ----- 2
- Estadísticas sobre frutas y hortalizas ----- 6
- Pérdidas ----- 11
- Argumentos a favor de las frutas y las hortalizas basados
en los Objetivos de Desarrollo Sostenible ----- 13



● Definición y clasificación de las frutas y hortalizas

El Año Internacional de las Frutas y Verduras define a las frutas y hortalizas como las “partes comestibles de las plantas (p. ej., las estructuras con semillas, las flores, las yemas, las hojas, los tallos, los brotes y las raíces), ya sean cultivadas o cosechadas en estado silvestre, en bruto o en una forma mínimamente procesada” (FAO, 2020f).

No se incluyen:

- las raíces y los tubérculos almidonados, como la yuca, la patata, la batata y el ñame (aunque las hojas de estas plantas se consumen como verduras);
- las leguminosas de grano seco (legumbres);
- los cereales, incluido el maíz;
- los frutos secos, las semillas y las semillas oleaginosas, como los cocos, las nueces y las semillas de girasol;
- las plantas medicinales y para infusiones y las especias, a menos que se utilicen como verduras;
- los estimulantes como el té, el cacao y el café; y
- los productos procesados y ultraprocesados elaborados a partir de frutas y verduras, como las bebidas alcohólicas (vino, licores), los sustitutos de la carne de origen vegetal, o los productos procedentes de frutas y verduras con ingredientes añadidos (jugos de frutas envasados, ketchup).

La definición botánica precisa de la palabra “fruta” es: la estructura que porta las semillas (o, más exactamente, el ovario madurado, ya que no todas las frutas tienen semillas) de las angiospermas. La palabra “hortaliza” no es un término botánico. Para los consumidores, y a efectos del presente documento, las frutas y las hortalizas se distinguen por sus usos culinarios y su sabor: las frutas suelen ser la parte dulce o ácida de una planta, mientras que las hortalizas son la parte salada.

Los diferentes tipos de cultivos de la familia *Cucurbitaceae* (cucurbitáceas) pueden servir para mostrar cómo los sabores y usos culinarios permiten diferenciar las frutas de las hortalizas. Entre las cucurbitáceas se encuentran las calabacitas, el calabacín y las calabazas (*Cucurbita* spp.), los pepinos y diversos melones (*Cucumis* spp.), la sandía (*Citrullus lanatus*) y otros tipos de calabazas (*Momordica* spp., *Lagenaria siceraria*, *Luffa acutangula*, *Luffa cylindrica*, *Benincasa hispida*, *Trichosanthes* spp.). La parte comestible de todos estos cultivos es el fruto (aunque las flores del calabacín también pueden consumirse como hortalizas, al igual que las hojas de algunas calabazas y del chayote). Las cucurbitáceas de sabor dulce (melones y sandías) se suelen considerar

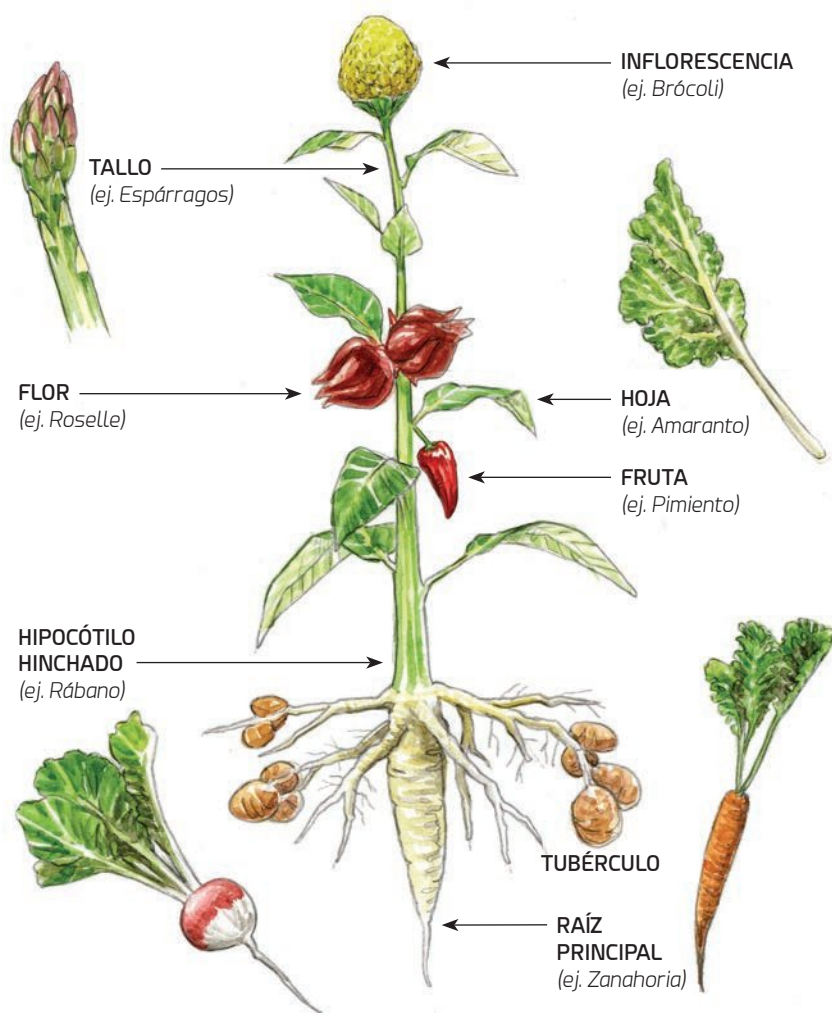


FIGURA 1
Tipos de verduras

Fuente: Adaptado
de Nichols y Hilmi (2011)

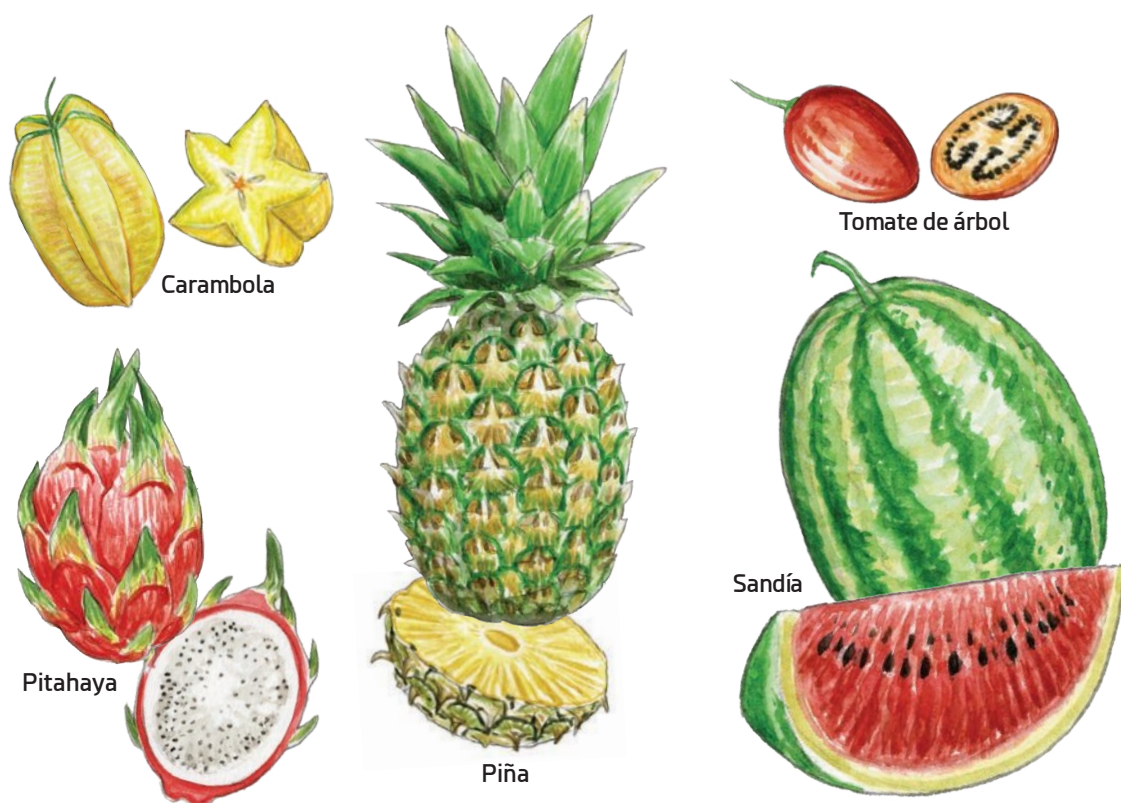
frutas, mientras que el resto de cucurbitáceas se consideran hortalizas. Las papayas y los mangos inmaduros también pueden consumirse como hortalizas.

En el caso de algunos cultivos de hortalizas importantes, la parte comestible de la planta es la fruta botánica; es lo que ocurre con los tomates (*Solanum lycopersicum*), las berenjenas africanas (*Solanum aethiopicum*) y diferentes especies de pimientos (*Capsicum* spp.). Sin embargo, muchas partes de las plantas, como las hojas, las raíces, los tallos, los brotes y los bulbos, se consideran hortalizas (**Figura 1**). Se pueden incluso producir diferentes hortalizas de la misma planta. Por ejemplo, las remolachas (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*, grupo "Conditiva") se cultivan tanto por su raíz (remolacha) como por sus hojas (acelgas).

Algunos alimentos muy utilizados, como las zanahorias (*Daucus carota*), se cultivan por sus raíces y se consideran hortalizas. Sin embargo, las patatas (*Solanum tuberosum*), cuyos tubérculos almidonados

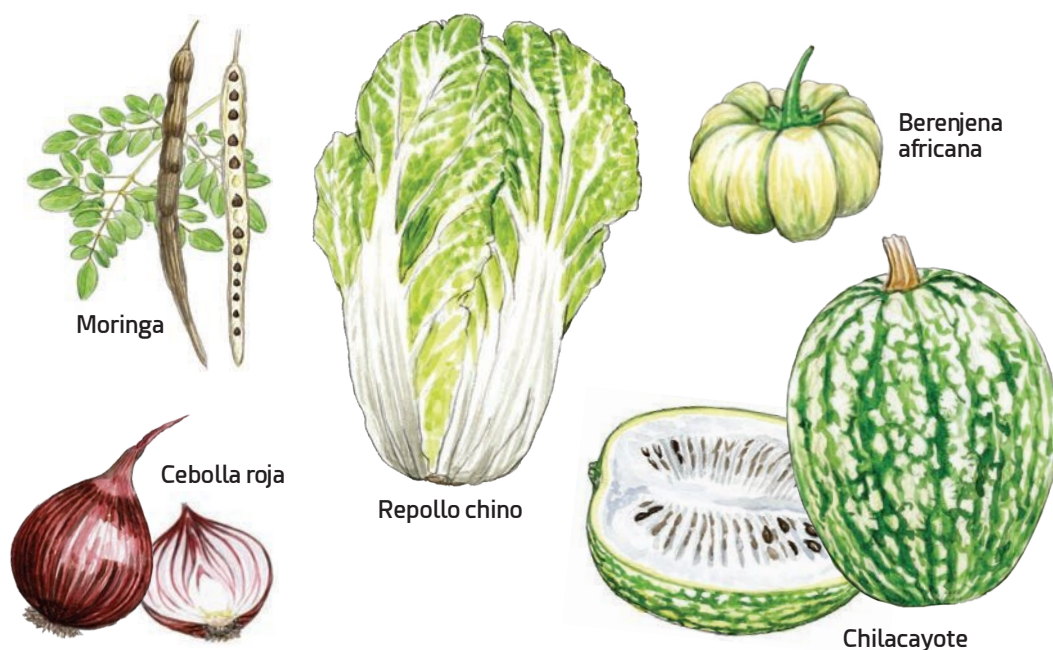
TABLA 1
Cultivos de frutas
incluidos en las bases
de datos de producción
y comercio de FAOSTAT

FAMILIA	ESPECIES Y VARIEDADES
Actinidiaceae	- Kiwi (<i>Actinidia</i> spp.)
Anacardiaceae Clusiaceae Myrtaceae	- Mangos, mangostanes, guayabas (respectivamente, <i>Mangifera indica</i> ; <i>Garcinia</i> spp; <i>Psidium guajava</i>)
Arecaceae	- Dátiles o palmera datilera (<i>Phoenix dactylifera</i>)
Bromeliaceae	- Piñas (<i>Ananas comosus</i> ; <i>A. sativa</i>)
Caricaceae	- Papayas (<i>Carica papaya</i>)
Cucurbitaceae	- Melones, Cantalupos (<i>Cucumis melo</i>) - Sandías (<i>Citrullus lanatus</i>)
Ebenaceae	- Caquis (<i>Diospyros kaki</i> ; <i>D. virginiana</i>)
Ericaceae	- Arándanos azules (<i>Vaccinium myrtillus</i> ; <i>V. corymbosum</i>) - Arándanos (<i>Vaccinium macrocarpon</i> ; <i>V. oxycoccus</i>)
Grossulariaceae	- Grosellas (<i>Ribes nigrum</i> ; <i>R. rubrum</i>) - Grosellas espinosas (<i>Ribes grossularia</i>)
Lauraceae	- Aguacates (<i>Persea americana</i>)
Moraceae	- Higos (<i>Ficus carica</i>)
Musaceae	- Bananos (<i>Musa sapientum</i> ; <i>M. cavendishii</i> ; <i>M. nana</i>) - Plátanos (<i>Musa paradisiaca</i>)
Rosaceae	- Manzanas (<i>Malus pumila</i> ; <i>M. sylvestris</i> ; <i>M. communis</i> ; <i>Pyrus malus</i>) - Peras (<i>Pyrus communis</i>) - Melocotones y nectarinas (<i>Amygdalus persica</i> ; <i>Persica laevis</i> ; <i>Prunus persica</i>) - Ciruelas y endrinas (<i>Prunus domestica</i> ; <i>Prunus spinosa</i>) - Albaricoques (<i>Prunus armeniaca</i>) - Cerezas (<i>Prunus avium</i> ; <i>Cerasus avium</i> ; var. <i>duracina</i> ; var. <i>juliana</i>) - Cerezas ácidas (<i>Prunus cerasus</i> ; <i>Cerasus acida</i>) - Membrillos (<i>Cydonia oblonga</i> ; <i>C. vulgaris</i> ; <i>C. japonica</i>) - Fresas (<i>Fragaria</i> spp.) - Frambuesas (<i>Rubus</i> subg. <i>Idaeobatus</i>)
Rutaceae	- Limones y limas (<i>Citrus limon</i> ; <i>C. aurantifolia</i> ; <i>C. limetta</i>) - Toronjas y pomelos (<i>Citrus maxima</i> ; <i>C. grandis</i> ; <i>C. paradisi</i>) - Naranjas (<i>Citrus sinensis</i> ; <i>C. aurantium</i>) - Tangerinas, mandarinas (<i>Citrus reticulata</i>), clementinas y satsumas (<i>C. unshiu</i>)
Vitaceae	- Uvas (<i>Vitis vinifera</i>)



constituyen un cultivo básico, se consideran 'raíces y tubérculos', al igual que ocurre con la yuca (*Manihot esculenta*), la batata (*Ipomoea batatas*), el taro (*Colocasia esculenta*), el ñame (*Dioscorea* spp.) y los cormos de la familia *Araceae* (*Xanthosoma* spp.). Estos cultivos se clasifican de forma independiente de las hortalizas en la base de datos de producción primaria de FAOSTAT y están fuera del alcance de este documento. Sin embargo, las hojas de la batata, el taro y la yuca, que constituyen una parte importantísima de muchas dietas, se consideran hortalizas.

Asimismo, los cultivos de leguminosas, que son importantes cultivos rotacionales (p. ej., en sistemas de cultivos basados en los cereales) suponen otro ejemplo por su capacidad para establecer simbiosis con bacterias y fijar nitrógeno en el suelo. Los cultivos de leguminosas se consideran hortalizas cuando se consumen frescas (guisantes verdes (*Pisum sativum*)) o como brotes (frijol mungo (*Vigna radiata*) y soja (*Glycine max*)), mientras que otras leguminosas que se cosechan por sus semillas secas (legumbres), como las lentejas (*Lens culinaris*) no se consideran hortalizas. Por último, el maíz de campo (*Zea mays*) es un grano de cereal, pero algunas variedades con un elevado contenido en azúcares (*Zea mays* covar. *saccharata* var. *rugosa*) son hortalizas porque



se cultivan para consumirse frescas, enlatadas o congeladas. El maíz “baby” o dulce, que se cosecha muy temprano del campo y se consume fresco, también se considera una verdura.

La organización de los cultivos de frutas y hortalizas y las familias botánicas a las que pertenecen, según lo aplicado en las bases de datos de producción y comercio de FAOSTAT (FAO, 1994a), aparecen recogidas en las **Tablas 1 y 2**, respectivamente. En las bases de datos de FAOSTAT hay varios cultivos de hortalizas y frutas que no se nombran individualmente, ya que tienen una importancia internacional relativamente baja en términos de comercialización.

● Estadísticas sobre frutas y hortalizas

En las bases de datos de producción primaria de FAOSTAT, la lista agregada de hortalizas, que se utiliza para obtener las cifras totales de producción (superficie cultivada, rendimiento, cantidad producida), incluye las setas y las trufas, que no se tienen en cuenta en esta publicación. En las bases de datos de comercio de FAOSTAT, que ofrecen datos sobre la cantidad y los valores de las importaciones y exportaciones, las frutas y hortalizas se contabilizan juntas, y la lista incluye numerosos productos básicos (frutos secos, raíces y tubérculos, legumbres) que no están dentro del ámbito de esta publicación, así como derivados (harinas, zumos y preparados homogeneizados).

FAMILIA	ESPECIES Y VARIEDADES
Alliaceae (género <i>Allium</i>)	- Cebollas, secas (<i>Allium cepa</i>): cebollas en estado maduro - Cebollas, chalotes (verdes) (<i>Allium cepa</i>; <i>A. fistulosum</i>; <i>A. ascalonicum</i>): cebollas jóvenes extraídas antes de que el bulbo se haya desarrollado; se utilizan sobre todo en ensaladas - Puerros y otras hortalizas aliáceas (<i>Allium porrum</i>; <i>A. schoenoprasum</i>; otras variedades de <i>Allium</i>)
Amaranthaceae	- Espinaca (<i>Spinacia oleracea</i>)
Apiaceae	- Zanahorias y nabos (<i>Daucus carota</i>)
Asparagaceae	- Espárragos (<i>Asparagus officinalis</i>)
Asteraceae	- Lechuga y achicoria (<i>Lactuca sativa</i>; <i>Cichorium intybus</i> var. <i>foliosum</i>; <i>C. endivia</i> var. <i>crispa</i>; <i>C. endivia</i> var. <i>latifolia</i>) - Alcachofas (<i>Cynara scolymus</i>)
Brassicaceae	- Repollos y otras brasicáceas (<i>Brassica chinensis</i>; <i>B. oleracea</i> de todas las variedades excepto <i>B. oleracea botrytis</i>) - Coliflores y brócoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>, subvariedad <i>cauliflora</i> et <i>cymosa</i>)
Cucurbitaceae	- Pepinos y pepinillos (<i>Cucumis sativus</i>) - Calabazas, calabacitas (<i>Cucurbita</i> spp.)
Euphorbiaceae	- Hojas de yuca (<i>Manihot esculenta</i> ; <i>M. utilissima</i>)
Leguminosae	- Judías, verdes (<i>Phaseolus</i> and <i>Vigna</i> spp.): para descascarar - Habas, verdes (<i>Vicia faba</i>): para descascarar - Guisantes, verdes (<i>Pisum sativum</i>): principalmente para descascarar, pero incluyen guisantes podados comestibles o guisantes azucarados - Alubias verdes (<i>Phaseolus vulgaris</i>; <i>Vigna</i> spp.): no para descascarar
Malvaceae	- Quimbombó (<i>Abelmoschus esculentus</i> ; <i>Hibiscus esculentus</i>)
Poaceae	- Maíz verde (maíz) <i>Zea mays</i> , en particular <i>Z. mays</i> var. <i>saccharata</i>
Solanaceae	- Tomates (<i>Solanum lycopersicum</i>) - Chiles, pimientos (verdes) (<i>Capsicum annuum</i>; <i>C. frutescens</i>) - Berenjenas (<i>Solanum melongena</i>)

TABLA 2
Cultivos de hortalizas
incluidos en las bases
de datos de producción
y comercio de FAOSTAT

Al igual que ocurre con las hortalizas, las bases de datos de producción y comercio de FAOSTAT reúnen las frutas con una importancia internacional relativamente baja en una única categoría: “fruta, fresca, no especificada en otra parte (n.e.p.)”. La clasificación n.e.p. también se utiliza en los subgrupos: cítricos, frutas tropicales, frutas con hueso, frutas de pepita y bayas. Se agrupan juntas bajo la clasificación única “hortalizas, frescas, n.e.p.”.

La información sobre la superficie plantada y la cantidad producida debe interpretarse con cautela. Hay una serie de factores que hacen que establecer una metodología capaz de proporcionar estadísticas precisas sobre la producción sea especialmente complicado. Por ejemplo, las hortalizas son muy diversas: tienen diferentes ciclos y métodos de cultivo, y se cultivan en tierras con una gran diversidad de tamaños y tipos de explotación.

Las cosas se complican aún más por el hecho de que sus cortos ciclos de cultivo hacen que se puedan intercultivar diferentes hortalizas, y pueden cultivarse en rotación en la misma superficie de tierra durante la misma temporada de cultivo (FAO, 2018a) o en ciclos de producción escalonados. También es importante señalar que, a menudo, gran parte de las frutas y las hortalizas cultivadas no se venden o se comercializan en mercados informales, y en muchos países las estadísticas de producción notificadas no ofrecen una visión completa.

Sin embargo, vale la pena examinar los datos disponibles en FAOSTAT para conocer los cultivos de frutas y hortalizas que se notifican con mayor frecuencia, así como la producción total de frutas y hortalizas por región y país, tal y como se muestra en la **Tabla 3**.

FAOSTAT muestra una tendencia clara al aumento en la producción mundial total de frutas (**Figura 2**) y hortalizas (**Figura 3**) entre 1968 y 2018. Aunque existen diferencias entre las distintas regiones, el rápido aumento en Asia es notable.

Los tipos de frutas y hortalizas clasificadas en FAOSTAT solo representan una pequeña parte del total de su diversidad. Muchas frutas y hortalizas se han clasificado como especies marginadas e infrautilizadas (NUS, del inglés *neglected and underutilized species*). Esta categoría abarca miles de especies domesticadas, semidomesticadas o silvestres que no se consideran cultivos de producción básicos importantes y que han recibido poca atención de investigadores y obtentores de los sectores público o privado (FAO, 2018b). La denominación «NUS» puede resultar algo variable: un cultivo importante en un país puede considerarse un cultivo secundario marginado en otro, y en algunos países las estadísticas y la investigación agrícolas no distinguen entre las NUS y otros cultivos (Lin *et al.*, 2009; Padulosi *et al.*, 2013). Además,

2018

PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS	Mt
Hortalizas, frescas (n.e.p.)	298
Tomates	182
Cebollas, secas	97
Pepinos y pepinillos	75
Col y otras brassicáceas	69
Berenjenas	54
Zanahorias y nabos	40
Guindillas y pimientos, verdes	37
Ajo	28
Calabazas y calabacines	28
Lechuga y achicoria	27
Coliflores y brécoles	27
Espinacas	26
Judías, verdes	25
Guisantes, verdes	21
Maíz, verde	12

2018

PRODUCCIÓN DE FRUTAS	Mt
Plátanos	116
Sandías	104
Manzanas	86
Uvas	79
Naranjas	75
Mangos, mangostanes, guayabas	55
Bananos y otros	39
Tangerinas, mandarinas, clementinas, satsumas	34
Piñas	28
Melones, otros (incluidos los cantalupos)	27
Melocotones y nectarinas	24
Peras	24
Limonos y limas	19
Fruta, cítricos (n.e.p.)	14
Papayas	13
Ciruelas y endrinas	13

TABLA 3

Cultivos de frutas y hortalizas producidos con mayor frecuencia y producción total de frutas y hortalizas por región y país (en orden descendente)

Fuente: FAOSTAT (2020)

2017

PROD. DE HORTALIZAS POR REGIÓN	Mt
Asia	843
Europa	94
África	79
Latinoamérica	46
América del Norte	34
Oceanía	3

2017

PROD. DE FRUTAS POR REGIÓN	Mt
Asia	490
Latinoamérica	133
África	109
Europa	76
América del Norte	27
Oceanía	8

2018

PROD. DE HORTALIZAS POR PAÍS	Mt
China	552
India	128
Estados Unidos de América	32
Turquía	24
Nigeria	16
Vietnam	16
México	16
Egipto	16
Irán (República Islámica de)	15
Federación Rusa	14
España	13
Italia	12
Indonesia	12
República de Corea	10
Japón	10

2018

PROD. DE FRUTAS POR PAÍS	Mt
China	244
India	99
Brasil	40
Estados Unidos de América	26
Turquía	24
México	33
Indonesia	20
España	19
Irán (República Islámica de)	19
Italia	18
Filipinas	17
Egipto	15
Nigeria	12
Colombia	12
Tailandia	12

FIGURA 2
Producción de frutas
entre 1968 y 2018,
total mundial y por
región en millones
de toneladas

Fuente: FAOSTAT (2020)

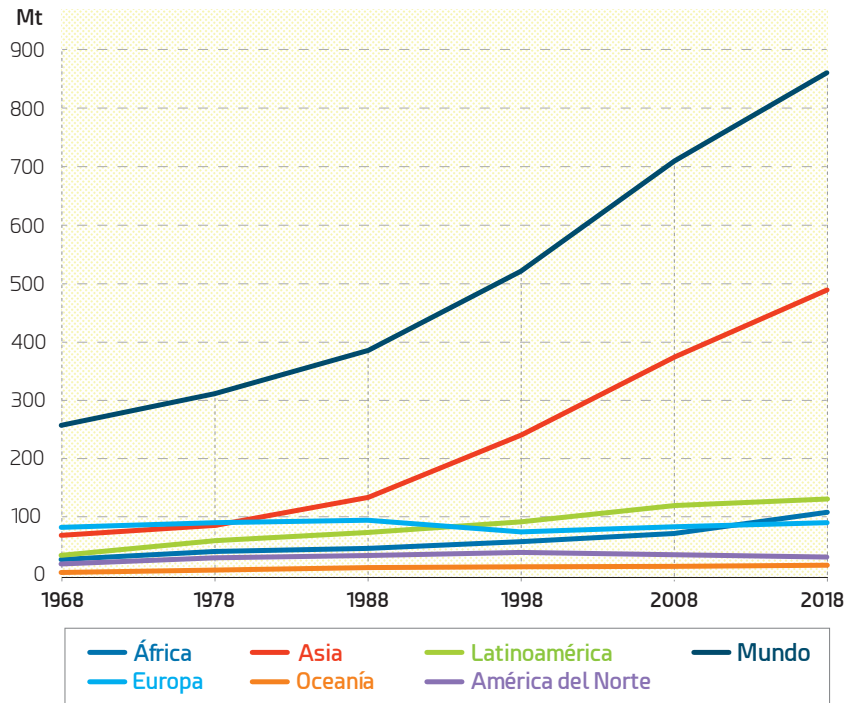
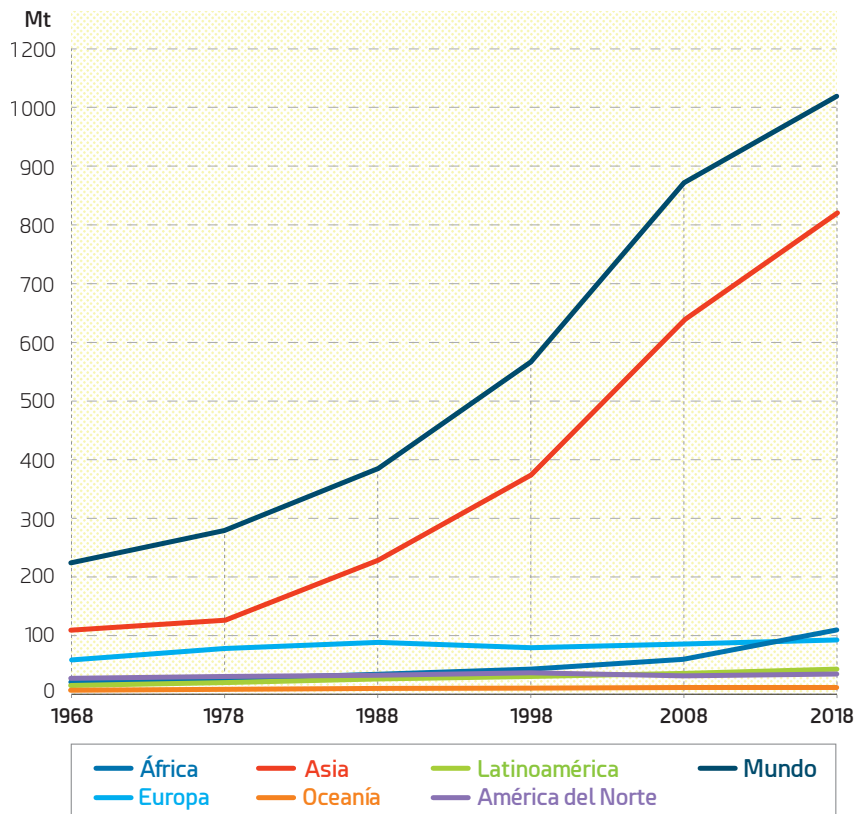


FIGURA 3
Producción
de hortalizas entre
1968 y 2018, total
mundial y por región
en millones
de toneladas

Fuente: FAOSTAT (2020)



las NUS tienen diferentes usos en cada país. En el **Cuadro 1** se recogen algunos ejemplos para África y Asia. Los lectores interesados también pueden consultar la **Tabla 3** de la publicación de Ulian *et al.* (2020), que recoge 100 NUS, muchas de las cuales son frutas y hortalizas. La publicación cita los estudios científicos o los proyectos, redes u organismos internacionales que los recomiendan y definen qué partes son comestibles (hojas, inflorescencias/flores, frutos, semillas, raíces/tubérculos o tallos/brotes) de acuerdo con Diazgranados *et al.* (2020), además de si son silvestres, cultivados o ambos.

Muchos cultivos de frutas y hortalizas son ignorados en las estadísticas nacionales y de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). A pesar de la falta de datos sobre las NUS, estas son nutricionalmente importantes y muchas, como las frutas tropicales de la cuenca amazónica (fruta de la pasión, rosella, fruto del árbol del pan, pitahaya) y de Asia (durion) se comercializan en mercados locales informales. Del mismo modo, muchas hortalizas tropicales no aparecen incluidas en las bases de datos nacionales, especialmente las de hoja, como los amarantos o los volantines (*Cleome* spp.), o las hortalizas de semillas como los melones egusi (cucurbitáceas) en África occidental.

Aun así, es importante que las hortalizas “tradicionales” a menudo marginadas se tengan en cuenta a la hora de desarrollar sistemas alimentarios más nutritivos, ya que a menudo están mejor adaptadas y son más nutritivas que sus contrapartes internacionales (Wopereis y Kuo, 2020). Van Zonneveld *et al.* (2020) han demostrado que la diversidad de las hortalizas tradicionales está amenazada, especialmente en África, y que se deben tomar medidas para conservar y utilizar dichas hortalizas.

● Pérdidas

Debido a motivos como la demanda de mano de obra y su carácter perecedero, los porcentajes de pérdida de frutas y hortalizas son relativamente elevados a nivel mundial. Las pérdidas más altas se encuentran en el África subsahariana, donde suelen oscilar entre el 15 y el 50%. Estos valores son más bajos en Asia oriental y sudoriental (con un máximo del 13%), y aún menores en Asia central y meridional (con un máximo del 7%).

Sin embargo, las pérdidas en las explotaciones agrícolas dependen en gran medida del contexto y varían en función del cultivo, el grupo de productos básicos y la geografía. No obstante, las siguientes categorías ponen de relieve los factores fundamentales: i) momento inadecuado de la cosecha: a menudo, los agricultores se ven obligados a realizar la cosecha antes de tiempo para satisfacer una necesidad urgente de

CUADRO 1. Ejemplos de especies marginadas e infrautilizadas (NUS) de frutas y hortalizas en África y Asia. Fuente: Bioversity International (2007)

FRUTAS

ÁFRICA

- Ciruela Casissa (*Carissa edulis*)
- Algarroba, garrofa (*Ceratonia siliqua*)

ASIA

- Jaca (*Artocarpus heterophyllus*)
- Lapsi (*Choerospondias axillaris*)
- Membrillo (*Cydonia oblonga*)
- Grosella espinosa de la india (*Embllica officinalis*)
- Mangostán (*Garcinia mangostana*)

- Ndjanssang (*Ricinodendron heudelotii*)

- Tamarindo (*Tamarindus indica*)

ÁFRICA y ASIA

- Ber, yuyuba (*Ziziphus spp.*)

VERDURAS

ÁFRICA

- Baobab (*Adansonia digitata*)
- Bigotes de gato (*Cleome gynandra*)
- Peladera (*Leucaena leucocephala*)
- Hierba mora (*Solanum nigrum*)

ASIA

- Estragón (*Artemisia dracunculuss*)
- Achicoria (*Cichorium intybus*)
- Verdolaga (*Portulaca oleracea*)

ÁFRICA y ASIA

- Moringa (*Moringa oleifera*)

ÁFRICA, ASIA y AMÉRICA LATINA

- Amaranto (*Amaranthus spp.*)

ÁFRICA, ASIA y OCEANÍA

- Espinaca de Ceilán (*Basella rubra*)

ÁFRICA, ASIA y EUROPA

- Yute Malva (*Corchorus olitorius*)

alimentos o dinero en efectivo, o debido a la inseguridad y el temor a posibles robos; ii) condiciones climáticas y ambientales adversas inesperadas: las lluvias excesivas o la falta de lluvia provocan pérdidas significativas antes y después de la cosecha. Las infestaciones por plagas e insectos constituyen otra causa importante de pérdidas; iii) prácticas de recolección y manipulación: es posible que se pierda parte de un cultivo durante la cosecha debido a la falta de maquinaria o el uso de maquinaria inadecuada, así como el secado insuficiente o excesivo de los cultivos; y iv) desafíos asociados a la infraestructura y la comercialización: es posible que los agricultores prefieran no comercializar, e incluso no cosechar, sus cultivos, por ejemplo, si el coste de llegar a los mercados es relativamente elevado con respecto al precio de mercado debido a las deficiencias en el transporte. La falta de instalaciones de almacenamiento es otro factor importante de la pérdida y agrava otras causas de la misma (FAO *et al.*, 2020).

La disponibilidad de frutas y hortalizas en todo el mundo ha aumentado de manera constante entre 1968 y 2017 (véanse las **Figuras 2 y 3**). En Asia, la producción aumentó casi un 750% en términos de volumen a lo largo de dicho periodo, impulsada especialmente por el aumento de la producción en China; en África, la producción se cuadruplicó, pasando de 45 a 180 millones de toneladas al año (aunque este volumen sigue siendo bajo en comparación con otras regiones). La producción de frutas y hortalizas en América Central y del Sur se ha incrementado un 317% en los últimos 50 años. Mientras tanto, la producción aumentó un 117% en Europa y un 174% en América del Norte.

● Argumentos a favor de las frutas y las hortalizas basados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible

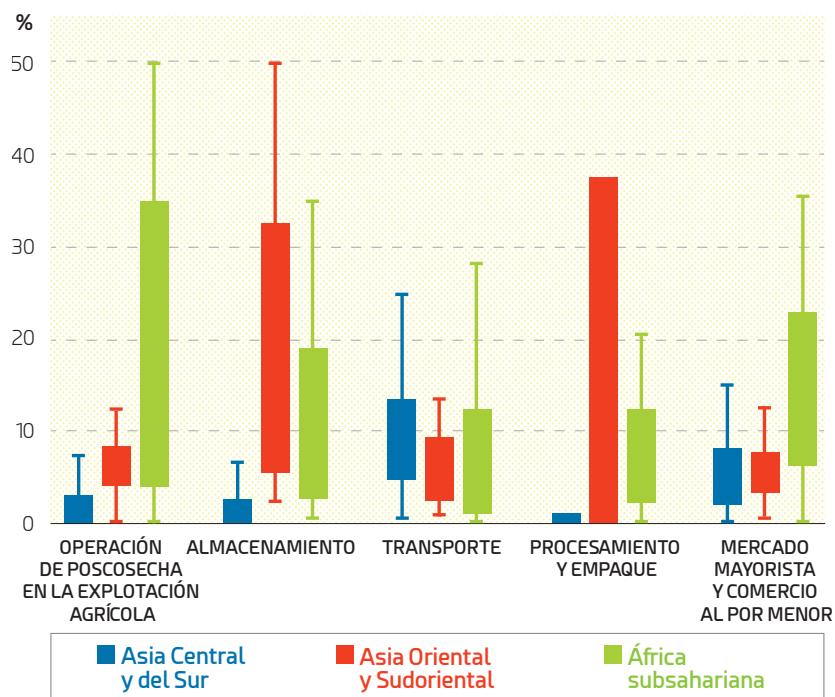
EN RESUMEN

1. Es necesario aumentar la producción sostenible de frutas y hortalizas para satisfacer los requisitos mundiales en términos de nutrición **(ODS 2 y 3)**.
2. Las frutas y las hortalizas son cultivos altamente perecederos, lo que las convierte en un “punto de conflicto” en la lucha para reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos **(ODS 2 y 12)**.
3. La diversidad de cultivos de frutas y hortalizas proporciona a los pequeños agricultores mayores oportunidades de adaptarse a las perturbaciones y el estrés climáticos y de mitigar el cambio climático, y ofrece amortiguadores ambientales y comerciales en diferentes entornos de producción **(ODS 1, 13 y 15)**.
4. Las frutas y las hortalizas son cultivos de gran valor que pueden cultivarse en superficies de tierra reducidas, creando oportunidades económicas para los pequeños agricultores en zonas rurales, periurbanas y urbanas, además de en zonas en conflicto y contextos frágiles **(ODS 1, 3, 11 y 16)**.
5. Las frutas y hortalizas se consumen a menudo frescas, por lo que la seguridad alimentaria es una cuestión fundamental, y la promoción de buenas prácticas en la producción, la recolección y la manipulación poscosecha de los productos frescos reduce el riesgo de contaminación de los alimentos y ayuda a mantener la calidad **(ODS 2 y 12)**.
6. Las cadenas de valor de las frutas y hortalizas son intensivas en mano de obra y conocimientos, de modo que pueden generar oportunidades de empleo tanto en la explotación agrícola como fuera de ella, especialmente para los jóvenes y otros grupos de población vulnerables, como los migrantes **(ODS 4 y 8)**.
7. Las iniciativas destinadas a mejorar la sostenibilidad de la producción y las cadenas de suministro de frutas y hortalizas pueden actuar como puntos de entrada estratégicos para el empoderamiento de las mujeres **(ODS 5)**.

...

FIGURA 4
Intervalo de porcentajes
de pérdidas y desperdicio
de frutas y hortalizas
notificados por etapa
de la cadena de suministro,
2000-2017

Fuente: Adaptado de la FAO (2019a)



1. El aumento de la producción sostenible de frutas y hortalizas necesario, ya que el suministro actual no satisface los requisitos mundiales de nutrición (ODS 2 y 3).

Para cumplir el objetivo 2 del ODS 2 (Hambre cero) es necesario poner fin a la malnutrición en todas sus formas para el año 2030, y, por tanto, resulta fundamental que la producción y el consumo de frutas y hortalizas se incrementen. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda una ingesta mínima diaria de 400 g de frutas y hortalizas por persona (adulto) y día, y *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo* indica que la disponibilidad media mundial per cápita de frutas y hortalizas es de solo 390 g al día (FAO et al., 2020). Actualmente, solo los países de rentas medias y altas y algunas partes de Asia cumplen con la recomendación de la FAO/OMS de disponibilidad y consumo diario de frutas y hortalizas. En África, la disponibilidad per cápita de frutas y hortalizas es de solo 191 g al día, y en los países de rentas bajas en su conjunto se queda en solo 142 g al día. Una simulación destinada a estimar la disponibilidad futura, en la que se analizaron las

interacciones entre la oferta y la demanda en más de 150 países desde 1961 hasta 2050, llegó a la conclusión de que no era posible satisfacer las recomendaciones mínimas de ingesta de la OMS debido a la cantidad actual de pérdidas y desperdicio, combinados con la amenaza para la producción del cambio climático y la escasez de agua (Mason-D'Croz *et al.*, 2019). El cumplimiento de las recomendaciones de la OMS exigirá mejoras en toda la cadena de valor de las frutas y hortalizas, desde la producción hasta el procesamiento, la comercialización y el consumo.

Las frutas y hortalizas son fuentes ricas en vitaminas y minerales, como la vitamina A, la vitamina C, el ácido fólico y el hierro, además de otros micronutrientes esenciales para una vida sana. También contienen ácidos orgánicos, que estimulan el apetito, ayudan a la digestión y proporcionan fibras dietéticas y compuestos naturales (antioxidantes, antiinflamatorios) que protegen la salud. Una ingesta inadecuada de micronutrientes, que permiten al cuerpo producir enzimas, hormonas y otras sustancias fundamentales para un crecimiento y un desarrollo adecuados, tiene consecuencias graves para la salud.

Las mujeres jóvenes en edad reproductiva, las mujeres embarazadas, las madres lactantes y los bebés y niños en sus primeros 1 000 días de vida son especialmente vulnerables a los efectos adversos de las deficiencias de micronutrientes.

Las deficiencias de micronutrientes constituyen una forma de malnutrición. La desnutrición (es decir, la ingesta inadecuada de energía a través de la dieta [calorías], que se utiliza comúnmente como indicador del hambre) es otra forma. El sobrepeso y la obesidad suponen una tercera forma que puede resultar de la ingesta excesiva de calorías bajas en nutrientes, un factor de riesgo para diversas enfermedades no transmisibles, como la diabetes tipo 2, la hipertensión, los ataques al corazón y algunas formas de cáncer. Las frutas y hortalizas están entre los pocos grupos de alimentos que proporcionan resultados beneficiosos en las tres formas de malnutrición (Beaudreault, 2019). La adopción de una dieta que incluya suficientes frutas y hortalizas puede ayudar a mantener un peso saludable y a evitar la aparición de las enfermedades no transmisibles asociadas.

Más de 690 millones de personas están desnutridas (FAO *et al.*, 2020). Sin embargo, en su conjunto, todas las formas de malnutrición afectan a una proporción mucho mayor de la población, con una de cada tres personas en el mundo, o unos 2 600 millones de personas, aquejadas de alguna forma de malnutrición (FAO y OMS, 2018). La malnutrición, en todas sus formas, tiene un efecto importante y perjudicial sobre la economía mundial. De hecho, se ha estimado que la malnutrición tendría un costo anual de 3,5 billones de dólares, o 500 dólares por persona, para la economía mundial, debido a la pérdida de mano de obra y los

costes médicos (Panel Global sobre Agricultura y Sistemas Alimentarios para la Nutrición, 2016).

El consumo de frutas y hortalizas puede incrementarse mediante una combinación de intervenciones en la oferta y cambios de comportamiento, con comunicados públicos que destaquen la importancia y los beneficios para la salud del consumo regular de frutas y hortalizas (Schreinemachers *et al.*, 2018). Las inversiones en la producción a pequeña escala sostenible de frutas y hortalizas pueden permitir afrontar todas las formas de malnutrición aumentando los ingresos de los agricultores para que estos puedan adquirir alimentos más diversos y nutritivos para sus hogares, y poniendo una mayor variedad de frutas y hortalizas a disposición de los consumidores, que serán conscientes de los beneficios para la salud de esta categoría de alimentos fundamental.

2. Las frutas y las hortalizas son cultivos altamente perecederos, lo que las convierte en un “punto de conflicto” en la lucha para reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos (ODS 2 y 12).

En 2016, alrededor del 22% de las frutas y hortalizas se perdían cada año a nivel mundial de la poscosecha a la distribución, un porcentaje significativamente superior al de las legumbres y los cereales (FAO, 2019a). Las frutas y hortalizas eran el grupo de alimentos con el segundo nivel más alto de pérdidas tras las raíces, los tubérculos y los cultivos oleaginosos, con más de un 25% de pérdidas anuales. Sin embargo, hubo diferencias importantes en función de la etapa de la cadena de suministro y la región correspondiente (**Figura 4**), y teniendo en cuenta la ausencia de estadísticas sobre los mercados informales. Las frutas y hortalizas también presentan mayores niveles de desperdicio en la fase de venta al por menor que los cereales y las legumbres. En el conjunto de todas las regiones, hasta el 15% de las frutas y hortalizas se desperdician a nivel de venta al por menor, excepto en el África subsahariana, donde esta cifra puede alcanzar el 35% (**Figura 5**).

Abordar los altos niveles de pérdidas y desperdicio de alimentos en la producción y las cadenas de suministro de frutas y hortalizas puede contribuir de forma significativa a alcanzar el objetivo 3 del ODS 12 (Producción y consumo responsables): “Para 2030, reducir a la mitad el desperdicio mundial de alimentos per cápita en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a las cosechas”. También es esencial que las prácticas de producción cambien para que esta sea más eficiente. No tiene mucho sentido producir más si un tercio de la producción se desperdicia.

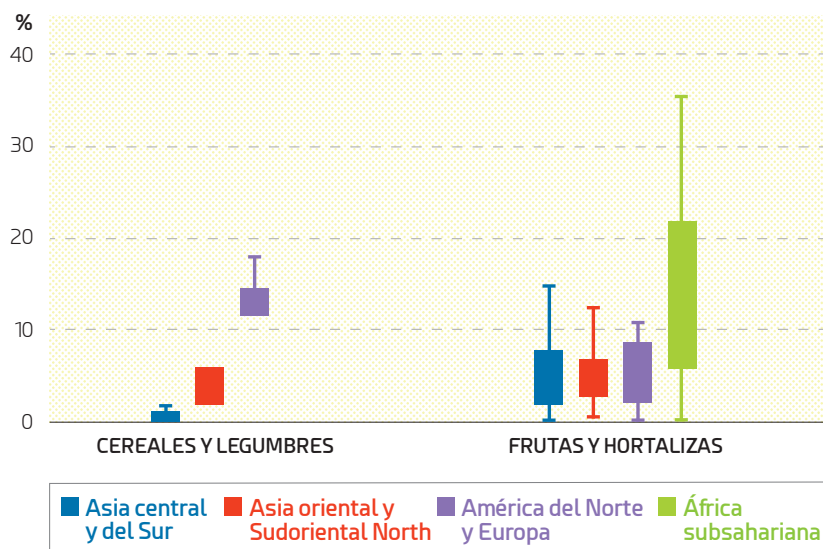


FIGURA 5
Intervalo de porcentajes de pérdidas y desperdicio de alimentos notificados en la etapa de venta al por mayor y al por menor, 2001-2017

Fuente: Adaptado de la FAO (2019a)

3. La diversidad de cultivos de frutas y hortalizas proporciona a los pequeños agricultores mayores oportunidades de adaptarse a las perturbaciones y el estrés climáticos y de mitigar el cambio climático, y ofrece amortiguadores ambientales y comerciales en diferentes entornos de producción (ODS 1, 13 y 15).

Existe una gran diversidad genética entre las especies y las variedades de frutas y hortalizas, además de multitud de rasgos agronómicos. Esto permite seleccionar el material de propagación para adecuarlo al cultivo en entornos específicos donde las plantas tendrán que ser resistentes a las plagas y las enfermedades existentes, tolerar la sequía y las inundaciones, y soportar las temperaturas altas o bajas, la salinidad y los patrones climáticos cambiantes. Además, esta diversidad permite a los agricultores producir cultivos con ciertas características que satisfacen las necesidades de los mercados locales, ya sea en términos de sabor, forma o color, o cualidades de vida útil, envasado y procesamiento.

En los campos abiertos, los sistemas de producción diversificados con cultivos en asociaciones, secuencias y rotaciones, así como la aplicación de prácticas que minimicen las perturbaciones en el suelo y mejoren o mantengan una cubierta orgánica protectora sobre la superficie del mismo, pueden incrementar el contenido orgánico del suelo y secuestrar y almacenar dióxido de carbono. El uso de materiales más orgánicos y menos fertilizantes químicos también puede reducir las emisiones de óxido nítrico. Las estrategias de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y la

mejora de la salud del suelo pueden reducir la necesidad de insumos químicos, lo que a su vez disminuye las emisiones de dióxido de carbono asociadas a su fabricación y transporte. Todas estas prácticas inteligentes desde el punto de vista climático son fundamentales para lograr una producción agrícola sostenible y se examinarán más a fondo a lo largo de la presente publicación.

La integración de los árboles frutales perennes y los cultivos de hortalizas anuales en el sistema agroforestal, como puede hacerse en los huertos familiares, puede servir de soporte para diversos servicios ecosistémicos, como la mejora de la regulación y la infiltración del agua, además del control de la erosión y las inundaciones, que amortiguaría el impacto de los desastres y el cambio climático. Asimismo, los árboles pueden proporcionar sombra y servir como cortavientos, creando microclimas más favorables para los sistemas de cultivos y ganado integrados. La diversificación de los cultivos constituye también una estrategia de gestión de riesgos que proporciona una red de seguridad en tiempos de crisis económica, cuando las perturbaciones climáticas afectan en mayor medida a un cultivo que a otro y cuando hay cambios en el mercado.

Las hortalizas también pueden producirse en sistemas de cultivos protegidos (invernaderos, mallas o cobertura con película plástica) que realicen un uso eficiente del agua y los nutrientes y que ofrezcan oportunidades de establecer métodos alternativos para el control de las plagas y las enfermedades en comparación con el cultivo en el campo, además de permitir la producción con independencia de las condiciones climáticas ambientales. La Organización Meteorológica Mundial ha declarado que los cultivos protegidos constituyen una estrategia necesaria para el desarrollo de ciudades resilientes (citado en Dubbeling y de Zeeuw, 2011). En las zonas rurales, cuando las condiciones ambientales y del mercado lo posibilitan, los sistemas protegidos permiten la producción fuera de temporada con mejores precios para los agricultores y una mayor variedad para los consumidores.

4. Las frutas y las hortalizas son cultivos de gran valor que pueden cultivarse en superficies de tierra reducidas, creando oportunidades económicas para los pequeños agricultores en zonas rurales, periurbanas y urbanas, además de en zonas en conflicto y contextos frágiles (ODS 1, 3, 11 y 16).

Las frutas y hortalizas frescas, sabrosas y nutritivas, ofrecen mayores beneficios económicos a los agricultores que los cultivos básicos. Debido a su alto valor, las frutas y hortalizas no tienen que cultivarse a la misma escala que los cereales para que los agricultores obtengan unos

ingresos equivalentes, lo que las hace especialmente adecuadas para los agricultores rurales, periurbanos y urbanos a pequeña escala (Lumpkin *et al.*, 2005). Incluso las familias de agricultores con pocos recursos que solo son capaces de realizar pequeñas inversiones pueden obtener ingresos más altos de las frutas y hortalizas si cuentan con los insumos y los conocimientos adecuados. El valor global de la producción de frutas y hortalizas supera al de todos los cereales alimentarios combinados (Schreinemachers *et al.*, 2018).

La producción de frutas y hortalizas cuenta con una ventaja comparativa en zonas donde los agricultores tienen acceso limitado a la tierra, en las que la mano de obra es abundante y donde los mercados, especialmente los urbanos en crecimiento, resultan accesibles (Joosten *et al.*, 2015). Estas son las condiciones predominantes en muchas zonas en las que el suministro de frutas y hortalizas es insuficiente. Por ejemplo, en el África subsahariana, Asia meridional, Asia oriental y el Pacífico, entre el 85 y el 95% de las explotaciones agrícolas tienen menos de 2 ha; en Oriente Medio y África del Norte, Europa y Asia central, este porcentaje oscila entre el 60 y el 70%; en Latinoamérica y el Caribe, por su parte, es del 35% (Lowder *et al.*, 2019). En ciudades con gran densidad de población, como el Cairo, Dhaka, Singapur o Tokio, la horticultura en tejados o agricultura vertical está ganando popularidad. En otras, como Quito o São Paulo, los terrenos vacantes se ponen a disposición de los interesados en el cultivo de hortalizas.

Dado que muchas hortalizas pueden cultivarse en rotación rápida, los pequeños agricultores con una permanencia insegura en las tierras tienen un incentivo para plantar estos cultivos de mayor valor. A menudo, los árboles frutales pueden cultivarse en tierras menos adecuadas para otros cultivos y generar ingresos para el agricultor.

5. Las frutas y hortalizas se consumen a menudo frescas, por lo que la seguridad alimentaria es una cuestión fundamental, y la promoción de buenas prácticas en la producción, la recolección y la manipulación poscosecha de los productos frescos reduce el riesgo de contaminación de los alimentos y ayuda a mantener la calidad (ODS 2 y 12).

La producción sostenible de frutas y hortalizas incluye estrategias de MIP o buenas prácticas agrícolas (BPA) que eliminan o reducen el uso de plaguicidas químicos. De este modo se atenúa el riesgo de daños a los consumidores que conllevan los residuos de plaguicidas. Las prácticas de manejo agrícola que mantienen la salud de los suelos y evitan el uso de residuos municipales o aguas residuales domésticas sin tratar como fertilizantes también reducen el riesgo de contaminación por metales pesados.



Mujeres preparando platos tradicionales hechos con verduras en un mercado urbano

Las buenas prácticas agrícolas, alentadas por normativas y políticas pertinentes, especialmente en zonas urbanas y periurbanas, permiten garantizar que el agua está limpia y que el estiércol utilizado como fertilizante se composte adecuadamente para que los alimentos no se vean contaminados por patógenos transmitidos por los alimentos. Las acciones destinadas a promover la producción sostenible de frutas y hortalizas orientadas al mercado también fomentan la aplicación de prácticas correctas de higiene por parte de los agricultores y otras personas que manipulan los productos frescos con el fin de reducir el riesgo de transmisión de las enfermedades de origen alimentario.

Las buenas prácticas de cosecha y poscosecha son fundamentales para preservar los productos de la contaminación por micotoxinas, entre otros. Las micotoxinas son venenos naturales producidos por ciertos hongos transmitidos por el suelo, y tienen efectos nocivos para la salud de los seres humanos y los animales, y, como consecuencia de ello, para el comercio. Los mohos crecen en diferentes cultivos y alimentos, como los pimientos y las frutas pasas, a menudo en entornos cálidos y húmedos. Las micotoxinas se desarrollan sobre el terreno, durante la poscosecha y el almacenamiento, y se están estrictamente controladas por las normas comerciales internacionales. Se puede leer más sobre las micotoxinas en frutas y hortalizas en la amplia revisión de Barkai-Golan y Paster (2008).

La viabilidad comercial de los sistemas de producción y las cadenas de suministro de frutas y hortalizas a pequeña escala depende de que los consumidores confíen en que los alimentos son seguros.

6. Las cadenas de valor de las frutas y hortalizas son intensivas en mano de obra y conocimientos, de modo que pueden generar oportunidades de empleo tanto en la explotación agrícola como fuera de ella, especialmente para los jóvenes y otros grupos de población vulnerables, como los migrantes (ODS 4 y 8).

Los productos frescos, y en especial las hortalizas, suelen requerir mucha más mano de obra que otros cultivos para la producción, la recolección y la manipulación poscosecha. Además, la producción sostenible precisa de una amplia gama de habilidades y conocimientos. Por otro lado, los agricultores a pequeña escala deben recurrir a una serie de proveedores, entre los que se incluyen los servicios de asesoramiento y los que suministran insumos para la producción, como semillas o material de propagación, enrejado, estacas, mallas, insumos de MIP, fertilizantes, herramientas y equipos pequeños diversos (incluidos los de riego), sistemas de energías renovables y para el suministro y el mantenimiento de estructuras de protección. Las cadenas de valor de las frutas y hortalizas son intensivas en capital y se benefician de las inversiones en tecnología de cultivos protegidos, instalaciones de almacenamiento adecuadas (especialmente de almacenamiento en frío), instalaciones de procesamiento y medios inteligentes para armonizar la producción y la comercialización con el fin de reducir las pérdidas.

Las frutas y hortalizas perecederas deben manipularse con cuidado, por lo que mecanizar una gran parte de la producción, la cosecha y las operaciones posteriores resulta bastante complicado. En las zonas rurales o periurbanas en las que las oportunidades laborales son escasas, esto crea oportunidades de empleo en las explotaciones agrícolas, además de en servicios poscosecha destinados a agricultores que pertenecen a organizaciones formales encargadas de preparar las frutas y hortalizas para su comercialización (separación, limpieza, lavado, clasificación, empaque, almacenamiento, refrigeración, transporte, distribución y comercialización).

También se crearán oportunidades de empleo en tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) con el fin de incrementar la precisión de las decisiones de gestión en las explotaciones agrícolas para el diagnóstico de plagas y enfermedades, el manejo de nutrientes y agua y fuera de las explotaciones agrícolas con el fin de coordinar la logística para el transporte puntual de las frutas y hortalizas a lo largo de las diferentes etapas de la cadena de suministro, gestionar los inventarios

y asegurarse de que la producción responda a los requisitos del mercado y comprobar que los productos son seguros. El empleo de los jóvenes con formación y oportunidades para un trabajo digno puede facilitarse mediante los servicios de TIC, que ayudarán a reducir el éxodo rural, proporcionando trabajos que conecten las zonas rurales y urbanas. La rápida aceleración de la adopción de las TIC durante la pandemia de COVID-19 ha demostrado que existen oportunidades importantes para las cadenas de valor de frutas y hortalizas (FAO, 2020d).

Las frutas y hortalizas también crean oportunidades para que las empresas pequeñas y medianas conserven (fermentación, encurtido) y procesen los productos para diferentes mercados al tiempo que reducen la pérdida de alimentos. La colaboración entre agricultores, proveedores, procesadores y minoristas puede crear nuevos mercados para cultivos de frutas y hortalizas menos conocidos, pero bien adaptados a las condiciones de cultivo y los mercados locales. Dicha colaboración puede incluir técnicas promocionales y de uso de redes sociales que utilicen las TIC más recientes, lo que puede suponer una opción de empleo atractiva para los jóvenes y las personas con discapacidad.

La producción sostenible de frutas y hortalizas abre la posibilidad de establecer grupos de empresas vinculadas sustentados en el gran valor económico de estos alimentos perecederos. Esto requerirá que los pequeños agricultores trabajen colectivamente en algún tipo de organización para incrementar sus economías de escala, comunicar sus necesidades de forma más eficaz y mejorar su poder de negociación. Estos grupos de agricultores, pequeñas y medianas empresas agrícolas y proveedores de servicios relacionados, que surgen en torno a la producción sostenible de frutas y hortalizas, pueden constituir la base del desarrollo industrial y agrícola sostenible en un territorio determinado.

7. Las iniciativas destinadas a mejorar la sostenibilidad de la producción y las cadenas de suministro de frutas y hortalizas pueden actuar como puntos de entrada estratégicos para el empoderamiento de las mujeres (ODS 5).

Las mujeres se encargan a menudo de la producción de frutas y hortalizas en los huertos domésticos, aunque los hombres también contribuyen a ella, y las divisiones de género del trabajo variarán en función del contexto. Las mujeres también desempeñan un papel destacado en la producción comercial de frutas y hortalizas. En los países africanos, los cultivos básicos (maíz, sorgo) y comerciales (algodón, cacao) se consideran por lo general cultivos “masculinos”, siendo los hombres responsables de una proporción notablemente más alta de la gestión de la producción y la asignación de los ingresos. En el caso de

las hortalizas, las diferencias de género en la gestión de la producción y la asignación de los ingresos están menos claras, ya que las mujeres reciben más de la mitad de los ingresos de algunos cultivos de hortalizas (Fischer *et al.*, 2018). En muchos países, las mujeres desempeñan un papel destacado en la comercialización de frutas y hortalizas frescas. También constituyen una parte importante de la mano de obra utilizada en las operaciones poscosecha destinadas a preparar las frutas y las hortalizas para el mercado y las industrias de procesamiento. La producción de frutas y hortalizas, en particular en la agricultura urbana, tiene importancia para las mujeres de los hogares con bajos ingresos en formas no relacionadas directamente con los beneficios económicos. Las mujeres utilizan la agricultura urbana en procesos de empoderamiento, para crear redes sociales, para dotarse de un sentido de seguridad y para fomentar el desarrollo de la comunidad (Slater, 2001). Por último, las mujeres son las principales responsables de preparar las comidas en casa, por lo que son partícipes directas del estado nutricional de la dieta del hogar y la salud de sus miembros.





CAPÍTULO 2



Sistemas, prácticas y tecnologías de producción

● Manejo del agua - - - - -	26
● Cultivos de secano - - - - -	26
● Cultivos de regadío - - - - -	28
● Salud del suelo - - - - -	32
● Manejo de los fertilizantes - - - - -	37
● Salud de las plantas - - - - -	40
● Vigilancia y detección - - - - -	41
● Variedades resistentes y semillas sanas - - - - -	42
● Control químico - - - - -	43
● Prácticas de cultivo - - - - -	45
● Control biológico - - - - -	53
● Cultivos y variedades y acceso a los recursos genéticos - - -	56
● Mejoramiento genético - - - - -	65
● Conservación - - - - -	69
● Sistemas de cultivos protegidos - - - - -	73

Los cultivos de frutas y hortalizas utilizan una amplia gama de sistemas de producción que pueden clasificarse en función de la naturaleza y la cantidad de mano de obra implicada, el nivel de inversión o conocimientos, y las características agronómicas y técnicas de los respectivos sistemas de producción. El nivel de agrobiodiversidad del sistema es una primera variable importante. El nivel de uso de tecnología e insumos externos (plaguicidas, agentes de control biológico, fertilizantes) es un segundo indicador del tipo de sistema según el nivel de intensificación. Ambos indicadores pueden determinar una tipología de sistemas de producción (**Figura 6**) en la que las frutas y hortalizas realizan el mejor uso posible de los recursos naturales y los insumos disponibles y asequibles, en un entorno restringido en el que los factores más limitantes son el agua, la fertilidad del suelo y el manejo de las plagas y enfermedades.

● Manejo del agua

El principal factor limitante para el cultivo de frutas y hortalizas, tanto en términos de cantidad como de calidad, es el agua. La escasez de agua puede deberse al clima, especialmente en las zonas áridas, o los patrones de precipitaciones impredecibles como consecuencia del cambio climático y la competencia con otras actividades humanas, como los usos domésticos o industriales en zonas urbanizadas. Las prácticas agrícolas no adaptadas también pueden afectar a la cantidad y la calidad del agua disponible. El corto ciclo de vida de la mayoría de las especies vegetales constituye una ventaja para la producción, y la condición de perennes de la mayoría de las especies de frutas tropicales es un rasgo ventajoso a la hora de soportar los periodos secos. Los humanos han desarrollado el cultivo de frutas y hortalizas en desiertos (como el valle de la Muerte en California y los valles del Jordán y el Nilo) utilizando el riego. El exceso de agua también supone una limitación en las zonas tropicales y subtropicales, y los sistemas de cultivos protegidos pueden salvar una cosecha de las inundaciones y la sequía. En el riego de los cultivos que se consumirán frescos y crudos, el estado sanitario del agua empleada tiene una importancia crítica, ya sea a escala local (agua contaminada por residuos urbanos, metales pesados o productos químicos, y aguas residuales con microorganismos que provocan enfermedades) o de cuenca (aumento de la salinidad en las aguas situadas a gran profundidad).

● Cultivos de secano

Aunque muchos pequeños agricultores dependen de la producción de hortalizas de secano, es común que realicen riegos suplementarios con regaderas. Sin embargo, en las zonas secas de la India, un gran número de cultivos de hortalizas tolerantes a la sequía, entre los que se

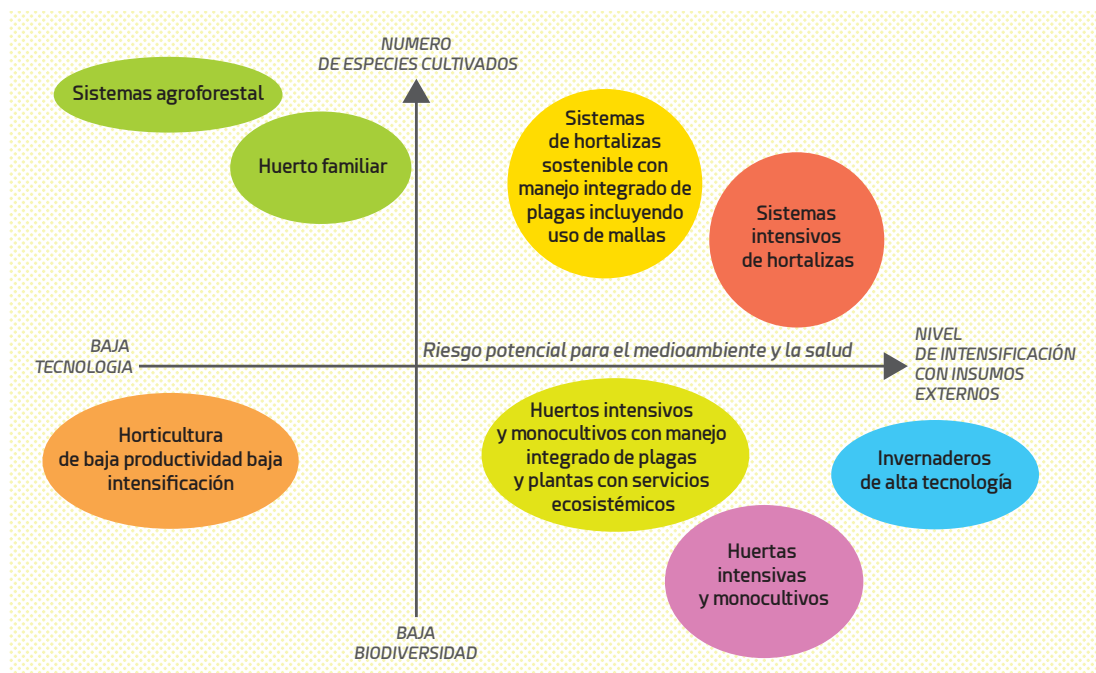


FIGURA 6

Diferentes tipos de sistemas de producción de frutas y hortalizas en función de los niveles de intensificación con insumos externos (eje X) y agrobiodiversidad (eje Y)

Fuente: Adaptado de Malézieux et al. (2009)

encuentran variedades de tomates, berenjenas, pimientos, calabazas y sandías, se cultivan con éxito en condiciones de secano. En la región de Sudán y el Sahel, las hortalizas exóticas se producen sobre todo durante la estación fría seca como cultivos de regadío para evitar las inundaciones, el drenaje deficiente, la fruta limitada en muchas angiospermas y la presión excesiva de las enfermedades durante la estación lluviosa. En los valles del interior de Benín, por ejemplo, los tomates y los pimientos se cultivan durante la estación seca (para evitar la elevada incidencia de plagas y enfermedades durante la estación lluviosa), pero el aumento en la producción requiere un riego suplementario (Sintondji *et al.*, 2016).

Por el contrario, muchas especies de árboles frutales crecen bien en condiciones de secano. En Irán, por ejemplo, los pequeños agricultores llevan muchas generaciones cultivando higos en tierras con pendiente y condiciones de secano (Ministerio de Agricultura Jihad, 2011). El Instituto Central de Investigaciones sobre la Agricultura de Tierras Secas (CRIDA), perteneciente al Consejo Indio de Investigación Agrícola (ICAR), ha identificado nueve árboles frutales que pueden cultivarse comercialmente en condiciones de secano: mango, guayaba, granada, chirimoya, jambul (*Syzygium cumini*), ber o ciruela india (*Ziziphus mauritiana*), chicozapote (*Achras zapota*), tamarindo (*Tamarindus indica*)

y lima (*Citrus aurantifolia*) (Reddy *et al.*, 2019). Cabe señalar que, en general, las plántulas de árboles frutales deben regarse cuando se están desarrollando en los viveros y tras trasplantarse al campo.

En las regiones semiáridas del centro de México, la chumbera (*Opuntia ficus-indica*) se ha convertido en la opción más fiable, e incluso rentable, para el uso de las tierras semiáridas de secano. La chumbera puede cultivarse para uso alimentario (tanto el fruto como las palas o cladodios son comestibles), así como para usos forrajeros e industriales. Puede crecer donde otros cultivos no son capaces de hacerlo, y contribuye a la restauración de las tierras degradadas. El cultivo de la chumbera se ha extendido de México a otros países, como Brasil, Etiopía, la India, Italia, Marruecos, Sudáfrica y Túnez (FAO, 2017a).

En los ecosistemas forestales de tierras secas del África central-meridional (bosques de miombo), muchas frutas tradicionales, como la ciruela azucarera o mahobobo (*Uapaca kirkiana*), el ciruelo mobola (*Parinari curatellifolia*) y la morapa (*Strychnos cocculoides*), se recogen de especies arbóreas silvestres o semidomesticadas. Estos tipos de frutas son importantes para la nutrición doméstica y pueden tener cierto valor comercial en los mercados locales. Una encuesta realizada en Malaui, Mozambique y Zambia determinó que entre el 26 y el 50% de los hogares rurales dependía de las frutas autóctonas durante los periodos de hambruna estacional. Los árboles frutales maduran en diferentes momentos, por lo que pueden cubrir las necesidades nutricionales de los hogares rurales a lo largo de todo el año (Akinifesi *et al.*, 2004, 2006).

● Cultivos de regadío

Un gran número de pequeños agricultores dependen del acceso al agua a través de pozos privados o comunitarios. En zonas densamente pobladas, el equilibrio entre las necesidades de los distintos usuarios del agua puede constituir todo un desafío. La opción que los pequeños agricultores escogerán para regar sus cultivos vendrá determinada por diversos factores sociales y económicos, especialmente por los costes asociados a los insumos y la mano de obra. Además, la planificación, el diseño de sistemas y el manejo del riego requieren de la aplicación de un método complejo integrado por cuatro componentes fundamentales: equilibrio hídrico entre los recursos disponibles y los requisitos de agua de los cultivos, sistemas institucionales, transporte y servicios asociados con el agua suministrada (Maher *et al.*, 2019). Estos factores dependen del contexto, por lo que los diferentes planes de riego y requisitos de los pequeños agricultores son únicos. Es importante tener en cuenta que el uso eficiente del agua no está relacionado únicamente con el manejo del sistema de riego, ya que otras prácticas de manejo agrícola

también desempeñan un papel importante. Por ejemplo, conocer el tipo y la estructura del suelo, mantener este último cubierto con mantillo vivo u orgánico para que conserve la humedad, seleccionar especies y variedades de cultivos tolerantes a la sequía (lo cual reduce también la demanda de agua), o conocer las necesidades de agua en función de la estación y el ciclo de desarrollo de los cultivos.

Captación de agua

El aspecto más importante para las frutas y hortalizas de regadío es cultivarlas cerca de una fuente de agua fiable: un río, una presa u otro tipo de almacenamiento de agua, un pozo o un grifo en determinadas zonas urbanas. El volumen de la fuente de agua disponible y la tendencia del transporte de agua de la fuente a los cultivos determinarán el tamaño de la parcela cultivada. Así, la captación de agua requiere de infraestructuras y, posiblemente, de inversiones conjuntas para la recogida (pozos, bombas de tipo solar o bombas de cinta), el almacenamiento (tanques, presas) y la distribución (regaderas, tuberías). De este modo, el cultivo de frutas y hortalizas cerca de una fuente de agua está a menudo regulado por un acuerdo entre los pequeños agricultores, en muchas ocasiones junto con los usuarios no agrícolas del agua (domésticos), o los pastores.

La producción sostenible de frutas y hortalizas depende del suministro de agua limpia y no contaminada. Para muchos pequeños productores de países con rentas bajas y medias-bajas, especialmente en entornos periurbanos y urbanos, las aguas residuales no tratadas constituyen la fuente principal de agua para el riego. En algunos países (como Ghana), la superficie de riego informal con aguas residuales en entornos urbanos y periurbanos es mayor que la superficie con riego formal de todo el país (Drechsel *et al.*, 2006, Obuobie *et al.*, 2003). El uso de aguas residuales no tratadas para el riego en la producción de hortalizas presenta claros riesgos para la salud pública. El objetivo a largo plazo es crear unas condiciones en las que todos los agricultores dispongan de acceso a aguas residuales tratadas y de los conocimientos necesarios para asegurarse de que sus productos sean seguros. Por ejemplo, los estudios realizados en Accra, Ghana (Keraita *et al.*, 2012) recomendaban cuatro prácticas de riego con aguas residuales que reducían el riesgo de contaminación biológica de las hortalizas:

- estanques (o tambores) de sedimentación y una perturbación mínima del agua al recogerla;
- técnicas de filtración (filtración con arena o tamices de tela);
- métodos de riego que reducen el contacto del agua con las hojas (riego por goteo o manual con la boquilla cerca del suelo); y

- detención del riego varios días antes de la cosecha, ya que la mayoría de los patógenos transmitidos por los alimentos mueren al exponerse a la luz solar.

Estas prácticas de manejo de las aguas residuales se tratan, junto con otros temas, en *On-farm practices for the safe use of wastewater in urban and peri-urban horticulture - A training handbook for farmer field schools* (FAO, 2012a).

Riego de bajo costo

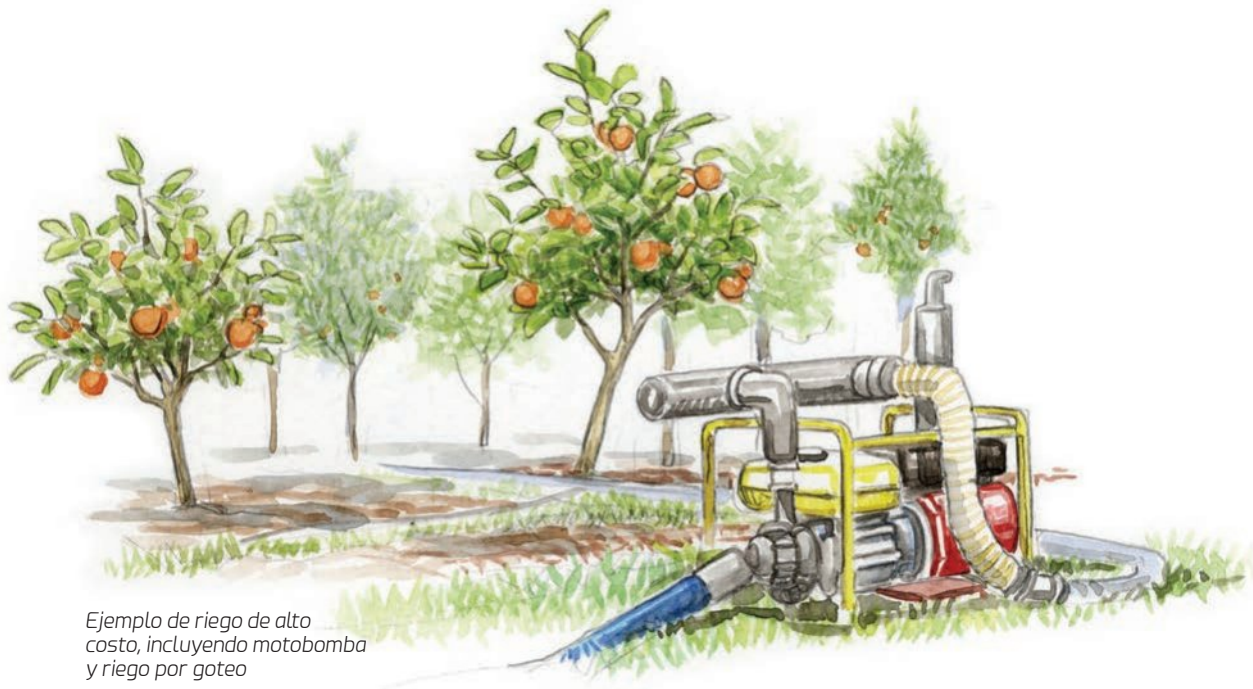
El transporte del agua desde su origen y el riego manual de los cultivos son prácticas muy habituales entre los pequeños agricultores que se dedican a la producción de hortalizas. La regadera constituye una herramienta sencilla, barata y accesible, y, para muchos agricultores, es la única opción de riego que pueden permitirse. El riego manual de los cultivos de hortalizas requiere abundante mano de obra y solo se puede aplicar en parcelas relativamente pequeñas. Con frecuencia, la carga de la recogida del agua y su aplicación en los cultivos recae sobre las mujeres. Este es el principal método de riego en los sistemas hortícolas urbanos y periurbanos del África subsahariana. Las bombas de pedal con cinta suponen una valiosa alternativa a las versiones motorizadas más caras y se han vuelto populares en algunos países del África subsahariana.

El riego por surcos, un método de riego superficial en el que el agua se canaliza a lo largo de surcos con una ligera pendiente situados entre las hileras de plantas, resulta adecuado

para los cultivos de frutas y hortalizas y es el método habitual que usan muchos agricultores, ya que no requiere de equipos costosos. Para el riego por surcos se necesitan una nivelación precisa de las tierras, un mantenimiento regular y un alto nivel de organización de los agricultores a la hora de manipular el sistema. Este riego no aplica el agua a los cultivos de forma eficiente y puede contribuir a la propagación de enfermedades transmitidas por el suelo, además de las malas hierbas.

Ejemplo de riego de bajo costo, incluyendo un pozo y riego manual





Ejemplo de riego de alto costo, incluyendo motobomba y riego por goteo

Sistemas de riego de alto costo

Los sistemas de riego por aspersión en los que el agua está sometida a presión, como aquellos que utilizan bombas solares, eléctricas o alimentadas mediante generadores o el flujo gravitacional desde tanques elevados a través de tuberías y que pulverizan el agua por el aire a través de aspersores giratorios, requieren una mayor inversión financiera y una disponibilidad de agua adecuada, pero no necesitan tanta mano de obra y pueden utilizarse en tierras inclinadas y no uniformes. Estos sistemas son adecuados para algunos cultivos de frutas y hortalizas, aunque otros más frágiles, como las lechugas, pueden verse dañados por las gotas que caen. Los aspersores se pueden utilizar para regar una zona relativamente pequeña, pero la distribución se ve afectada por los vientos, y las pérdidas por evaporación son elevadas. El uso de aspersores también se traduce en elevados costos energéticos y de funcionamiento.

En el riego por goteo se suministra agua a presión a tuberías estrechas que mantienen los caudales. Posteriormente, dicha agua se libera a través de pequeños poros o emisores, lentamente y en pequeñas cantidades, cerca de la base de las plantas. El riego por goteo ofrece resultados óptimos en términos de eficiencia en el uso del agua, mejores incluso que los del riego a mano, y reduce las necesidades de mano de obra. Sin embargo, estos sistemas necesitan un mantenimiento regular para evitar que las partículas del suelo y el polvo obstruyan las tuberías, los filtros, los poros y los emisores.

Los sistemas de riego por goteo también pueden usarse para la aplicación precisa de fertilizantes líquidos (riego fertilizante). En este tipo

de microrriego, las hojas y los tallos de las plantas permanecen secos, lo que ayuda a controlar las enfermedades que se suelen desarrollar con humedades altas. El riego por goteo también reduce la erosión del suelo y la presión de las malas hierbas.

El elevado coste del riego por goteo puede resultar prohibitivo para los pequeños agricultores de los países con rentas bajas y medias. Se han desarrollado soluciones de bajo costo (FAO, 2007) para que los pequeños agricultores dispongan de acceso a este sistema de riego eficiente.

Riego deficitario

En el riego deficitario, el agua se aplica únicamente durante las etapas sensibles a la sequía del crecimiento de la planta. Se ha demostrado que es una técnica adecuada en diversos cultivos, especialmente frutales y vides, y en ubicaciones en las que hay cierta cantidad de humedad estacional garantizada. En el sudeste de Australia, el riego deficitario regulado de árboles frutales incrementó la eficiencia de uso del agua en un 60% sin que se apreciase pérdida alguna en el rendimiento (Goodwin y Boland, 2000). Sin embargo, en la mayoría de las frutas y las hortalizas del campo, el riego deficitario ofrece perspectivas limitadas (Steduto *et al.*, 2012). Aunque reduce el uso de agua, el riego deficitario requiere conocimientos sobre el desarrollo y las tolerancias a la sequía de los diferentes cultivos, así como las necesidades de las distintas especies y variedades (Geerts y Raes, 2009). Para obtener orientación sobre la respuesta del rendimiento de los cultivos al agua en frutales y vides, véase Steduto *et al.* (2012); por su parte, Galindo *et al.* (2018) ofrece una revisión de las respuestas a las estrategias de riego deficitario de los cultivos frutales emergentes en sistemas agrícolas semiáridos mediterráneos.

● Salud del suelo

La producción sostenible de cultivos en sistemas de campo abierto depende del uso de suelos con una buena estructura para evitar la erosión, retener el agua, los nutrientes, el aire y una rica biodiversidad para la formación del suelo, el ciclo de nutrientes y el control biológico de plagas y enfermedades (Beed *et al.*, 2011, 2017). La materia orgánica del suelo (el producto de la descomposición biológica *in situ*) afecta a las propiedades químicas y físicas del mismo y a su salud general. Su composición y tasa de descomposición afectan a la estructura y la porosidad del suelo, la tasa de filtración de agua y la capacidad de retención de la humedad de los suelos, la diversidad y la actividad biológica de los organismos del suelo, y la disponibilidad de nutrientes vegetales (FAO, 2005b).

Unos niveles correctos de sales y pH garantizan que los nutrientes del suelo estén disponibles para las plantas cultivadas. En todo el mundo, la superficie de tierras ligera y moderadamente salinas aumenta cada año, lo que limita las posibilidades de cultivo de hortalizas y frutas. A este respecto, es necesario desarrollar e introducir tecnologías que promuevan la desalinización de las tierras.

La gestión de los nutrientes en la producción de frutas y hortalizas requiere una cuidadosa atención. Los cultivos de frutas y hortalizas tienen necesidades de nutrientes concretas, que pueden cambiar en función de la especie, la variedad y la etapa de desarrollo. Es importante que los agricultores conozcan estos requisitos y sepan la cantidad y el tipo de fertilizantes que se deben usar y cómo y cuándo aplicarlos para proporcionar una nutrición adecuada para los cultivos. De este modo, los costes de producción se mantienen en niveles mínimos y se evitan la escorrentía y la contaminación de los suelos, las vías fluviales y el aire.

Agricultura de conservación

La agricultura de conservación se aplica habitualmente en sistemas de cultivo sostenibles basados en cereales (Shaxson y Barber, 2003), siendo también aplicable en cultivos de frutas y hortalizas comerciales. Se basa en tres objetivos:

- minimizar la perturbación del suelo, por ejemplo, sin labranza;
- mantener una cubierta orgánica protectora sobre el suelo; y
- cultivar una variedad diversa de especies de plantas en asociaciones, secuencias o rotaciones.

Minimizar la perturbación del suelo

Evitar la labranza es importante, porque cuanto más a menudo se ara la tierra, más posibilidades existen de que el suelo pierda materia orgánica, estructura y biodiversidad, así como resistencia a la erosión y compactación.

La aplicación de buenas prácticas, como el cultivo de árboles frutales y vides (cultivos perennes), requiere menos labranza. Sus sistemas radiculares profundos ayudan a conservar el suelo, evitando la erosión y la pérdida de carbono del mismo. El cultivo de frutales también puede contribuir a los esfuerzos de rehabilitación de tierras degradadas a largo plazo. Por ejemplo, al igual que algunas especies de frutales pueden cultivarse en condiciones de secano semiáridas, otras son capaces de tolerar el uso de suelos degradados por prácticas agrícolas insostenibles. Los resultados de un estudio realizado en la India

(Dagar *et al.*, 2001) mostraron que, siete años después de la siembra (con yeso como enmienda del suelo), *Ziziphus mauritiana*, *Syzygium cumini*, *Psidium guajava*, *Emblica officinalis* y *Carissa caranandus* fueron capaces de establecerse y crecer en suelos muy alcalinos que se habían convertido en inadecuados para la mayoría de los cultivos agrícolas. Los frutales pueden cultivarse en pendientes para reducir la erosión en países áridos (como en el caso de la producción de higueras en Irán) y en tierras altas tropicales (Schreinemachers *et al.*, 2013), contribuyendo además a reducir el riesgo de deslizamientos de tierra. En las zonas montañosas de los países de Asia central, los agricultores han conservado y utilizado las variedades de árboles frutales locales para aumentar sus ingresos y restaurar al mismo tiempo las tierras agrícolas (Lapeña *et al.*, 2014).

Mantener una cubierta orgánica protectora sobre el suelo

Muchos productores de hortalizas son conscientes de los beneficios de mantener el suelo cubierto de vegetación. Una alternativa para evitar el aumento de la evaporación como consecuencia de la evapotranspiración de estos cultivos y la competencia por los nutrientes con los cultivos de cobertura es utilizar una capa protectora de material (mantillo). Los cultivos de cobertura y el mantillo ayudan a retener la humedad en el suelo y a reducir la necesidad de riego. Los cultivos de cobertura y el mantillo también contribuyen al control de las malas hierbas y reducen la necesidad de utilizar herbicidas y óxido, algo que resulta especialmente importante a la hora de empoderar a las mujeres, que suelen ser las responsables de la ardua tarea del desbroce. Sin embargo, la necesidad de mano de obra para recolectar y diseminar el mantillo orgánico también puede ser elevada, y se debe prestar atención para asegurarse de que dicho mantillo no se convierta en un hábitat húmedo y adecuado para las plagas y enfermedades que afectan a los cultivos.

Un problema común al que se enfrentan muchos agricultores es la dificultad para obtener suficiente materia orgánica de una calidad adecuada para los mantillos. La competencia por el material orgánico en las explotaciones agrícolas puede ser importante, especialmente en aquellas en las que los residuos de los cultivos se utilizan para la alimentación del ganado o como combustible en forma de leña. Como resultado, el uso de cobertura con película plástica o “mulch” se ha convertido en habitual en el cultivo de hortalizas, especialmente en combinación con el riego subsuperficial y por goteo, y ha desempeñado un papel importante en el aumento de la producción de tomates, pimientos, berenjenas, melones, sandías, pepinos y calabazas. La cobertura con película plástica mantiene las frutas (p. ej., las fresas) lejos del suelo, lo que reduce el contacto con los patógenos procedentes

del mismo, que pueden provocar la putrefacción de las frutas y otras enfermedades. También se ha observado que la cobertura con película plástica transparente incrementa la temperatura del suelo que rodea a las raíces de las plantas al conservar el calor del sol. Esto afecta negativamente a las actividades de los nematodos de la nudosidad de la raíz, creando así un ambiente propicio para que las plantas utilicen la máxima cantidad de nutrientes del suelo a través de las raíces (Ogwulumba y Ugwuoke, 2011).

En caso de gestión incorrecta, la cobertura con película plástica puede provocar problemas. Cuando las temperaturas son altas y el riego es excesivo, se liberan calor y vapor, lo que daña las plantas y puede dar lugar a enfermedades fúngicas durante los primeros días tras el trasplante. Los problemas se agravan cuando el plástico se instala de forma incorrecta y queda disperso por el campo.

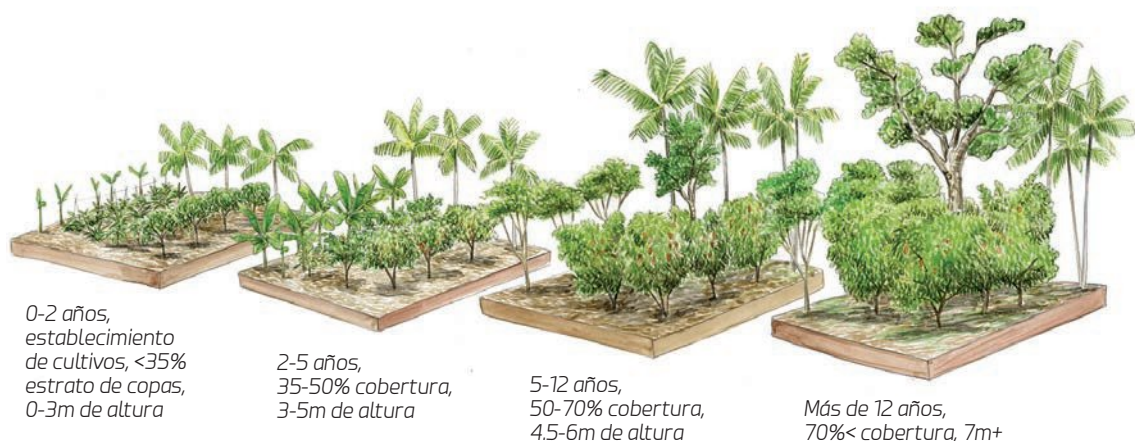
El uso generalizado de cobertura con película plástica, que se elabora con polietileno y no es biodegradable, ha provocado una grave contaminación ambiental (Teuten *et al.*, 2009; Liu *et al.*, 2014; Steinmetz *et al.*, 2016). Los plásticos suelen contaminarse con suciedad, plaguicidas y otros materiales tras la temporada de cultivo, por lo que deben limpiarse antes de proceder a su reciclaje. Además, rara vez se dispone de opciones de recogida y reciclaje. Las coberturas muy finas son bastantes difíciles de recoger, y a menudo se abandonan en el entorno o se queman. Las coberturas con película plástica más gruesa son más fáciles de recuperar y se eliminan con frecuencia en vertederos y por incineración. Algunos países han establecido normas relativas al grosor de las películas de cobertura, así como su recuperación y eliminación. Otros países han prohibido por completo el uso de cobertura con película plástica, de modo que los agricultores se han visto obligados a buscar otros materiales para cubrir el suelo.

Encontrar alternativas a la cobertura con película plástica es importante para la producción de hortalizas. Se han desarrollado coberturas con polisacáridos y plásticos biodegradables como alternativa al polietileno, pero, debido a su rendimiento y sus costos, el grado de aceptación no ha sido demasiado elevado (Limpus, 2012). Además, la huella ambiental de la cobertura con película plástica biodegradable sigue siendo incierta (Lambert y Wagner, 2017).

Rotaciones y asociaciones de cultivos

Los árboles frutales pueden cultivarse junto con otros cultivos en asociaciones, secuencias, cultivos intercalados y rotaciones para mantener la salud de los suelos. Los sistemas de producción diversificados ofrecen distintas oportunidades comerciales, así como un seguro frente

CUADRO 2. Diferentes etapas del sistema de cultivos agroforestales de transición SAFTA, Amazonia brasileña. Fuente: Bolfe (2010); Junior y da Silva (2014)



El sistema agroforestal de sucesión basado en el cacao: *Sistema Agroforestal de Tomé-Açu (SAFTA)* de la Amazonia brasileña, desarrollado por familias de agricultores inmigrantes de origen japonés y sus descendientes a lo largo de un siglo, ha logrado la diversificación y el enriquecimiento de los ingresos agrícolas y el agrosistema.

Los agricultores reciben de manera continua ingresos de cultivos intercalados a corto (anuales) y medio (perennes) plazo, desarrollando cultivos a varios niveles con una alta productividad agregada. Mientras los agricultores esperan a que se establezca el cacao (su cultivo principal), se realizan cultivos intercalados de verduras anuales para generar ingresos.

Otros cultivos perennes, como el banano y la papaya, se cultivan como árboles de sombra y para diversificar los ingresos. Por último, los árboles madereros intercalados también proporcionan sombra e ingresos. El establecimiento de una cooperativa agrícola fue fundamental para garantizar la adición de valor y el acceso a los mercados.

al fracaso de un cultivo determinado. El sistema agroforestal que se debe seleccionar depende de las condiciones climáticas y comerciales locales. Los cultivos de cobertura de subpiso, como los de “abono ecológico” para leguminosas, añaden nitrógeno al suelo. También se pueden incluir cultivos forrajeros para crear sistemas agroforestales-pastorales. El cultivo integrado de árboles frutales y hortalizas también se practica y es común en muchos huertos domésticos, así como en sistemas comerciales. Las hortalizas son cultivos de ciclo corto con raíces poco profundas y una altura de las plantas relativamente baja, por lo que resultan muy adecuadas como cultivos de acompañamiento para árboles frutales con raíces más profundas, ya que extraen los nutrientes y el agua de diferentes profundidades. Además, los árboles frutales utilizan agua que de otro modo no estaría disponible (situada a mayor profundidad de la que alcanza el enraizamiento superficial de las hortalizas), reducen la escorrentía y estabilizan el suelo mejorando la

infiltración de agua, lo que contribuye a disminuir la erosión y el riesgo de deslizamientos de tierra en zonas con pendiente. A medida que los árboles frutales se desarrollan y su dosel se cierra, se cultivan cada vez más hortalizas tolerantes a la sombra en asociación, tal y como ocurre en el sistema agroforestal basado en el cacao de Brasil (**Cuadro 2**).

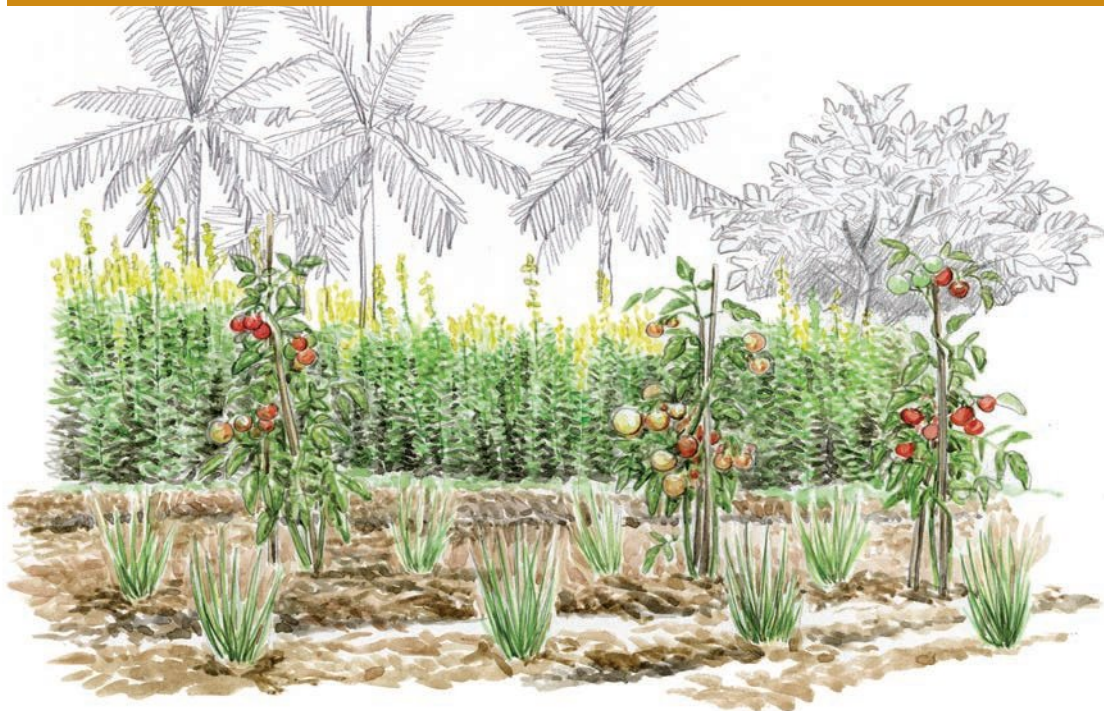
Para muchos agricultores, el establecimiento de sistemas agroforestales que integren los cultivos de árboles frutales y hortalizas requiere de una inversión significativa y un plan de gestión a largo plazo. Para facilitar la adopción de dichas prácticas, para las cuales los agricultores quizás no tengan recursos, acceso a la tierra, seguridad de la propiedad y los mercados, es necesario proporcionar incentivos y conocimientos agronómicos.

En el caso de las hortalizas de ciclo corto, es común rotar entre diferentes familias de cultivos en la misma unidad de tierra para evitar el agotamiento de un mismo perfil de nutrientes y agua a una profundidad dada, además de impedir la acumulación de plagas y enfermedades. Un buen ejemplo es el uso de esta técnica para el control de *Ralstonia solanacearum*, una bacteria del suelo que provoca marchitamiento en cultivos pertenecientes a la familia *Solanaceae*, como los pimientos dulces y picantes, las berenjenas, los tomates, la amaradulce, el tamarillo, las patatas y el tabaco (**Cuadro 3**).

● Manejo de los fertilizantes

Incluso los suelos sanos requieren algún tipo de fertilización para reponer los nutrientes que consumen los cultivos. Los requisitos nutricionales de los distintos cultivos de frutas y hortalizas varían y pueden depender de su etapa de desarrollo. Por ejemplo: si las hojas son la parte que se consume (como ocurre con la lechuga), no se requiere demasiada variación en el tipo de fertilizante. Sin embargo, en el caso de frutas como las manzanas, los tomates y las calabazas, la sincronización y el equilibrio de nutrientes son importantes para estimular la fructificación. Los agricultores deben conocer estas necesidades. Lo ideal sería que los agricultores realizaran un análisis del suelo para determinar los nutrientes disponibles para las plantas. Los resultados permiten a los agricultores seleccionar la especie y las variedades de cultivo cuyos requisitos nutricionales se adapten mejor a sus campos, así como aplicar pautas de fertilizantes adecuadas. Para muchos pequeños agricultores de países con rentas bajas, los servicios de análisis de suelos no siempre están disponibles o tienen precios prohibitivos. Sin embargo, los pequeños agricultores pueden recurrir a las nuevas tecnologías, como las tiras reactivas para la evaluación de los nutrientes fundamentales del suelo y el agua y los escáneres electrónicos (Testen *et al.*, 2018; Agriterro, 2018).

CUADRO 3. Rotación de cultivos para combatir el marchitamiento bacteriano del tomate en las Indias Occidentales Francesas. Fuente: Deberdt et al., 2018



El marchitamiento bacteriano provocado por la bacteria *Ralstonia solanacearum* es altamente agresivo para los cultivos de tomate de todas las regiones tropicales. Las cepas emergentes de *R. solanacearum* se han sobrepuesto a las características de resistencia a las enfermedades de la mayoría de las variedades comerciales. Ante la falta de productos aprobados para la protección frente al marchitamiento bacteriano, en Martinica (Indias Occidentales Francesas) se desarrolló y probó una estrategia de control biológico basada en el uso de plantas de saneamiento en cultivos intercalados o en rotación de cultivos.

Se realizaron ensayos agronómicos en distintas ubicaciones con ocho especies y variedades de plantas con potencial de saneamiento pertenecientes a tres familias (*Brassicaceae*, *Asteraceae* y *Fabaceae*). Se evaluó la capacidad

de estas plantas, seleccionadas por su resistencia, competitividad con las malas hierbas y elevada producción de biomasa, para actuar como hospedadoras de *R. solanacearum* y por su potencial de saneamiento. Los ensayos se llevaron a cabo en una cámara climática completamente controlada, y posteriormente en condiciones semicontroladas en un invernadero. Las plantas seleccionadas en las primeras etapas se sometieron a evaluación en condiciones reales en una granja de Martinica.

Las densidades bacterianas más bajas en el suelo se observaron con el cultivo de rábano forrajero (*Raphanus sativus* cv. Melody), clavel de moro (*Tagetes patula*) y crotalaria (*Crotalaria spectabilis*). En los invernaderos, el cultivo de cáñamo marrón (*Crotalaria juncea*), crotalaria y rábano forrajero antes de plantar tomates redujo notablemente la incidencia del marchitamiento bacteriano. Los ensayos de

campo realizados en granjas demostraron que, en comparación con el control con tomate, el cultivo de frijol de abono (*Mucuna deeringiana*) antes de la plantación de tomates redujo la incidencia de marchitamiento bacteriano del tomate en un 53%, la crotalaria la redujo en un 58%, y el cáñamo marrón la redujo en un 71%.

Esta innovadora técnica de protección de las plantas se está transfiriendo actualmente a los pequeños productores de verduras de las Indias Occidentales Francesas. Además, las propiedades de saneamiento de la crotalaria, el cáñamo marrón y el rábano forrajero como cultivos de cobertura rotacionales pueden ayudar a controlar los nematodos, que también constituyen una plaga importante para los cultivos de verduras. Tanto el frijol de abono como el rábano forrajero pueden utilizarse como forraje para los animales.

Los nutrientes pueden aplicarse en forma de insumos orgánicos, como compost, estiércol animal o residuos de los cultivos, lo que ayuda a mantener o aumentar la biodiversidad, la estructura y la materia orgánica del suelo. Los nutrientes también pueden aplicarse a través de fertilizantes inorgánicos (producidos industrialmente mediante procesos químicos, extracción de minerales o trituración mecánica). El Código Internacional de Conducta para el Uso y Manejo de Fertilizantes indica que hay muchas fuentes de nutrientes disponibles para las plantas, y que deben considerarse complementarias y no excluyentes entre sí (FAO, 2019b). En general, los fertilizantes orgánicos presentan un menor contenido en nutrientes que los fertilizantes inorgánicos, y también ponen sus nutrientes a disposición de las plantas en tasas mucho menores. Sin embargo, se admite que ayudan a mantener unos suelos sanos y a producir unos alimentos más ricos en minerales y antioxidantes.

Para muchos agricultores puede ser difícil obtener cantidades suficientes de fertilizantes y enmiendas de origen orgánico, especialmente en los países áridos, los entornos urbanos y periurbanos, y las zonas agrícolas con elevada competencia por la biomasa. Las materias orgánicas sin tratar, como los residuos de cultivos, el abono animal, los residuos alimentarios o algunos residuos municipales o industriales, pueden utilizarse para elaborar compost. El compostaje es el proceso natural en el que los microorganismos descomponen la materia orgánica y acaban con los patógenos transmitidos por los alimentos. El vermicompost ha ganado popularidad en años recientes. En esta técnica se utilizan gusanos de diferentes especies para acelerar el proceso de descomposición. Sin embargo, algunos contaminantes, como plaguicidas, antibióticos y metales pesados, pueden seguir estando presentes. En algunas zonas se utilizan como fertilizantes orgánicos los lodos de depuradora, como los materiales sólidos extraídos del caudal de aguas residuales procedentes de un sistema público de alcantarillado y compostados (FAO, 2012a). Es fundamental que los lodos se analicen y traten con regularidad para garantizar la eliminación de los peligrosos productos químicos y patógenos transmitidos por los alimentos.

Los fertilizantes inorgánicos ponen inmediatamente a disposición de las plantas los nutrientes y pueden seleccionarse en función de su composición para que contengan micronutrientes clave, como boro, manganeso, calcio, molibdeno y cinc, permitiendo proporcionar suplementos específicos para los cultivos. Sin embargo, los fertilizantes inorgánicos son solubles en agua, por lo que los nutrientes que no son absorbidos por los cultivos pueden filtrarse a los cursos de agua. Aunque la solubilidad de los fertilizantes inorgánicos puede variar, y algunos tipos liberan los nutrientes a menor velocidad, la contaminación por nutrientes supone un problema ambiental grave. Además, la fabricación de fertilizantes inorgánicos constituye una

fuente de emisiones de dióxido de carbono, y la aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados es una fuente significativa de emisiones de óxido nitroso. El uso excesivo e indebido de los fertilizantes también puede llevar a un aumento de la salinidad del suelo. Además, la aplicación de nutrientes inorgánicos suprime la actividad y la supervivencia de los microbios, los insectos y los nematodos que participan en los ciclos de nutrientes en el suelo (Beed *et al.*, 2017).

Tal y como se ha mencionado, la fertirrigación permite la aplicación frecuente de cantidades muy pequeñas de fertilizante, ajustadas a las necesidades concretas de un cultivo dado en un momento determinado. El riego subsuperficial y por goteo aumenta el suministro de nutrientes al dirigir el agua directamente a la zona en la que se están realizando los cultivos, reduciendo así la escorrentía y la contaminación por nutrientes.

● Salud de las plantas

Las frutas y las hortalizas ricas en nutrientes no solo resultan atractivas para las personas, sino también para una amplia variedad de plagas y enfermedades que pueden hacer que su cultivo resulte imposible sin plaguicidas, lo cual conlleva como consecuencia un mayor riesgo de uso excesivo de plaguicidas y de presencia de residuos de plaguicidas en caso de mala gestión.

El manejo de las plagas y las enfermedades en los cultivos de frutas y hortalizas supone un problema importante para los pequeños productores que puede abordarse mediante estrategias de MIP. Esto incluye evitar la presencia de plagas y enfermedades mediante la adopción de medidas preventivas en lugar de curativas (viveros de plántulas en cultivo protegido; barreras físicas; aguas, suelos y herramientas limpios), el uso de variedades resistentes, el uso de cultivos trampa y trampas de feromonas, agentes de control biológico y el uso sensato de plaguicidas químicos. Las trampas suelen ser dispositivos de interceptación sencillos que capturan a los insectos que se desplazan por una zona. Las trampas también se utilizan para detectar nuevas invasiones de plagas de insectos en el tiempo o el espacio, reducir las infestaciones y controlar las poblaciones de plagas establecidas (Epsky *et al.*, 2008).

El éxito de las estrategias de MIP aplicadas por cada agricultor aumenta cuando sus vecinos aplican las mismas técnicas. Por ejemplo, los agricultores trabajaron colectivamente para colocar trampas masivas de feromonas con el fin de reducir el número de polillas del tomate (*Tuta absoluta*) en Oriente Próximo (FAO, 2012b) y de barrenadores del tallo y del fruto de la berenjena (*Leucinodes orbonalis*) en Asia

meridional (Alam *et al.*, 2006). Reconociendo la importancia de las actuaciones colectivas, la FAO trabajó con los agricultores para crear estrategias de MIP comunitarias a través de la Escuela de Campo para Agricultores (ECA) a nivel comunitario y con las instituciones locales (Pontius *et al.*, 2000).

● Vigilancia y detección

Los productores deben estar familiarizados con los enemigos y los amigos de sus cultivos y con los momentos en los que hay una mayor probabilidad de ataques debido a las condiciones ambientales, la temporada o las prácticas agronómicas. La observación o el muestreo periódicos de los cultivos para monitorear las plagas y enfermedades son fundamentales, especialmente en los cultivos de hortalizas por sus rápidos ciclos de producción. El muestreo regular permite a los agricultores detectar los problemas de forma temprana, implementar rápidamente medidas de control adecuadas antes de que los daños provocados por las plagas y las enfermedades alcancen un determinado umbral económico y evaluar la eficacia de las intervenciones de control. Cuando los ejercicios de muestreo se coordinan en toda una región, implicando a varios organismos de investigación y protección de las plantas nacionales y proporcionado el soporte técnico de servicios de laboratorio, las eficiencias y el intercambio de conocimientos se incrementan, tal y como se observó, por ejemplo, con enfermedades del banano conocidas y nuevas en la región de los Grandes Lagos de África (Beed *et al.*, 2013).

En general, para un cultivo y una ubicación dados, hay plagas y enfermedades comunes. Al igual que ocurre con la medicina humana, el diagnóstico de la plaga y el agente causal de la enfermedad en las plantas es el primer paso crítico, y el más importante, para desplegar una intervención de control más adecuada (Miller *et al.*, 2009). Si aparecen nuevas plagas o enfermedades, los agricultores afectados por la invasión deben recibir el apoyo de servicios de asesoramiento o instituciones de investigación para diagnosticar el problema, así como con advertencias tempranas y consejos sobre medidas de control. El primer paso a la hora de reconocer los síntomas asociados a las plagas y las enfermedades es que los agricultores sepan el aspecto que tiene un cultivo saludable, identifiquen las diferencias entre las variedades de cultivos y distingan los síntomas de las plagas y las enfermedades de aquellos provocados por los factores de estrés físico, como las deficiencias de nutrientes, la sequía, las inundaciones, el calor, el sol, el frío o la salinidad. Los síntomas de una mala salud se evidencian en forma de desviaciones del funcionamiento normal de los cultivos, y se manifiestan en forma de cambios de apariencia. Existe una gran

variedad de organismos que provocan síntomas de enfermedad, como insectos, bacterias, hongos, virus, nematodos y fitoplasmas. Además, hay diferentes tipos de síntomas asociados a cada uno, tales como marchitamiento, manchas, canchales, enrollamiento, rabia, mosaicos, callos, florecimiento profuso, pudriciones, puntiseco, malformación y decoloración. El método de control más adecuado depende del tipo de organismo que causa la enfermedad y su epidemiología (cómo se transmite y qué condiciones facilitan la infección). Para algunos productores, los servicios de divulgación públicos y privados son de ayuda en el diagnóstico. En el caso de los agricultores con acceso a internet, una búsqueda en línea que combine la descripción de los síntomas con el tipo de cultivo revelará el posible agente causal y las medidas de control adecuadas.

Otro principio general de la MIP es garantizar un saneamiento adecuado en el campo. La eliminación de las plantas o las partes de plantas enfermas o dañadas por las plagas y los residuos de los cultivos tras la cosecha ayudará a reducir la presión de las plagas y enfermedades. La limpieza regular de la maquinaria, las herramientas y la ropa agrícolas también puede ayudar a evitar la propagación de las enfermedades. Asimismo, es importante garantizar que el abastecimiento de agua esté libre de plagas y enfermedades.

● Variedades resistentes y semillas sanas

La implementación de variedades resistentes es la base de cualquier programa de MIP. Siempre que se disponga de ellas, se deberán seleccionar y utilizar variedades de frutas y hortalizas con una resistencia conocida a las plagas o enfermedades de un lugar concreto. El uso de semillas sanas reducirá la incidencia de enfermedades transmitidas por las semillas. Se ha demostrado que el tratamiento de semillas con agentes de control biológico, como *Trichoderma* spp. o *Pseudomonas* spp., reduce la incidencia de algunos patógenos de las semillas y el suelo en las hortalizas (Mancini y Romanazzi, 2013). El manejo de la diversidad vegetal (dentro y entre variedades y especies) también constituye una estrategia para mantener la eficiencia de los genes de resistencia. En la base de datos Hortivar (<http://www.fao.org/hortivar/>) colabora una red de científicos que se dedican a recopilar y difundir información sobre el rendimiento de los cultivares de frutas y hortalizas sobre el terreno, incluida su resistencia a las plagas y enfermedades, para ayudar a los agricultores a identificar las variedades mejor adaptadas. Tanto el sector privado como las empresas de semillas han reconocido como prioritario el importante papel que desempeñan las características

de resistencia (Schreinemachers *et al.*, 2016b). Del mismo modo, las investigaciones destinadas a mejorar la resistencia de las variedades de hortalizas han mostrado una rentabilidad de las inversiones tan elevada como la observada previamente en algunos cultivos básicos (Schreinemachers *et al.*, 2017b).

● Control químico

Aunque los plaguicidas químicos deben aplicarse únicamente como último recurso, teniendo en cuenta aspectos como el costo, la seguridad alimentaria y la salud humana y ambiental, el control químico continúa siendo un método común entre los pequeños productores de frutas y hortalizas que pueden permitirse su uso. Muchos se sienten obligados a emplear plaguicidas (además de herbicidas) como medida de precaución para proteger sus cultivos, ya que los brotes de plagas y enfermedades pueden provocar la pérdida total de la cosecha y tener unas consecuencias económicas notables. El impulso por aplicar plaguicidas se ve aumentado por la importancia que tiene la apariencia de las frutas y hortalizas para su comerciabilidad, de modo que incluso las pequeñas imperfecciones causadas por las plagas y las enfermedades pueden traducirse en una pérdida de ingresos.

Sin embargo, los productores de frutas y hortalizas tienden a menudo a aplicar cantidades excesivas de plaguicidas y herbicidas químicos a sus cultivos, e incluso a utilizar productos químicos, combinaciones de productos químicos incompatibles, dosis, tiempos, tipos de aplicación, almacenamiento y eliminación equivocados (Schreinemachers *et al.*, 2017a), que pueden exponer a los trabajadores agrícolas al envenenamiento por plaguicidas. Además, el uso indebido de plaguicidas daña el medioambiente y acaba con organismos que resultan beneficiosos para la producción sostenible de cultivos (Beed *et al.*, 2017) y contribuye a que las plagas se vuelvan resistentes a los plaguicidas, dando lugar a un círculo vicioso en el que cada vez se aplican más plaguicidas y la protección es menor. Los residuos de plaguicidas situados por encima de los niveles aceptados, es decir, los límites máximos de residuos (LMR), impiden el comercio y, por tanto, conducen directamente a la pérdida de alimentos, o, en el caso de que estos lleguen a los consumidores, a su exposición a altos niveles de residuos de plaguicidas. Los incidentes de contaminación química de los alimentos por plaguicidas socavan los esfuerzos destinados a incrementar el consumo y, por consiguiente, la demanda y el suministro de alimentos frescos y nutritivos. Los mercados internacionales de exportación están estrictamente regulados en términos de LMR de plaguicidas y, si estos se superan, la reputación del país exportador puede verse notablemente dañada, limitándose las oportunidades

comerciales futuras. En cambio, en un gran número de mercados locales no existe un control sistemático de los residuos de plaguicidas.

En muchos países, a menudo se descuidan o desconocen las consideraciones técnicas para la aplicación segura y correcta de plaguicidas y herbicidas, o estas no están reguladas. Los agricultores y los pequeños distribuidores de plaguicidas enferman porque ignoran, o desconocen, los principios técnicos de la aplicación, el almacenamiento y la eliminación seguros, además de carecer de acceso a equipos de protección individual. A menudo, los plaguicidas se venden en pequeñas cantidades, pasándose de botellas grandes a otras de menor tamaño para que los pequeños agricultores puedan comprar la cantidad que necesitan a un precio asequible. Algunos pequeños distribuidores de plaguicidas no cumplen las normas, pudiendo incluso vender productos prohibidos, obsoletos o anticuados. Para ayudar a los agricultores a adoptar una serie de métodos de MIP y no confiar únicamente en plaguicidas disponibles se necesitan conocimientos y un apoyo político adecuado (Schreinemachers *et al.*, 2015). Es fundamental que los productores de frutas y hortalizas estén mejor educados e informados para elegir plaguicidas que mejor se adaptan a sus necesidades, cómo aplicarlos y cómo respetar los intervalos de tiempo entre la aplicación y la cosecha.

En general, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones sobre la aplicación de plaguicidas como parte de un programa de MIP:

- Los plaguicidas constituyen el último recurso en un programa de MIP; por lo tanto, antes de considerar el uso de plaguicidas, deben probarse otras intervenciones de manejo de plagas ya señaladas antes de considerar la posibilidad de utilizar plaguicidas. La decisión de usar plaguicidas debe guiarse por los aspectos económicos de la medida, mientras que la selección de los mismos se guiará por la salud humana (tanto de los productores como de los consumidores) y por aspectos ambientales. Los plaguicidas biológicos pueden ayudar a reducir el uso de plaguicidas químicos, pero no siempre deben considerarse totalmente inofensivos para el ser humano, o el medio ambiente.
- El umbral económico es la guía más habitual para tomar la decisión sobre el uso de plaguicidas, aunque en general no es algo que los cultivadores de hortalizas conozcan aún debido a la diversidad de cultivos, variedades, temporadas de cultivo y condiciones. El umbral económico representa un gran número de poblaciones de plagas o plantas que muestran cierto nivel de gravedad/incidencia que puede desencadenar la decisión de aplicar un plaguicida. Es importante realizar muestreos frecuentes en busca de plagas

o plantas lesionadas para obtener esta información. La determinación del umbral económico depende en gran medida del costo de las acciones y del precio de producción de los cultivos. Además, el umbral debe tener en cuenta el nivel de resistencia/tolerancia de una variedad determinada. Por tanto, la mejor forma de estimar los umbrales es en un agrosistema/contexto socioeconómico concreto. Al aplicar plaguicidas sin guiarse por un umbral económico se corre el riesgo de desperdiciar recursos en daños causados por plagas o enfermedades que no afectan lo suficiente al rendimiento como para justificar la toma de medidas.

- Si se toma la decisión de aplicar plaguicidas según un umbral económico, es importante seleccionar aquellos que presenten un bajo riesgo para la salud humana y el medioambiente. Se ha demostrado que muchos ingredientes activos insecticidas resultan dañinos para poblaciones de insectos beneficiosos, como enemigos naturales y polinizadores. Para evitar esta situación, se deben seleccionar plaguicidas que afecten únicamente a la plaga objetivo y no a otros organismos.
- Garantizar el uso adecuado de los productos seleccionados en aplicaciones aprobadas con el fin de reducir el riesgo para los productores y los consumidores, lo que incluye el uso de los equipos de protección individual pertinentes, el almacenamiento y la eliminación adecuados de los recipientes usados, el respeto de los intervalos de reentrada y precosecha y el cumplimiento de las normas internacionales (FAO, 2010d; FAO y OMS, 2014).
- Rotar los ingredientes activos entre los plaguicidas seleccionados con diferentes modos de acción para evitar el desarrollo de resistencia entre las plagas y los patógenos.

● Prácticas de cultivo

Producción y protección integradas

Se ha abogado por la producción y protección integradas (PPI) como medio para ayudar a que los pequeños agricultores realicen un control no químico de las plagas y enfermedades en apoyo de la intensificación sostenible. Además de considerar el complejo de plaga y enfermedad que afecta al cultivo, e identificar los mejores medios disponibles para controlar cada componente de dicho complejo, el concepto de PPI supone tener en cuenta las prácticas de cultivo habituales que podrían ayudar a controlar las plagas y enfermedades (Hanafi, 1999).

Gestión de la agrobiodiversidad

Los sistemas ecológicos naturales, en los que no hay perturbaciones relacionadas con las actividades del hombre, tienden a albergar la mayor diversidad de organismos vivos. De acuerdo con su propia definición, las prácticas agrícolas promueven a ciertas especies sobre otras, y es necesario realizar esfuerzos para garantizar que la agrobiodiversidad no se vea amenazada (FAO, 2019c; FAO, 2020e). El rendimiento de las especies de cultivos depende de la "biodiversidad asociada", como los polinizadores, los agentes de control biológico y los organismos que habitan en el suelo. La producción sostenible de cultivos, y en particular la necesidad de protección del medioambiente y de generación continua de ingresos, depende de la biodiversidad asociada. Esto puede promoverse a través de los sistemas de policultivo y la diversificación del número y el tipo de cultivos realizados y utilizando cultivos complementarios. La rotación de cultivos, por ejemplo, es una técnica eficaz para reducir las malas hierbas, las poblaciones de plagas y las enfermedades, especialmente aquellas que atacan únicamente a una familia botánica o variedad de cultivos. Por ejemplo, la polilla de la col (*Plutella xylostela*) solo daña a los cultivos de la familia de las brasicáceas (col, coliflor, brócoli) durante su etapa de larva. En este caso, el cultivo rotatorio de brasicáceas, tanto en el espacio como en el tiempo, con cultivos de otras familias botánicas romperá el ciclo de vida de la polilla de la col y reducirá su número. Otro ejemplo es mildiu de las cucurbitáceas (*Pseudoperonospora cubensis*), el cual es un patógeno que afecta a la familia de las cucurbitáceas (melón, pepino, calabaza, calabacín, sandía). La rotación de los cultivos de cucurbitáceas con otros cultivos reduce la prevalencia de este patógeno. El marchitamiento bacteriano causado por *Ralstonia solanacearum* constituye un grave problema para los cultivadores de hortalizas en las regiones tropicales y subtropicales, especialmente en cultivos de las familias *Solanaceae* (pimiento, tomate, berenjena, patata) y *Cucurbitaceae*. Esta enfermedad transmitida por el suelo es difícil de controlar, ya que puede sobrevivir durante largos periodos de tiempo en un amplio intervalo de condiciones ambientales y tiene una gran variedad de hospedadores (más de 200 especies). Por este motivo, no se deben realizar cultivos de las familias *Solanaceae* y *Cucurbitaceae* de manera sucesiva (**Cuadro 3**). Además, para controlar esta bacteria, es fundamental mantener los sistemas de riego y las herramientas agrícolas limpios tras su uso.

El cultivo intercalado, la asociación de plantas y la siembra de cultivos de trampa y barrera (límitrofes) también pueden prevenir o reducir la incidencia de plagas de insectos en los cultivos de frutas y hortalizas. Sujayanand *et al.* (2015) observaron que al cultivar berenjenas con cultivos intercalados como el cilantro, la menta y el clavel de moro, con maíz como cultivo limítrofe, la diversidad de enemigos naturales

CUADRO 4. Control de las moscas de la fruta en la isla francesa de Reunión, situada en el océano Índico. Fuente: Deguine et al. (2017)



En Reunión, las especies de mosca de la fruta (*Diptera: Tephritidae*) que afectan a los cultivos de cucurbitáceas (*Bactrocera cucurbitae*, *Dacus ciliatus* y *Dacus demmerezii*) son las plagas más dañinas. La fumigación con insecticidas químicos no resulta eficaz, ya que las moscas viven en la vegetación circundante. Además, la fumigación múltiple periódica conduce al desarrollo de poblaciones de plagas resistentes a los plaguicidas y acaba con los enemigos naturales de las moscas de la fruta. A finales de la década de 2000, se realizaron estudios destinados a desarrollar un programa de protección preventiva de las plantas basado en un paquete técnico integrado por cinco componentes principales:

- Control con trampas de feromonas;
- Medidas de saneamiento (eliminación de las partes

infestadas o infectadas de la planta hospedadora), junto con el aumento de la presencia de depredadores naturales (técnica del *augmentorium*);

- Expulsión-atracción asistida con plantas de trampa (maíz) rociadas con un cebo para moscas de la fruta con un insecticida orgánico, spinosad;
- Captura masiva con trampas de feromonas; y
- Control biológico, principalmente a través de la gestión del hábitat para apoyar a los enemigos naturales.

Los resultados obtenidos en 28 granjas convencionales y cuatro granjas ecológicas que cultivaban principalmente calabacín (*Cucurbita pepo*) y chayote (*Sechium edule*) no mostraron ningún efecto negativo derivado de la eliminación de los insecticidas químicos, y sí presentaron una reducción en los costes de protección

de los cultivos. Como resultado, el programa se adoptó en toda la isla.

Aunque el componente de expulsión-atracción resultó fundamental para las estrategias de protección del calabacín y las calabazas, su éxito fue relativamente menor en el caso del chayote. Esto se debió principalmente a que la cadena de valor del chayote está bien organizada, y los productores de esta especie pueden beneficiarse del apoyo técnico y la demanda del mercado. Los productores de otras cucurbitáceas tienden a participar en otras actividades económicas, y cultivan pepinos o calabacines en campos pequeños para aprovechar los posibles beneficios de la fluctuación de los precios de mercado. Esto no parece ser compatible con la inversión en tal estrategia de protección vegetal.

CUADRO 5. Injerto de tomate para combatir el marchitamiento bacteriano provocado por *Ralstonia solanacearum* en Vietnam. Fuente: Genova et al. (2013)



El World Vegetable Center (Centro Global para las Verduras) comenzó a trabajar en el injerto de tomate en 1992 como medio para controlar el marchitamiento bacteriano provocado por la bacteria *Ralstonia solanacearum*, y mostró la técnica a científicos vietnamitas en septiembre de 1998. Desde 2002 hasta 2006, la técnica se introdujo en la provincia de Lam Dong, en el sur de Vietnam, en colaboración con el Centro de Investigación de la Patata, las Verduras y las Flores. En el delta del río Rojo, situado en el norte de Vietnam, la técnica se introdujo en colaboración con el Instituto de Investigación de Frutas y Verduras (FAVRI, por sus siglas en inglés) de Hanói. En la provincia de Lam Dong, donde el problema del marchitamiento bacteriano se sufre durante todo el año debido a la elevada humedad, se utilizó el patrón de una variedad de tomate resistente a esta enfermedad en las plantas injertadas. En el delta

del río Rojo, donde los tomates se cultivan en la estación húmeda y las inundaciones suponen un problema, se utilizó el patrón de una variedad de berenjena que es a la vez resistente al marchitamiento bacteriano y tolerante al anegamiento.

Los agricultores de la provincia de Dong comenzaron a plantar las variedades injertadas en 2002, y los resultados de una encuesta realizada a 200 agricultores en 2013 indicaron que la tasa de adopción de la planta de tomate injertada era del 100%. En el delta del río Rojo, donde la participación de los agricultores en los ensayos de campo comenzó en 2007, los resultados de la encuesta revelaron que la tasa de adopción era del 50%. En una comparación entre plantas de tomate injertadas y no injertadas en el delta del río Rojo, el rendimiento medio fue más de un 30% superior en la planta de tomate injertada, y el precio en la explotación de los tomates

fue casi un 40% más alto. Los costes, especialmente en términos de mano de obra, del cultivo de las plantas de tomate injertadas fueron notablemente mayores, pero la diferencia en los ingresos fue lo suficientemente elevada como para hacerlos mucho más rentables.

Teniendo en cuenta la diferencia media en los beneficios entre las plantas de tomate injertadas y no injertadas, los beneficios estimados en la provincia de Lam Dong para los productores de tomate fueron 41,7 millones de USD más altos que si se hubiese plantado la misma superficie con plantas de tomate no injertadas. El estudio muestra claramente que en las zonas en las que el marchitamiento bacteriano y otras enfermedades transmitidas por el suelo que afectan al tomate suponen un problema, el injerto de tomate puede ofrecer beneficios económicos a los agricultores.

de las plagas de la berenjena era muy superior a la obtenida cuando se utilizaba la berenjena como cultivo único. Otro estudio (Srinivasan *et al.* 2013) determinó que la manzana tropical (*Solanum viarum*), un arbusto perenne, actuaba como cultivo de trampa “sin salida” eficaz para el gusano cogollero (*Helicoverpa armigera*). Los cultivos de trampa sin salida no requieren tratamiento con plaguicidas para evitar que la población de la plaga se desplace al cultivo principal. Deben plantarse en los límites del cultivo, donde puedan interceptar a los adultos de la plaga y, de este modo, reducir los daños al cultivo principal (Shelton y Badenes-Pérez, 2006). El cultivo secuencial de trampas con mostaza de la India (*Brassica juncea*) constituye una forma eficaz de utilizar la planificación de cultivos para reducir los daños ocasionados por la polilla de la col en las brasicáceas.

La estrategia de expulsión-atracción es otro método de protección de las plantas basado en el cultivo intercalado. Emplea una combinación de estímulos para modificar el comportamiento de las plagas de insectos y los insectos beneficiosos, lo que influye en su número y distribución (Cook *et al.* 2007). En esta estrategia, las plagas son expulsadas del cultivo principal mediante el uso de plantas que enmascaran la presencia del posible huésped o repelen la plaga. Al mismo tiempo, las plagas de insectos son atraídas hacia otras zonas por trampas o cultivos de trampa que usan estímulos muy obvios y atractivos. Una vez concentradas en una zona dada, las plagas de insectos pueden ser manejados más fácilmente. La fuente (expulsión) depende de la táctica de gestión del cultivo, y puede tener forma de señales visuales o químicas. En general, el estímulo es un compuesto producido por las plantas, pero también puede ser una mezcla sintética (Cook *et al.* 2007). La estrategia de expulsión-atracción para el control de los barrenadores del maíz se describió en *Ahorrar para crecer en la práctica: maíz, arroz, trigo* (FAO, 2016). La estrategia de expulsión-atracción también puede utilizarse en los cultivos de hortalizas, empleando un sistema de maíz-tomate desarrollado en la isla francesa de Reunión, situada en el océano Índico (Cuadro 4).

Injerto

El injerto, que incrementa el rendimiento y la calidad de los cultivos de frutas y hortalizas, se realiza uniendo la parte cortada (el brote o púa) de una planta al tallo o la rama de otra (patrón) para formar una nueva planta. La sección importante desde el punto de vista comercial es la parte superior, llamada brote, mientras que la parte inferior del tallo y las raíces constituyen el patrón. La variedad de cultivo seleccionada para el brote se basa en las características de comercialización deseadas, y la variedad de cultivo seleccionada para el patrón se basa en su

resistencia a las enfermedades transmitidas por el suelo o su capacidad para crecer en suelos concretos. El injerto de árboles frutales es una práctica antigua y resulta común porque los árboles frutales cultivados a partir de semillas no producen frutos con los mismos rasgos genéticos que el árbol progenitor.

Dado que el patrón de algunas variedades proporciona resistencia a las enfermedades transmitidas por el suelo (hongos, bacterias, nematodos) que afectan a los sistemas radiculares, el injerto se ha utilizado para proteger los cultivos de frutas y hortalizas sin necesidad de recurrir a los plaguicidas. El ejemplo más famoso de esto se produjo en la década de 1870, cuando las vides europeas fueron atacadas por la plaga de insectos *phylloxera* (o *Daktulosphaira vitifoliae*), que se alimenta de las raíces y las hojas de las vides. El insecto se había introducido desde América del Norte, y la solución fue injertar un patrón de vid norteamericana que había desarrollado resistencia a *phylloxera* con brotes de las plantas europeas. A día de hoy no existe ninguna otra cura para *phylloxera*.

El injerto de hortalizas también es una práctica antigua, aunque empezó a difundirse a gran escala en el siglo XX. Comenzó a practicarse en la década de 1920, cuando en Japón y Corea se utilizaron patrones resistentes para controlar la fusariosis, una enfermedad transmitida por el suelo a las frutas y hortalizas a través del hongo *Fusarium oxysporum*. Hoy en día, esta práctica se está extendiendo rápidamente, y se ha ampliado a hortalizas como el pepino, los melones, la berenjena, el tomate, el pimiento y otros cultivos de solanáceas. El injerto de hortalizas puede hacer que estos cultivos sean más tolerantes a otras enfermedades transmitidas por el suelo, como el marchitamiento bacteriano, que se solía combatir con productos químicos que ahora están prohibidos (como el bromuro de metilo), y distintas especies de nematodos cuyo control resulta muy difícil y caro con plaguicidas químicos (**Cuadro 5**).

Uso de mallas

Las mallas a prueba de insectos (técnicamente, una forma de agricultura protegida) son barreras físicas que cubren los campos para proteger los cultivos de las moscas, las mariposas y las polillas, y, según el tamaño de la malla, de las moscas blancas, los áfidos y los trips. Además de provocar daños al comerse las plantas, muchas de estas plagas actúan como vectores de organismos que provocan enfermedades, como virus y bacterias. El uso de mallas reduce la necesidad de aplicar insecticidas y protege los cultivos de las poblaciones de plagas de insectos resistentes a los plaguicidas (Martin *et al.*, 2015).

CUADRO 6. Mallas antinsectos de bajo coste para los pequeños productores de hortalizas de África. *Fuente: Martín et al. (2019)*


Desde el año 2006, el fabricante africano A to Z Textile Mills Ltd de la República Unida de Tanzania, organismos de investigación nacionales e internacionales y agricultores de Benín y Kenia han venido investigando el potencial de las redes para el control de las plagas en cultivos a pequeña escala de frutas y verduras en el África tropical. La técnica aplica a los cultivos de frutas y verduras los mismos principios que el uso de mosquiteras para proteger la salud humana. El objetivo principal es reducir el uso de plaguicidas, que a menudo se aplican semanalmente a los cultivos de tomate en campo abierto, mediante la colocación de una barrera física entre

el cultivo y la plaga. Se aplicaron estrategias participativas para abordar los impactos agronómicos y económicos del uso de redes, así como su impacto ambiental y su aceptabilidad social.

Se llevaron a cabo experimentos en estaciones para diseñar una malla, un color y un grosor óptimos para las redes en función del cultivo (tomates, repollo, judías) y los insectos objetivo (polillas, áfidos, moscas blancas). A continuación, los ensayos en las explotaciones permitieron recopilar información sobre las formas más económicas y adecuadas de manipular, almacenar y reciclar las redes. La mayoría de los resultados fueron alentadores, y los

pequeños agricultores de Benín, Kenia y Senegal utilizaron las redes siempre que estuvieron disponibles.

Un análisis coste-beneficio realizado en Benín reveló que el uso de redes para insectos en los cultivos de repollo es tres veces más rentable que las prácticas actuales. Sin embargo, los agricultores de este país también afirmaron que los costes de inversión y la disponibilidad limitada de las redes, así como los costes de mano de obra que implicaban el tiempo y el esfuerzo necesarios para la gestión de las redes pequeñas en campos de gran tamaño, eran factores limitantes que los hacían reacios a invertir en ellas.

En las condiciones climáticas adecuadas, y con una buena gestión de las altas temperaturas que pueden darse bajo las mallas, el uso de redes a prueba de insectos en la producción de frutas y hortalizas tropicales presenta un gran número de beneficios (**Cuadro 6**), entre los que se encuentran los siguientes:

- Son más seguras para la salud humana y el entorno que los plaguicidas.
- En el caso de los invernaderos, se suele recomendar el uso de mallas antinsectos con una malla de calibre 50 en combinación con otras medidas de protección sostenible (cintas pegajosas, desinfección en la entrada, etc.), que pueden reducir el uso de insecticidas entre el 70 y el 90%.
- Las mallas antinsectos también son compatibles con las opciones de control biológico, como el uso de enemigos naturales de las plagas del cultivo (ácaros depredadores, pequeños parasitoides) y elementos atrayentes o repelentes de los insectos.
- Mejoran el rendimiento y la comerciabilidad de las hortalizas.
- Las inversiones en mallas se recuperan en un año, y dichas redes duran entre tres y cinco años, tras los cuales pueden reciclarse.
- Se recomienda su uso en viveros de hortalizas y frutas con el fin de producir plántulas libres de enfermedades para trasplantarlas a los campos (**Cuadro 6**).
- La eficacia de algunos plaguicidas biológicos puede mejorar bajo las mallas gracias a la protección de la radiación UV y la mejora del microclima.
- También protegen los huertos de frutas frente a las granizadas.

En los cultivos de frutas, la protección física frente a las plagas puede realizarse mediante la colocación de bolsas sobre las frutas en desarrollo. Esta práctica, originada en Asia, se ha extendido a otras regiones. El uso de bolsas en las frutas es una opción para la protección de las plantas que requiere insumos importantes y es intensiva en términos de mano de obra, pero ha demostrado su eficacia a la hora de reducir el uso de plaguicidas y puede contribuir a mejorar la apariencia general de la fruta.

Solarización del suelo y tratamientos con calor

La solarización del suelo es un método físico que se utiliza en climas cálidos para destruir los patógenos transmitidos por el suelo. Se trata de un proceso de preparación de mantillo que se utiliza principalmente en

cultivos de hortalizas y en el que se cubre el suelo húmedo con película de plástico transparente durante un mínimo de uno a dos meses en verano, dejándolo expuesto a la luz solar. Los organismos transmitidos por el suelo mueren debido a las altas temperaturas que se alcanzan por el calentamiento del sol. La termoterapia es otro método físico para eliminar los patógenos de las plantas, especialmente los hongos, virus y bacterias. Utiliza un principio sencillo que consiste en tratar con calor partes de la planta mediante pautas de temperatura/tiempo con el fin de acabar con los patógenos conservados y provocar únicamente ligeras lesiones al huésped. El calor se aplica principalmente por agua, aire o vapor. Hay una gran variedad de partes de plantas que pueden tratarse con calor: árboles completos, púas, plántulas *in vitro*, material de propagación, tallos, esquejes, brotes, flores cortadas, semillas, bulbos, tubérculos, cormos o frutas y hortalizas almacenadas (Galindo *et al.*, 1994).

● Control biológico

El uso de agentes de control biológico es una técnica probada para los cultivos de frutas y hortalizas. Estos agentes de control son organismos que se alimentan de plagas, patógenos (hongos, bacterias, nematodos) o malas hierbas (Beed y Dubois, 2009).

El control biológico puede realizarse de tres modos (Beed *et al.*, 2011):

- conservando los enemigos naturales de las plagas y enfermedades;
- incrementando el número de estos enemigos naturales; e
- introduciendo nuevos enemigos.

La conservación de los enemigos naturales que actúan como agentes de control biológico puede implicar la provisión de hospederos o presas alternativos, de alimentos o de sitios de anidación, así como la modificación de las prácticas de cultivo para favorecer a los enemigos naturales. La conservación de los agentes de control biológico también puede mejorarse mediante el mantenimiento de zonas seminaturales cerca de los campos. Estos espacios no cultivados ofrecen a los organismos beneficiosos (antocóridos, carábidos, crisopas, mariquitas, sírfidos y microavispa parasitoides) hábitats desde los cuales pueden manejar las plagas de insectos de los cultivos. Nueve de cada diez enemigos naturales de las plagas (frente a solo cinco de cada diez especies de plagas) necesitan retirarse a hábitats seminaturales en algún momento del año para completar una o más fases de sus ciclos de vida.

El incremento del control biológico supone un aumento del número de predadores y parasitoides naturales o de los patógenos de las plagas y las enfermedades de los cultivos. Esto puede realizarse mediante

productos comerciales de control de las plagas biológicas, como insecticidas que contienen patógenos que afectan de forma natural a las plagas de las frutas y las hortalizas (*Bacillus thuringiensis*, una bacteria; o *Beauveria bassiana*, un hongo). El control biológico también puede incrementarse mediante la liberación, en momentos estratégicos, de grandes cantidades de enemigos naturales de las plagas de los cultivos criados en masa, como las crisopas (*Neuroptera: Chrysopidae*), los ácaros depredadores (*Acari: Phytoseiidae*) y las chinches (*Hemiptera: Anthocoridae*). A menudo, este servicio es llevado a cabo por organismos comerciales o gubernamentales, aunque algunas pequeñas empresas también se dedican a la crianza de insectos beneficiosos.

La introducción de enemigos naturales exóticos de las plagas y las enfermedades de las frutas y las hortalizas como agentes de control biológico es un proceso complejo y sensible desde el punto de vista medioambiental, y a menudo lo realizan o regulan organismos públicos, y se lleva a cabo a gran escala en colaboración con grupos de agricultores e instituciones de investigación y desarrollo agrícolas (Upanisakorn *et al.*, 2011). Por ejemplo, de 1989 a 1992, la Red de Hortalizas de Asia (AVNET, por sus siglas en inglés) reunió a los sistemas de investigación agrícola nacionales de Indonesia, Filipinas, Malasia y Tailandia para implementar un programa de MIP destinado a controlar la polilla de la col. El programa incluyó la introducción de avispa parasitoides exóticas (*Diadegma semiclausum*, *Diadromus collaris*), la liberación de avispas autóctonas (*Cotesia plutellae* y *Trichogrammatoidea bactrae*) que acaban con las larvas de la polilla de la col, y la aplicación de plaguicidas biológicos con *Bacillus thuringiensis* (AVRDC, 1993). Las especies introducidas son bastante vulnerables a los plaguicidas, por lo que los agricultores tuvieron que colaborar para adoptar estrategias MIP que redujesen el uso de plaguicidas a fin de permitir que las nuevas especies de insectos depredadores se establecieran. Las ECA se utilizaron como medio para informar a los agricultores sobre los métodos de control biológico y fomentar las acciones colectivas. En el caso de los agricultores implicados en las escuelas de campo, el programa dio lugar a un aumento de la producción y reducciones importantes en el uso de plaguicidas y los costos asociados.

En 1996, el Departamento de Protección Fitosanitaria nacional, con el apoyo del Programa Regional de MIP para Hortalizas de la FAO y el Centro de Biociencia Agrícola Internacional (CABI), implementó un programa similar con ECA en Vietnam (Guan Soon, 1997; Nga y Kumar, 2008). Desde 2000 hasta 2008, con financiación del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), el Centro Internacional de Fisiología y Ecología de los Insectos (ICIPE) trabajó con sistemas nacionales de investigación y divulgación agrícolas de Etiopía, Kenia, Uganda y la República Unida de Tanzania en la implementación de MIP para los

cultivadores de brasicáceas que incluía la cría, la liberación y el control de *Diadegma semiclausum* como agente de control biológico, que se importó del World Vegetable Center en 2001 (Momanyi *et al.*, 2006). Desde 2012 hasta 2016, se llevó a cabo un proyecto de ampliación en Malaui, Mozambique, Ruanda y Zambia. Bonsignore y Vacante (2017) realizaron una revisión general de las experiencias pasadas y más recientes.

La técnica del insecto estéril y el Manejo Integrado de Plagas para zonas extensas

Se trata de una técnica respetuosa con el medioambiente que lleva utilizándose más de 60 años para controlar las plagas de insectos que afectan al ganado y a los cultivos de frutas y hortalizas, además de a los insectos que actúan como vectores de enfermedades. Implica la cría en masa de plagas de insectos voladores concretos y la esterilización de los individuos macho con bajas dosis de radiación. Una vez liberados en las zonas infestadas, los machos estériles se aparean con las hembras silvestres. Si el número de machos estériles es muy superior al de machos silvestres fértiles, la población de moscas silvestres se extingue rápidamente.

Para que esta técnica resulte rentable, la densidad de la población de la plaga en la naturaleza debe haberse reducido ya a un nivel bajo mediante estrategias de MIP aplicadas en la zona, como cebos con insecticida, prácticas de saneamiento de huertos y agentes de control biológico. Estos programas son complejos y se realizan a largo plazo; además, requieren investigación, estudios de viabilidad, medidas reguladoras y estudios piloto de campo antes de ponerse en marcha. Para tener éxito, estos programas exigen un esfuerzo colectivo por parte de los agricultores y las organizaciones de agricultores, las organizaciones nacionales de protección fitosanitaria, las agencias gubernamentales y los sectores público y privado. La FAO y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) han desempeñado un papel fundamental a la hora de apoyar la implementación de estos programas en países de todo el mundo.

Utilizada en combinación con estrategias MIP para zonas extensas, la técnica del insecto estéril ha permitido controlar especies de la familia de las moscas de la fruta (*Tephritidae*); por ejemplo, la técnica se usó en programas destinados a erradicar la mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis capitata*) de México y ciertas partes de Guatemala (1984), el norte de Chile (1995), el sur de Argentina (2004) y la República Dominicana (2017). Como resultado de estos programas, el uso de plaguicidas se ha reducido y los países han superado las barreras

fitosanitarias, pudiendo exportar las frutas a mercados rentables de América del Norte y Asia. En concreto, Chile y México se han convertido en dos de los principales países exportadores de frutas de todo el mundo.

La técnica también se ha usado para erradicar la mosca mediterránea de la fruta en otras regiones, como Australia Occidental. En el valle del río Hex, en Sudáfrica, se ha utilizado para crear una zona reconocida a nivel internacional de baja prevalencia de plagas de mosca de la fruta y ha reducido notablemente los costos de control para los productores de uva, así como el número de productos rechazados por los inspectores fitosanitarios.

Entre las especies de mosca de la fruta que se han controlado con la técnica del insecto estéril también está la mosca mexicana de la fruta (*Anastrepha ludens*), erradicada de California y Texas, en Estados Unidos, y del norte de México, donde también se ha erradicado la mosca de la fruta de las Indias Occidentales (*Anastrepha obliqua*). En Asia y el Pacífico, la técnica se ha empleado como parte de un programa de MIP en zonas extensas para erradicar la mosca del melón (*Bactrocera cucurbitae*) de Okinawa, en Japón, y la mosca de la fruta de Queensland (*Bactrocera tryoni*) de Australia Occidental. En Tailandia, la técnica se ha utilizado con éxito para acabar con la mosca de la fruta oriental (*Bactrocera dorsalis*) y reducir las pérdidas de los productores de fruta.

Esta técnica también puede usarse frente a las plagas de polillas que afectan a la fruta. En México, en 2009 se controló un brote de polilla de cacto (*Cactoblastis cactorum* [Berg]), eliminándose la plaga de las islas situadas frente a la península de Yucatán. En Nueva Zelanda, la técnica se empleó para erradicar la polilla de la manzana pintada de Australia (*Teia anartoides*). En el valle de Okanagan, en la Columbia Británica, la técnica se ha utilizado desde 1994 para eliminar la polilla de la manzana (*Cydia pomonella*) de los cultivos de manzanas y peras, y en Sudáfrica se ha empleado desde 2007 para acabar con la falsa polilla de la manzana (*Thaumatotibia leucotreta*) en cultivos de cítricos.

La técnica también se ha usado para eliminar la mosca de la cebolla (*Delia antiqua* [Meigen]) en los Países Bajos. Las moscas de la cebolla no tienen una gran dispersión, por lo que los productores individuales pueden solicitar la aplicación de la técnica del insecto estéril a empresas privadas (FAO, 2019d; Marec y Vreysen, 2019).

● Cultivos y variedades y acceso a los recursos genéticos

La enorme diversidad genética de las especies y variedades de frutas y hortalizas permite a los pequeños agricultores utilizar cultivos adaptados a sus entornos y mercados concretos. Para alcanzar todo su

potencial, las semillas y el material de propagación utilizados deben ser de alta calidad (homogéneos, libres de enfermedades y con elevadas tasas de germinación y vigor).

Acceso a las semillas y el material de propagación

Independientemente de lo que cultiven, los agricultores obtienen las semillas y el material de propagación a través de sistemas de semillas informales o formales. En los sistemas informales, los agricultores recaban semillas y material de propagación de sus propios cultivos, recogen semillas de los rodales semilleros de su entorno o de árboles de alto rendimiento, comercian con semillas y material de propagación con otros agricultores, o adquieren semillas y material de propagación a comerciantes y productores de semillas locales no regulados, organizaciones no gubernamentales (ONG) o sistemas comunitarios. La FAO ha elaborado y actualizado periódicamente La guía voluntaria para la formulación de políticas nacionales de semillas (<http://www.fao.org/seeds/es/>) y un conjunto de herramientas relacionadas con las semillas de seis módulos con el fin de desarrollar los conocimientos y las aptitudes necesarios para que los agricultores dispongan de semillas y material de propagación de alta calidad de variedades de cultivos bien adaptadas.

En los sistemas formales, los agricultores obtienen las semillas y el material de propagación de variedades claramente indicadas, cuyas características y calidad se han garantizado y certificado a través de un riguroso proceso regulador. En muchos casos, los agricultores acceden a las semillas y el material de propagación a través de distribuidores agrícolas, quienes a su vez tienen acceso a empresas de semillas nacionales o transnacionales. En algunos países, los proveedores de semillas gubernamentales o paraestatales, las universidades agrícolas o las instituciones nacionales e internacionales de investigación agrícola también pueden proporcionar semillas certificadas. En ciertos países de África central y occidental, se ha observado que las cooperativas se han convertido en productoras de semillas registradas y certificadas, y pueden considerarse parte de un sistema de semillas formal. Por lo general, sus carteras incluyen cultivos que no ofrecen las empresas de semillas, y las distintas cooperativas producen semillas de hortalizas autóctonas y tradicionales. Sin embargo, la viabilidad a largo plazo de las cooperativas productoras de semillas no siempre está clara (Access to Seeds Foundation, 2018).

Muchos pequeños agricultores no recurren a un único sistema, sino que utilizan los dos sistemas de forma diferente según sus necesidades y recursos específicos (Sperling y Cooper, 2004). Por tanto, es importante

no priorizar un sistema sobre el otro. Para garantizar que los pequeños agricultores puedan acceder y permitirse la diversidad de cultivos de hortalizas y frutas que necesitan, es necesario reforzar tanto los sistemas de semillas formales como los informales y tratarlos como servicios complementarios (Croft *et al.*, 2018).

En general, las hortalizas son cultivos anuales que crecen a partir de semillas, mientras que las frutas principales son cultivos perennes plantados a partir de material propagado vegetativamente. Por este motivo, las frutas y las hortalizas se consideran por separado.

Cultivos de hortalizas

El porcentaje de semillas de hortalizas obtenido a partir de sistemas formales es mucho mayor que en otros cultivos alimentarios; por ejemplo, en 2013, en África occidental y central, solo el 12% de las granjas de cultivo empleaban semillas certificadas y, en un estudio realizado en nueve países, los sistemas formales suministraban menos del 5% de las semillas utilizadas por los pequeños agricultores para la mayoría de cultivos de cereales y leguminosas, pero en el caso de los cultivos de hortalizas, este porcentaje ascendía al 20% (Djamen, 2016; McGuire y Sperling, 2016). Una encuesta sobre semillas realizada en Sudán determinó que el 90% de las semillas empleadas por los agricultores procedía del sector informal, pero, en el caso de las semillas de hortalizas, dicho porcentaje se quedaba en solo el 53%. El resto de semillas eran variedades importadas (29%) y certificadas localmente (18%). Entre las semillas obtenidas del sector informal se encontraban hortalizas de hoja como la rúcula, el perejil, el hinojo y el yute (*Corchorus olitorius*), además de la remolacha, la calabaza y la guindilla. Las semillas certificadas importadas se emplearon en el caso de la sandía, el melón, las zanahorias y los tomates, mientras que las semillas certificadas localmente se usaron para el quimbombó y la berenjena (Key2Market, 2018).



Berenjena africana
(*Solanum macrocarpon* L.)

Un supuesto común es que las variedades y los cultivos tradicionales se asocian con sistemas informales y que las variedades mejoradas se asocian con sistemas formales (Sperling y Cooper, 2004). En la República Unida de Tanzania, entre el 70 y el 75% de las semillas de hortalizas tradicionales proceden del sector informal (Ellis-Jones *et al.*, citado en FAO e ICRISAT, 2015). Sin embargo, en el caso de las especies exóticas, la mayoría de los agricultores cultivaba variedades certificadas, incluso en el África subsahariana, en parte por los costes relativamente bajos de las semillas (Ellis-Jones *et al.*, citados por Lynam *et al.*, 2010). Una encuesta realizada en Nigeria en el año 2000 determinó que, en el caso del tomate, el quimbombó, el amaranto y el pimiento picante, la mayoría de los agricultores compraba a distribuidores agrícolas semillas de variedades mejoradas producidas por empresas privadas o instituciones

de investigación agrícola nacionales, y que el intercambio de semillas entre agricultores era mínimo (Daniel y Adetumbi, 2004). Esto sugiere la desaparición de las variedades, especies y razas locales autóctonas, y la dependencia de los agricultores de una selección restringida de especies exóticas, lo que afectaría a la soberanía alimentaria.

Aunque algunas NUS de hortalizas se asocian con sistemas de semillas informales, es importante destacar que suelen tener un papel predominante en los mercados locales, a pesar de no ser productos básicos importantes a nivel mundial. Un estudio de mercado realizado en la ciudad de Foumbot, en Camerún, determinó que la hierba mora (*Solanum nigrum*), una verdura autóctona, era comercializada por el mayor porcentaje de los vendedores de hortalizas (26%), seguida por el tomate (25%), y que había más comerciantes que vendían giló (*Solanum gilo*), una variedad autóctona de berenjena, que pimientos verdes, zanahorias y lechuga (Schippers, 2000). En el caso de las hortalizas de hoja africanas, en el oeste de Kenia, el 72% de los productores obtenía las semillas de mercados locales y posteriormente guardaba sus propias semillas si era posible (Abukutsa-Onyango, 2005).

Las NUS, adaptadas a los entornos locales y con una aceptación histórica por parte de los consumidores, se han descrito como “cultivos que ofrecen oportunidades para el desarrollo” (Kahane *et al.*, 2013). Su mayor adopción se vería facilitada por un acceso mejorado a semillas de gran calidad, especialmente en África (Schippers, 2000, Adebooye *et al.*, 2005).

□ **Producción de semillas de hortalizas**

En el caso de los cereales, no existe una distinción botánica entre la semilla y el grano (la parte comestible de la planta es la misma que se usa para cultivar); sin embargo, en el caso de las hortalizas, la parte comestible de la planta es diferente de la semilla utilizada para realizar el cultivo (aunque es posible que la semilla también se coma). Por tanto, la multiplicación de las semillas de hortalizas es un proceso especializado diferente de la producción de alimentos. Esta especialización plantea numerosos desafíos para los pequeños agricultores y los proveedores de semillas informales, y explica en parte por qué la cuota de costo de las semillas de hortalizas es elevada en relación con la de los cereales. Sin embargo, esta demanda de servicios especializados de semillas brinda la oportunidad de desarrollar empresas locales que suministren a los agricultores semillas de alta calidad mediante un sistema de semillas intermedio o semiformal.

Para producir semillas vegetales de variedades puras (que den lugar a una planta con las mismas características deseables que sus progenitores), es necesario conocer el modo de polinización. Muchos



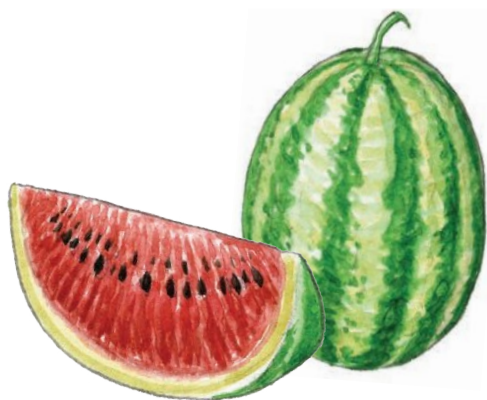
Okra (*Abelmoschus esculentus* L.)

de los principales cultivos de hortalizas (tomates, pimientos verdes y guindillas, berenjenas, judías verdes, alubias de lima, guisantes dulces) se autopolinizan y, por tanto, no necesitan polinizadores (aves, insectos o murciélagos) ni otros agentes (viento, agua) para reproducirse. Sin embargo, si se cultivan en invernaderos, las flores pueden agitarse suavemente a mano o mediante insectos (a menudo, abejorros) para garantizar la polinización. Es probable que las semillas que se obtienen de esos cultivos tengan poca variación genética de una generación a la siguiente, excepto en los casos en los que se utilizan semillas híbridas de primera generación (F1).

Los cultivos de polinización cruzada (brasicáceas, cucurbitáceas) necesitan polinizadores y corren el riesgo de que la planta con las características deseadas reciba polen de plantas de otras variedades. En algunos cultivos (como las zanahorias), la polinización cruzada puede realizarse con variedades de tipo maleza, y las semillas producidas serán genéticamente diferentes de las progenitoras y no puras. Los cultivos de polinización cruzada y los de autopolinización con una polinización cruzada fácil (como el amaranto y la cebolla) deben cultivarse aislados de otras variedades (en ocasiones, hasta a un kilómetro de distancia) o bajo una red protectora para asegurarse de que las semillas producidas sean genéticamente idénticas a sus progenitoras.

Para el procesamiento de semillas, los métodos también variarán en función del tipo de verdura. Las semillas de cultivos de hortalizas de hoja (amaranto, lechuga) y algunas otras hortalizas (quimbombó) pueden procesarse en seco utilizando semillas maduras recogidas de

las plantas (trilla, aventado, limpieza). Las semillas de hortalizas que son frutas botánicas (tomates, cucurbitáceas, berenjenas) deben procesarse en húmedo (separación de la estructura de la fruta, limpieza y secado). Tras el procesamiento, las semillas deben almacenarse adecuadamente en condiciones secas y frías para minimizar la respiración y protegerlas frente a plagas y enfermedades. Esto es fundamental para garantizar su viabilidad y su estado de salud. En los países tropicales con climas cálidos y húmedos, mantener unas condiciones adecuadas de almacenamiento de las semillas puede resultar difícil o costoso, especialmente cuando no se



Sandía
(*Citrullus lanatus*)

dispone de electricidad para el enfriamiento y el secado o esta no es fiable. Además, antes de plantar algunas semillas (como las del tomate), estas deben empaparse en agua o fermentarse, un requisito previo para su germinación.

Las semillas producidas localmente por los agricultores o las comunidades se infectan a menudo por virus, hongos, bacterias e insectos que portan o transmiten las propias semillas, y pueden incluir un grado no deseado de variación genética, lo que reducirá el rendimiento del cultivo y puede llevar a un fracaso total del mismo. Para satisfacer la demanda de semillas de hortalizas de alta calidad, es muy importante que los sistemas informales cuenten con la capacidad técnica necesaria (FAO y AfricaSeeds, 2018). Junto con estos desafíos, los proveedores locales que operan a un nivel semiformal deben lidiar con las dificultades relacionadas con las economías de escala para proporcionar semillas de alta calidad que también sean asequibles.

□ **Sistemas de semillas formales**

El sistema de semillas formal, y en especial las empresas privadas e internacionales, desempeña un papel importante en el suministro de semillas vegetales a los pequeños agricultores, aunque con un menor alcance en África. Las empresas estatales y paraestatales, que se suelen centrar más en los cultivos básicos, continúan operando en algunos países, pero su importancia se ha reducido como consecuencia de la desregulación y la privatización del sector de las semillas a finales de los años noventa. En Asia, donde la demanda de hortalizas frescas por parte de los consumidores es muy alta, se ha producido un crecimiento especialmente importante del sector privado en el mercado de las semillas de hortalizas (Lynam *et al.*, 2010; Spielman y Kennedy, 2016; FAO, 2020b).

En 2019, la Access to Seeds Foundation publicó la segunda edición del *Access to Seeds Index* (Índice de Acceso a las Semillas), que incluyó 62 empresas de semillas internacionales y regionales, de las cuales 28 venden semillas de hortalizas, de Asia meridional y sudoriental, África oriental y meridional y África occidental y central (Access to Seeds Foundation, 2019). Algunas empresas tenían un carácter estatal (Ethiopian Agricultural Business Corporation de Etiopía, Kenya Seed Company de Kenia, National Seeds Corporation de la India, Punjab Seed Corporation de Pakistán y Vinaseed de Vietnam) y una era una gran ONG (BRAC Seed and Agro Enterprise de Bangladés). El Informe resumido del *Access to Seeds Index* de 2019 señala que los pequeños agricultores constituyen una clientela relativamente nueva. Sin embargo, dos empresas internacionales supusieron una excepción: Advanta (la empresa internacional de semillas de United Phosphorus Ltd, una multinacional india centrada en los insumos agrícolas) y East-West Seed (Tailandia). East-West Seed, cuya cartera de semillas se centra en gran medida en las hortalizas, tiene un modelo de negocio basado casi en exclusiva en el suministro de semillas y el apoyo técnico pertinente, como la orientación agronómica para los pequeños agricultores. Por tanto, no es sorprendente que East-West Seed ocupara el lugar más alto

de la clasificación en Asia meridional y sudoriental según el Índice. En África oriental y meridional, la empresa regional de semillas, East African Seed (Kenia), se alzó al primer lugar, y en África occidental y central, este puesto fue ocupado por Value Seeds (Nigeria). En ocasiones, las empresas de semillas incluyen cultivos de hortalizas locales, a los que el Índice se refiere como cultivos NUS, siendo East-West Seed la que más vende con 16 especies; Technisem (France), que cuenta con la mayor cartera de cultivos locales en África occidental y central, comercializa 9; y Limagrain (Francia), cuya clientela está constituida en un 81% por pequeños agricultores, vende siete.

En el caso de los cultivos de hortalizas de polinización cruzada y fructificantes, las empresas internacionales de semillas se centran en la venta de variedades híbridas, que se obtienen mediante la polinización cruzada controlada de dos líneas progenitoras, cada una de ellas con características deseables. Las semillas de variedades híbridas no son puras, por lo que los agricultores no obtienen ningún beneficio al guardarlas. Los híbridos ofrecen a las empresas ingresos reiterados procedentes de las compras anuales y a los pequeños agricultores, mayores rendimientos y otras características deseables, como un aumento de la resistencia al estrés abiótico, las plagas y las enfermedades, así como una maduración temprana y uniforme.

Los cultivos de hortalizas de polinización libre (no híbridos) se mantienen puros durante varias temporadas y, por tanto, permiten a los agricultores ahorrar. Algunas pequeñas empresas de semillas regionales, especialmente en África, ofrecen carteras con una mezcla de variedades híbridas y de polinización libre. Varias empresas internacionales, como Advanta, East-West Seed, Limagrain, Sakata (Japón) y Technisem, ofrecen tanto variedades de polinización libre como híbridas. Muchos de los cultivos de hortalizas locales son variedades de polinización libre (cebollas en África occidental, por ejemplo). Es común que los agricultores utilicen semillas guardadas de variedades de polinización libre antes de adquirir nuevas semillas (Access to Seeds Foundation, 2019).

Los pequeños agricultores no se benefician de las semillas mejoradas adquiridas a través de sistemas formales, y las empresas de semillas no obtienen clientes repetidos a menos que ofrezcan a sus usuarios asesoramiento y ayuda a la hora de adoptar técnicas de gestión agrícola que ofrezcan el aumento prometido en la productividad. La mayoría de las empresas de semillas incluidas en el *Access to Seeds Index* prestan servicios de extensión a sus clientes. Sin embargo, estas actividades de desarrollo de la capacidad se limitan en su mayoría a los mercados primarios de las empresas y, como resultado, los pequeños agricultores de muchos países, especialmente de África occidental y central y Latinoamérica, no reciben ayuda.

La mitad de las empresas de semillas recogidas en el Índice incluyen a los pequeños agricultores en sus actividades de producción de semillas. Corteva Agriscience, que carece de semillas de hortalizas en su cartera, involucra a los pequeños agricultores en todos sus centros de producción de semillas de los países incluidos en el Índice. East-West Seed y Advanta involucran a los pequeños agricultores en la producción de semillas en la mayoría de los países en los que tiene lugar dicha producción.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible reconoce la necesidad de establecer asociaciones entre los sectores público y privado para alcanzar los ODS. El hecho de que Simon Groot, fundador de East-West Seed, fuese galardonado con el Premio Mundial de la Alimentación en 2019 por el compromiso claro de la empresa con la mejora de los medios de vida de los pequeños agricultores es un reconocimiento del importante papel que desempeñan las empresas del sector privado en el apoyo al desarrollo agrícola sostenible.

Cultivos de frutas

Los agricultores que realizan cultivos de frutales perennes no necesitan obtener semillas cada año, pero requieren material de propagación de alta calidad para establecer sus huertos o plantaciones o poblaciones naturales. Al igual que ocurre con las hortalizas, las frutas son diversas, y las limitaciones relacionadas con el acceso de los pequeños agricultores al material de propagación están relacionadas con la forma en la que se reproducen las distintas especies. A este respecto, conviene dividir los cultivos de frutas en dos tipos principales: los cultivos de frutas de plantas leñosas, que incluyen árboles frutales (mango, naranjas, aguacate) y vides frutícolas (uvas, kiwis y bayas), y los cultivos de frutas de plantas herbáceas (plátano, piña y fresas).

□ **Cultivo de frutas de plantas leñosas**

Las frutas procedentes de árboles o vides pueden cultivarse a partir de semillas (si no son una variedad híbrida sin semillas). Sin embargo, los árboles frutales presentan polinización cruzada, por lo que los árboles cultivados a partir de las semillas no producirán frutas con las mismas características uniformes que sus progenitores. Para obtener árboles y vides que produzcan fruta de la calidad deseada, los agricultores orientados al mercado han de tener acceso a plántulas que sean clones genéticos de las plantas progenitoras, producidas a través de la propagación vegetativa o el injerto. Los árboles frutales propagados vegetativamente o injertados proporcionan fruta de alta calidad y pura, y la madurez se alcanza con mayor rapidez que si los árboles se cultivan a partir de semillas.

La propagación vegetativa de los árboles y las vides puede llevarse a cabo mediante diferentes métodos:

- cultivo de esquejes de tallo para que enraícen en el suelo, aplicable únicamente a algunas frutas tropicales como la pitaya o fruta del dragón (*Hylocereus* spp.), la chumbera (*Opuntia* spp.) y las spondias (*Spondia* spp.);
- el acodo al aire implica el desarrollo de raíces en un tallo aún conectado a la planta progenitora antes de su corte y plantación, lo cual es aplicable a frutas tropicales como las guayabas, los lichis y el longan; y
- el injerto consiste en empalmar púas con patrones robustos, y puede aplicarse a las principales especies de árboles frutales de climas templados, tropicales y semitropicales (Wasielewski y Balerd, 2019).

La propagación vegetativa de los árboles frutales es un proceso delicado y especializado intensivo tanto en términos de mano de obra como de conocimientos. Los pequeños agricultores orientados al mercado que deseen iniciar un proyecto de varias décadas de duración para integrar los árboles frutales en su sistema de producción o mejorar o diversificar su producción de fruta actual deben asegurarse de contar con material de propagación libre de enfermedades certificado. En general, este material solo puede obtenerse a través de viveros comerciales o, en ciertos países, mediante viveros de administración estatal. En muchos países del África subsahariana, el número de viveros capaces de producir plántulas de árboles frutales de alta calidad es limitado. En relación con otros cultivos, los sistemas informales tienen un papel considerablemente menor en el suministro de material de propagación para el cultivo de árboles frutales a los pequeños agricultores.

□ **Cultivo de frutas de plantas herbáceas**

Tradicionalmente, el plátano y la piña, los principales cultivos de frutas de plantas herbáceas tropicales, se multiplican por desarraigo de los chupones, desarrollándose la rama lateral a partir de la planta progenitora. En el caso de la piña, la copa también puede usarse como material de plantación. Los productores de plátanos a gran escala que se centran en un solo tipo de fruta (como la Cavendish, la variedad más exportada) y los institutos de investigación pueden producir millones de plántulas de cultivo tisular sin plagas y de alta calidad mediante cultivo *in vitro*. Aunque la Cavendish representa casi la mitad de la producción mundial de plátanos, en todo el mundo se cultivan más de 1 000 variedades. En África, el tercer mayor productor regional, entre el 70 y el 80% de la producción corresponde a variedades locales (OCDE y FAO, 2020).

Los pequeños productores de plátanos dependen en gran medida de los sistemas informales para obtener chupones y criar diversos cultivares. En un estudio realizado en el distrito de Mukono, en Uganda Central, se observó que los productores de plátanos criaban 10 cultivares de plátano diferentes, conociendo otros 40 (Kilwinger *et al.*, 2019). Esta diversidad garantiza la recolección anual y refleja los diferentes usos de los cultivares de plátano: para cocinar, elaborar postres, asar y fermentar. Otras partes de la planta se emplean para el forraje, el envasado, la elaboración de mantillo o la obtención de fibras, y la flor masculina se consume como verdura. Los agricultores obtenían la mayor parte (casi el 60%) del material de propagación de sus propias explotaciones, además de amigos, familiares y vecinos, y solo el 5% se suministraba a través de los servicios nacionales de asesoramiento agrícola y el programa de extensión gubernamental. Los agricultores preferían obtener los chupones de las plantas de su propia explotación porque estaban familiarizados con sus propiedades y su rendimiento. El abastecimiento de material de propagación a través de sistemas de semillas informales presenta el riesgo de propagación de plagas y enfermedades y es necesario desarrollar nuevas técnicas.

● Mejoramiento genético

El desarrollo y la selección de nuevas variedades con características mejoradas (contenido nutricional, sabor, forma, color, tiempos de cocción, eliminación de compuestos antinutricionales, alto rendimiento, resistencia a las plagas, enfermedades, fluctuaciones de temperatura y agua, salinidad e idoneidad para el transporte, almacenamiento o procesamiento) es de vital importancia para proporcionar a los pequeños agricultores opciones adecuadas a sus entornos y mercados.

Históricamente, los agricultores, mediante la cuidadosa selección de plantas adaptadas a sus necesidades ambientales y de cultivo particulares, han ayudado al desarrollo de la gran diversidad de frutas y hortalizas que existe en la actualidad. En el último siglo, la mejora vegetal formal se ha vuelto cada vez más sofisticada y tiene costos fijos notablemente altos en campos, equipos y conocimientos científicos. El desarrollo de una variedad mejorada puede llevar entre 5 y 20 años de investigación, y el proceso de registro de una variedad en un país o una región también puede requerir unos cuantos años e inversiones importantes. En general, solo las grandes empresas privadas o las entidades públicas subvencionadas pueden costear dichos gastos (Minot *et al.*, 2007). Sin embargo, en Asia, algunas pequeñas empresas han comenzado a desarrollar sus propias variedades vegetales (Schreinemachers *et al.*, 2017a). Los países que carecen de programas de mejora vegetal maduros o de una industria semillera viable deben recurrir a las semillas importadas, que no siempre incluyen variedades

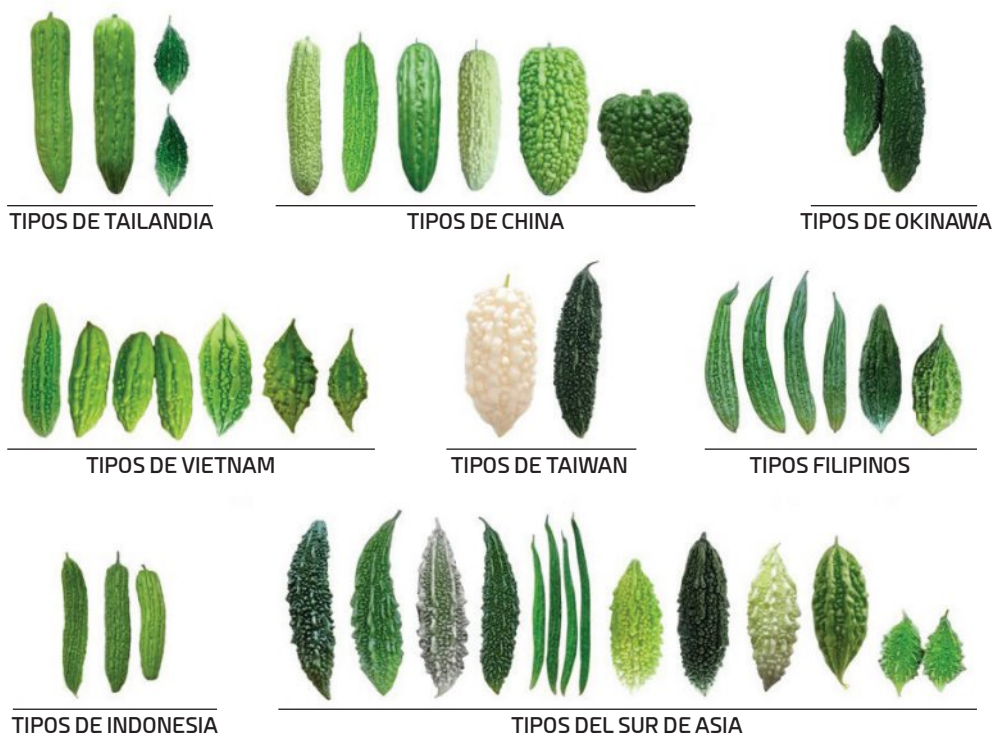
adaptadas a las condiciones y los mercados locales (los países de Asia meridional importan semillas de repollo, Nueva Zelanda exporta semillas de zanahoria).

Hortalizas

El *Access to Seeds Index* de 2019 determinó que en el sur y el sudeste de Asia, las carteras de todas las empresas regionales incluían hortalizas, y todas las compañías, excepto dos de carácter estatal, tenían programas de mejora vegetal. Sin embargo, tanto en África oriental y meridional como en África occidental y central, las actividades de mejora vegetal se limitaban en gran medida al maíz, prestándose muy poca atención a las hortalizas. Debido a los efectos de los desastres y el cambio climático, la mejora vegetal destinada a incrementar la tolerancia al estrés abiótico y la resistencia a las plagas y enfermedades se considera una prioridad. Aunque se han realizado mejoras vegetales destinadas a mejorar el contenido de provitamina A de algunos cultivos básicos (batata de carne anaranjada, yuca amarilla y maíz amarillo), la mejora vegetal dirigida a mejorar los valores nutricionales continúa teniendo una prioridad baja en este tipo de programas (Access to Seeds Foundation, 2019).

Las carteras de semillas de las principales empresas de semillas del mundo se han visto notablemente influidas por el trabajo realizado por los institutos de investigación nacionales e internacionales y, en el caso de las variedades de hortalizas, el World Vegetable Center ha hecho contribuciones fundamentales. Si se toma como base la información sobre la obtención de variedades por parte de las empresas, tres cuartas partes de las variedades del mercado fueron desarrolladas por institutos de investigación agrícola nacionales e internacionales. En el caso de las empresas regionales, el porcentaje ascendió al 80%; en el caso de las empresas internacionales, fue del 50%. Las empresas estatales venden casi exclusivamente variedades desarrolladas por su sistema de investigación agrícola nacional, aunque a escala limitada.

Estas cifras muestran el papel fundamental de las asociaciones entre los organismos públicos y las empresas privadas en el desarrollo de nuevas variedades de hortalizas y su suministro a los agricultores. En 2017, el World Vegetable Center y la Asia and Pacific Seed Association (APSA; en español, Asociación de Semillas de Asia y el Pacífico) establecieron de manera conjunta el consorcio APSA-WorldVeg Vegetable Breeding Consortium con el fin de fortalecer aún más estas asociaciones. En 2018, el World Vegetable Center y la African Seed Trade Association (AFSTA; en español, Asociación Africana del Comercio de Semillas) se unieron para formar el Africa Vegetable Breeding Consortium (AVBC). El programa de mejora de cucurbitáceas del World Vegetable Center se ha mostrado como especialmente

CUADRO 7. Programa de mejora de cucurbitáceas del World Vegetable Center y asociaciones con el sector privado. Fuente: Dhillon et al. (2016; 2020a,b)


El programa internacional de mejora de cucurbitáceas del World Vegetable Center se centra en cuatro especies: melón amargo (*Momordica charantia*), calabaza moscada (*Cucurbita moschata*), estropajo de Cuba (*Luffa acutangula*) y planta esponja (*Luffa cylindrica* syn. *L. aegyptiaca*). Este programa tiene su base en Tailandia y reconoce que los cultivos de cucurbitáceas contribuyen de manera importante a la seguridad alimentaria y nutricional mundial y que son económicamente importantes para los pequeños agricultores, que representan el 83% de la producción global de cucurbitáceas en Asia.

Teniendo en cuenta el melón amargo, existen diversas formas, tipos de espinas, colores, sabores y características de cocción que se buscan en los diferentes mercados.

Aunque la industria privada de las semillas ha desarrollado variedades mejoradas, el reciclaje repetido de las líneas derivadas de los híbridos de élite ha reducido la base genética y las ganancias genéticas en términos de rendimiento y otras características clave. Lo que se requiere es un esfuerzo concertado para introducir nueva variabilidad genética en los híbridos de élite.

El World Vegetable Center desarrolló un consorcio de mejora vegetal con diversas empresas de semillas para facilitar el acceso a las nuevas líneas de mejora del centro derivadas de razas locales no explotadas hasta el momento con el fin de desarrollar cultivares de cucurbitáceas mejorados y genéticamente diversos con mayores rendimientos y una resistencia superior a las principales enfermedades.

Los miembros del sector privado de las semillas se involucraron en la mejora vegetal, el desarrollo de productos, las ventas y la comercialización de líneas seleccionadas e híbridos de F1 en función de su rendimiento y sus características, demostrados en visitas de campo anuales.

En el caso del World Vegetable Center, el beneficio es el soporte financiero continuo, y para las diferentes empresas de semillas, obtener líneas con características mejoradas que puedan incorporarse a programas de mejora vegetal para un posible registro varietal y la producción y distribución masivas de las semillas (protegidas por rigurosas garantías de calidad).

El beneficio para los pequeños agricultores es el acceso a semillas asequibles de variedades mejoradas.

CUADRO 8. Frutas y hortalizas en el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Fuente: *Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura* (<http://www.fao.org/plant-treaty/es/>)

El Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura se adoptó en la 31.ª sesión de la Conferencia de la FAO, celebrada en 2001. Los objetivos del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura son la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados

de su uso en armonía con el Convenio sobre la Diversidad Biológica, para una agricultura y una seguridad alimentaria sostenibles. El tratado estableció el Sistema Multilateral (<http://www.fao.org/plant-treaty/areas-of-work/the-multilateral-system/the-smta/en/>) de acceso y distribución de beneficios que coloca a 64 de los cultivos más importantes a nivel mundial en un conjunto global de recursos genéticos fácilmente accesible y disponible de forma gratuita para los posibles usuarios

de los países que han ratificado el Tratado para la investigación, la mejora vegetal y la formación relacionadas con los alimentos y la agricultura según el Acuerdo normalizado de transferencia de material.

Las frutas y verduras incluidas en el Anexo 1 del Tratado son las siguientes:

- Verduras: espárrago, remolacha, brasicáceas, zanahoria, berenjena;
- Frutas: manzana, plátano, árbol del pan, cítricos, fresa.

innovador a la hora de buscar el apoyo de las empresas privadas de semillas en beneficio de los pequeños agricultores (**Cuadro 7**). Varias empresas internacionales de semillas de hortalizas también se han unido para crear la International Licensing Platform (Plataforma Internacional de Concesión de Licencias), que garantiza que las empresas tengan acceso al germoplasma vegetal en condiciones razonables para la mejora vegetal.

Los fitomejoradores, tanto públicos como privados, reconocen la necesidad de desarrollar características apropiadas en sus variedades mediante la cooperación con los pequeños agricultores. Esto puede lograrse mediante la selección participativa de variedades, como se hizo, por ejemplo, con las hortalizas africanas en Malí (Diouf, Gueye y Samb, 2017). Este proceso se considera especialmente importante en zonas que carecen de tierras agrícolas de primera calidad y para los cultivos más locales (Weltzien *et al.*, 1999). Una revisión de las publicaciones sobre mejora vegetal participativa determinó que pocas se centraban en las hortalizas (Ceccarelli y Grando, 2020). Para ver un ejemplo de mejora vegetal participativa del tomate en España, se puede consultar en Casals *et al.* (2019).

Una vez que se desarrollan nuevas líneas mejoradas, su disponibilidad puede estar limitada a las empresas públicas o privadas que han invertido en su creación, o al país de origen, por las regulaciones globales del Convenio sobre la Diversidad Biológica o las normativas nacionales, en función de si los gobiernos han ratificado y cumplido el Protocolo de Nagoya. Aunque se estableció un Tratado Internacional

para facilitar la accesibilidad de varios cultivos reconocidos como de importancia crítica para la agricultura en el mundo en desarrollo, el número de especies de frutas y hortalizas es limitado, y los esfuerzos para aumentar este número apoyarían el desarrollo global del sector (**Cuadro 8**).

Fruta

Dado el tiempo que necesitan los árboles frutales para alcanzar la madurez, el proceso de mejora vegetal para obtener variedades más adaptadas de estas especies es mucho más lento que en el caso de los cultivos de hortalizas. Solo los principales cultivos de frutas tropicales (aguacate, plátano, cítricos, mango, papaya, piña) y los melones y las sandías, disponen de actividades de mejora vegetal importantes, impulsadas por las demandas de los grandes productores y los mercados comerciales internacionales.

● Conservación

La conservación de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura permite mantener la diversidad genética entre las especies de plantas y dentro de ellas. Entre las estrategias de conservación se encuentran la protección de recursos como las especies silvestres afines a las plantas cultivadas (CWR) *in situ* (en su hábitat natural); el manejo de diversos cultivos y sus variedades en las explotaciones agrícolas (incluidas las variedades de los agricultores, las razas locales y las especies marginadas e infrautilizadas); y la conservación de muestras (entradas) *ex situ* en bancos de genes (FAO, 2017b). Gran parte de esta diversidad de plantas es importante para el cultivo y la mejora de variedades de cultivos bien adaptadas a diversas condiciones ambientales o que se adecúen a las preferencias de los consumidores.

El mejoramiento vegetal de variedades de frutas y hortalizas de alta calidad y bien adaptadas, así como su adopción por parte de los pequeños agricultores, son requisitos previos para que los sistemas de producción sean sostenibles e inclusivos. El material genético de las variedades locales y sus variedades silvestres afines tiene una importancia fundamental para el desarrollo de variedades mejoradas, como los tomates. Prácticamente todos los genes de resistencia a enfermedades importantes se han obtenido de variedades silvestres afines (Ebert y Schafleitner, 2015). Por tanto, la mejora vegetal de variedades de frutas y hortalizas debe ir acompañada de la conservación y la caracterización de su diversidad genética, en combinación con la de sus variedades silvestres afines.

Conservación *in situ*

La conservación de los recursos genéticos *in situ* implica la localización, la descripción del estado de conservación, y la gestión y la monitorización activas de las poblaciones de plantas silvestres seleccionadas en sus hábitats naturales. Un gran número de poblaciones de CWR corren un riesgo considerable debido a factores como la pérdida o la fragmentación del hábitat, los cambios en el uso de la tierra y los desastres y el cambio climático. Lamentablemente, a pesar del creciente interés público, político y científico en la conservación de los recursos fitogenéticos, muchos países van rezagados en la protección de las CWR, especialmente en sus entornos naturales (FAO, 2017c).

Gestión de las explotaciones agrícolas

Una parte importante de la diversidad de los cultivos se mantiene únicamente en los campos de los agricultores, los huertos o los jardines familiares (FAO, 2019c). Muchos agricultores siguen cultivando variedades y razas locales debido a las preferencias agronómicas, culinarias o de calidad, además de valores culturales de importancia local.

Esta gestión continua de la diversidad en las explotaciones agrícolas da lugar a la exposición a diferentes regímenes de producción, entornos, selecciones de los agricultores y sistemas de intercambio de semillas, contribuyendo a su evolución y adaptación continuas (Jarvis *et al.*, 2000). Desafortunadamente, la diversidad de cultivos gestionada en las explotaciones agrícolas también se ve amenazada por la invasión urbana de las tierras agrícolas, el uso insostenible de los recursos naturales, la introducción de especies exóticas invasoras y el cambio climático, así como la ausencia o la aplicación de legislaciones y políticas inadecuadas y la promoción de variedades genéticamente uniformes en sustitución de las variedades locales y los cambios en los patrones de consumo humano (Dhillon *et al.*, 2016, 2020a,b; FAO, 2019c). Los esfuerzos en esta materia requieren, y crean, oportunidades de colaboración entre los agricultores, los obtentores y las organizaciones que trabajan en la conservación de los recursos genéticos. En Sthapit *et al.* (2012) se puede ver un ejemplo de conservación basada en la comunidad y uso sostenible de la diversidad de árboles frutales tropicales cultivados.

Conservación *ex situ*

La conservación de los recursos fitogenéticos *ex situ* en bancos de genes protege un gran e importante número de recursos fundamentales para la seguridad alimentaria actual y futura. La conservación en bancos

de genes y otros centros incluye el almacenamiento de semillas en bancos de genes de semillas y la preservación de especies que producen semillas no ortodoxas o se propagan clonalmente como plantas vivas en bancos de genes sobre el terreno o como plántulas mediante cultivo *in vitro* o crioconservación (FAO, 2014a). La conservación *ex situ* consiste en la adquisición, el almacenamiento, la regeneración, la caracterización, la evaluación, la duplicación segura y la documentación de las entradas.

Es crucial proporcionar unas condiciones de almacenamiento o mantenimiento adecuadas para el material genético ya recopilado. Esto es posible a través de la aplicación de normas y procedimientos que garanticen su supervivencia y disponibilidad continuas (FAO, 2014a). Los bancos de genes de todo el mundo alojan colecciones *ex situ* de una amplia diversidad de cultivos, incluidas CWR, con el objetivo general de conservarlos a largo plazo y mejorar la accesibilidad del germoplasma vegetal a los obtentores, los investigadores y otros usuarios. El germoplasma de las especies de cultivos y sus variedades silvestres se conserva en más de 700 bancos de genes en todo el mundo, con aproximadamente 5,4 millones de entradas mantenidas en condiciones a medio y largo plazo (FAO, 2020a). Sin embargo, muchas colecciones *ex situ* siguen siendo vulnerables y están expuestas a desastres provocados por amenazas naturales y de origen antrópico, como disturbios civiles, así como la falta de financiación o el mal manejo.

Conservación de los recursos genéticos de las hortalizas

A nivel mundial, cerca de 1 millón de entradas de cultivos utilizados al menos parcialmente como hortalizas se conservan *ex situ*. En el caso de los cultivos que se utilizan exclusivamente como hortalizas, existen unas 500 000 entradas que representan el 7% de los 7,4 millones de entradas de recursos fitogenéticos que se mantienen *ex situ* (Ebert, 2013). Entre los productos vegetales, el tomate, el pimiento, el melón y el cantalupo, las brasicáceas, las cucurbitáceas, los *Allium*, el quimbombó y la berenjena cuentan con una buena representación en las colecciones *ex situ* a nivel mundial, con un número de entradas por grupo que oscila entre las 22 000 y las 84 000.

El WorldVeg Genebank (<https://avrdc.org/our-work/managing-germplasm/>) mantiene la mayor colección pública de germoplasma vegetal del mundo, con más de 65 000 entradas de más de 450 especies procedentes de más de 150 países. La colección incluye el WorldVeg Genebank de Arusha (República Unida de Tanzania), que conserva unas 2 400 entradas de 35 hortalizas tradicionales africanas. El WorldVegetable Center colabora en la recogida y la conservación de germoplasma vegetal con socios nacionales que mantienen colecciones duplicadas.

CUADRO 9. Recogida de germoplasma de plátano a nivel mundial.


La mayor colección de germoplasma de plátano del mundo se mantiene en el Centro Internacional de Tránsito de Germoplasma de *Musa* (ITC) de la Universidad Católica de Lovaina, en Bélgica. El germoplasma conservado, que incluye más de 1 500 entradas de especies de plátano comestibles

y silvestres, forma parte del Sistema Multilateral de Acceso y Distribución de Beneficios del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Las entradas se conservan *in vitro* en condiciones de crecimiento lento a 16 °C, y las muestras también se congelan a -196 °C mediante

crioconservación. La colección crioconservada está duplicada en el *Institut de recherche et de développement* (IRD) de Montpellier, Francia. Para obtener más información sobre la conservación a largo plazo y el uso de los recursos genéticos de *Musa*, visite <http://www.musanet.org/>

Desde 2013, también se han distribuido 183 000 muestras de semillas de entradas y líneas de mejora de polinización libre prometedoras de hortalizas africanas tradicionales entre los agricultores de África oriental (Stoilova *et al.*, 2019).

La conservación *ex situ* de los recursos genéticos de las hortalizas en bancos de genes o jardines botánicos saca a las especies de su contexto ecológico y evolutivo natural, lo que conduce a una “conservación ‘estática’ en la que el potencial evolutivo y adaptativo está congelado” (Galluzzi *et al.*, 2010). La conservación *in situ* de los recursos genéticos de las hortalizas (la gestión de la diversidad genética y las razas locales en las explotaciones agrícolas y los huertos familiares) también es fundamental, y la mejor estrategia es disponer de ambas (Galluzzi *et al.*, 2010; FAO, 2019c).

Conservación de los recursos genéticos de las frutas

La conservación de los recursos genéticos de las frutas arbóreas (y de algunas hortalizas perennes) resulta especialmente complicada, ya que estas especies tienen semillas recalcitrantes que no pueden secarse y almacenarse en condiciones de frío y, por tanto, no sobrevivirán en bancos de genes. Esto hace que sea fundamental encontrar soluciones para su conservación en las explotaciones agrícolas e *in situ*. Los esfuerzos en esta materia requerirán, y crearán, oportunidades de colaboración entre los agricultores, los obtentores y las organizaciones que trabajan en la conservación de los recursos genéticos. En Sthapit *et al.* (2012) se puede ver un ejemplo de conservación basada en la comunidad y uso sostenible de la diversidad de árboles frutales tropicales cultivados y silvestres.

● Sistemas de cultivos protegidos

Los cultivos protegidos incluyen diferentes tipos de estructuras, que proporcionan un microclima parcial o totalmente modificado alrededor de las plantas, lo que las protege frente a condiciones climáticas adversas y amplía la temporada de cultivo o permite la producción fuera de temporada.

El cultivo de hortalizas en invernaderos y con mallas es habitual entre muchos grandes productores comerciales (véase la sección sobre salud de las plantas para obtener más información sobre el uso de mallas como técnica de protección de los cultivos). En algunos países de clima templado, las uvas se cultivan en estructuras protectoras, y el cultivo de plátanos y papayas en invernaderos es cada vez más popular en lugares que carecen de las condiciones ideales para el cultivo. Sin embargo, en general, los árboles frutales rara vez se cultivan protegidos, algo que resulta más común entre las hortalizas.

En algunos casos, es complicado discernir las gradaciones entre el cultivo en campo abierto y los cultivos protegidos. Por ejemplo, técnicamente, el uso de “mulch” se considera una técnica de cultivo protegido. La agricultura protegida también incluye materiales o estructuras como túneles bajos que se colocan sobre los surcos, protecciones altas que se colocan sobre todo el cultivo para proteger las plantas frente a la luz solar intensa (mallas para sombra), los insectos (mallas contra insectos), el granizo (mallas contra granizo) o las lluvias intensas (refugios de lluvia), así como cámaras de injerto, que proporcionan entornos oscuros con una humedad elevada para mejorar la adhesión entre el patrón y el brote.

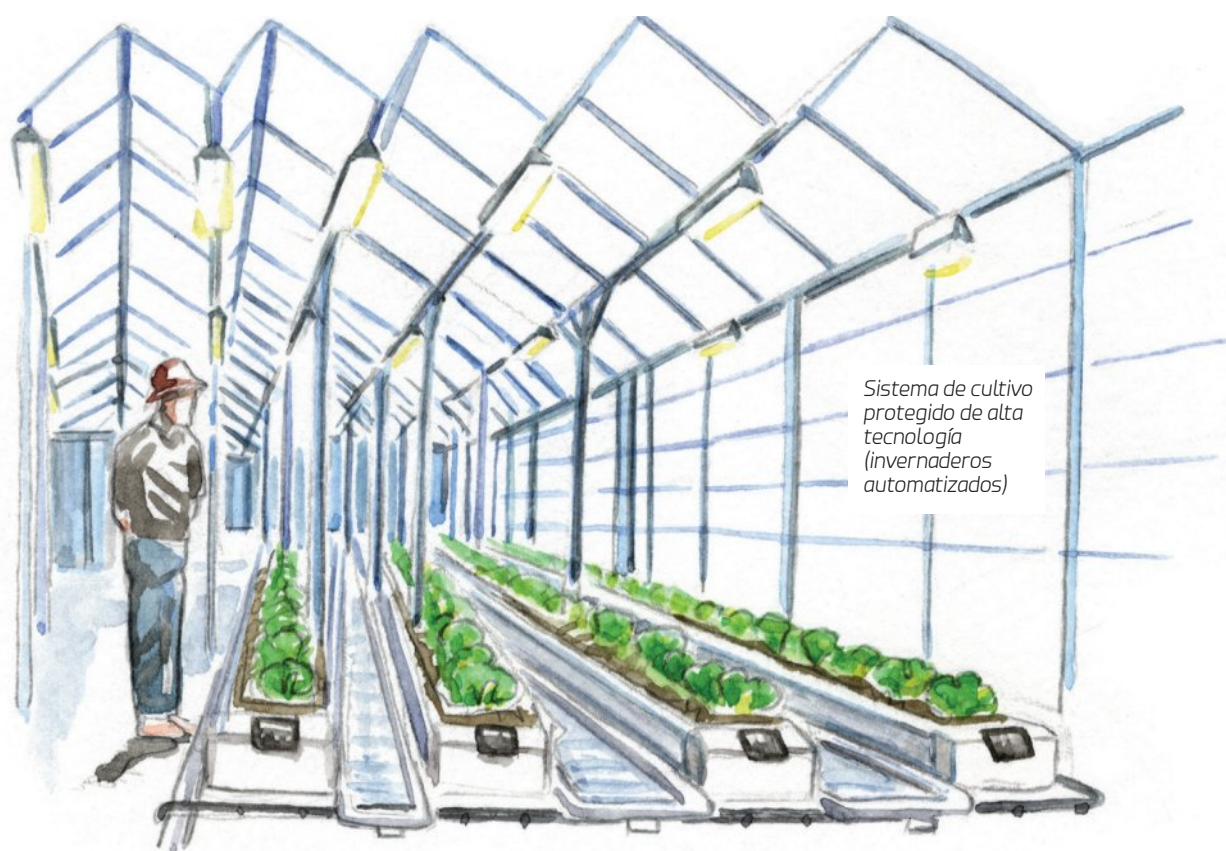


Sistema de cultivo protegido de baja tecnología (túneles de plástico)

Los sistemas de cultivos protegidos resultan ventajosos. En los países tropicales, donde las temperaturas y la humedad elevadas crean condiciones favorables para muchas plagas y enfermedades, el cultivo protegido se emplea para reducir los problemas de plagas y enfermedades. El cultivo protegido en los trópicos también protege a los cultivos frente al viento, la sequía, las inundaciones y los daños físicos ocasionados por las lluvias fuertes (FAO, 1999). En climas más fríos, el cultivo protegido permite a los agricultores ampliar la temporada de cultivo e incrementar el número de cosechas anuales y, en ocasiones, lograr una producción durante todo el año. Esto proporciona a los agricultores la oportunidad de satisfacer la demanda de los consumidores de productos frescos fuera de temporada y obtener precios más altos en el mercado. Otras ventajas del cultivo protegido son los incrementos en el rendimiento, la calidad y la seguridad de los alimentos, aunque sigue siendo necesario respetar los principios agronómicos, como la rotación o la diversificación de los cultivos, para evitar la acumulación de plagas y enfermedades.

En todo el mundo, el cambio climático está provocando mayores variaciones estacionales de temperatura y precipitaciones, y los fenómenos meteorológicos extremos están aumentando su frecuencia e intensidad. Esto hace que los agricultores tengan más dificultades para planificar sus programas de cultivo e incrementa el riesgo de pérdida de producción y calidad. El cultivo protegido puede ayudar a los agricultores a adaptarse a estos efectos, realizando al mismo tiempo un uso más eficiente de la tierra, el agua y los nutrientes.

Recientemente, la agricultura vertical ha ganado interés en lugares como los centros de las ciudades, donde el acceso a la tierra es limitado. La agricultura vertical constituye una expresión amplia que incluye estructuras abiertas que utilizan espacios verticales comunes, como las pamallas o los tejados, así como estructuras agrícolas interiores de alta tecnología con un control climático completo. La agricultura vertical



maximiza el uso del espacio limitado incrementando la producción hacia arriba. En las ciudades de algunos países de rentas altas y medias-altas, los centros de producción de plantas y las granjas verticales suministran hortalizas a los consumidores urbanos.

Sea cual sea el nivel tecnológico, el cultivo de frutas y hortalizas en invernaderos implica el uso de prácticas y tecnologías muy diferentes para la gestión de los recursos hídricos, la protección de las plantas frente a las plagas y las enfermedades, y la conservación de la salud del suelo y las especies y variedades de cultivos. Cabe señalar que los productores pueden combinar el cultivo de campo con el cultivo protegido; por ejemplo, cuando se crían plántulas y otro material de propagación en viveros protegidos antes de trasplantarlos a campos abiertos.

La FAO ha facilitado a las mallas técnicas aprovechar la experiencia e intercambiar conocimientos sobre cultivos protegidos en zonas con clima mediterráneo y en los países de Europa sudoriental. Esta cooperación regional se ha traducido en la recopilación y la publicación de dos documentos técnicos sobre buenas prácticas agrícolas para la producción de hortalizas en invernaderos en estas regiones (FAO, 2013c; FAO, 2017d).

Manejo del clima

Cuando plantan en cultivo protegido, los agricultores tratan de crear y mantener un microclima estable dentro de la estructura que proporcione a las plantas las condiciones ideales para su crecimiento. Sin embargo, no hay un solo tipo o diseño de invernadero que ofrezca resultados óptimos para el crecimiento de las plantas en todos los entornos. La selección de la ubicación del invernadero, así como su tipo y diseño, dependerán de las condiciones climáticas locales, además de los medios financieros del agricultor. Asimismo, la mayor producción de cultivo y la mejora de la calidad del mismo no se obtendrán automáticamente, sino que dependerán de los conocimientos y las habilidades del agricultor.

Las estructuras con mallas se utilizan a menudo en climas cálidos o zonas con bajas precipitaciones. Pueden servir para distintos propósitos, aunque se utilizan principalmente para proteger los cultivos de las plagas de insectos. Se puede emplear una estructura sencilla con un techo de red alto (o películas de polietileno) para proteger la planta frente a los daños causados por las lluvias intensas. Las estructuras con mallas también pueden usarse para ajustar las temperaturas alrededor del cultivo. En los meses de verano, las mallas pueden ayudar a reducir el estrés térmico proporcionando sombra, mientras que en invierno permiten aumentar las temperaturas para mejorar el crecimiento. Al cambiar la temporada, se pueden añadir, retirar o abrir las mallas laterales según sea necesario para regular la temperatura y la circulación del aire. Esto puede hacerse cuando la estructura usa una combinación de películas de plástico y mallas. Con el cambio de temporada, las películas de plástico de los laterales se abren o retiran para aumentar la ventilación. En general, no se recomienda retirar o abrir las mallas, ya que en tal caso no se podrán controlar las plagas de insectos y los vectores de enfermedades.

Las mallas también protegen los cultivos frente a la radiación UV excesiva y, dependiendo del tipo y el color del plástico o las mallas que se utilicen, pueden crear una luz más difusa, lo que favorece el crecimiento de las plantas. En los climas cálidos, las estructuras con mallas resultan especialmente adecuadas para los viveros comerciales o situados en las explotaciones agrícolas, en los que protegen las delicadas plántulas de las frutas y hortalizas del calor excesivo y las lluvias intensas.

Los invernaderos suelen utilizarse en mayor medida en los climas fríos (como en regiones templadas y a altitudes elevadas) para aumentar las temperaturas y ampliar las temporadas de cultivo de algunas variedades. En todas las estructuras de agricultura protegida, pero especialmente en el caso de los invernaderos, es fundamental disponer de una ventilación adecuada para evitar que la temperatura y la humedad se vuelvan excesivas, de modo que no se promueva la infección de enfermedades fúngicas como *Botrytis* o el oídio.

En los países de rentas altas templados (como los Países Bajos), los invernaderos están equipados con la última tecnología para controlar y regular de forma precisa la temperatura, la humedad, la radiación y el dióxido de carbono, además de otros insumos como el agua y los nutrientes; y para llevar a cabo un control biológico que evite el uso de plaguicidas químicos. Esto garantiza una producción intensiva durante todo el año. Este nivel de tecnología está fuera del alcance de los pequeños agricultores de países de rentas bajas y medias. Sin embargo, en los climas más fríos, los pequeños agricultores disponen de algunas opciones de baja tecnología para calentar los invernaderos. Por ejemplo, estos pueden construirse junto a la residencia del agricultor y compartir la calefacción que se utiliza para la casa. Otro ejemplo es el invernadero solar pasivo chino. Normalmente consta de tres paredes de ladrillo o arcilla, estando orientado el cuarto lado hacia el sur. Este lado tiene un material transparente (normalmente una lámina de plástico) que permite que la luz del sol entre en el invernadero. El calor que se acumula en las paredes durante el día se libera por la noche, permitiendo el cultivo en climas fríos. En los climas tropicales, mantener las temperaturas y la humedad en niveles óptimos en los invernaderos y las estructuras de redes sin utilizar una refrigeración o ventilación mecánica (forzada) de elevado costo puede suponer todo un desafío. En las zonas tropicales de elevada altitud se pueden añadir respiraderos en el techo del invernadero y situar la estructura en una zona de paso de las brisas dominantes para crear una ventilación natural (no forzada).

Manejo del agua

Las estructuras de mallas permiten que la lluvia llegue a las plantas, algo que no ocurre en el caso de los invernaderos. Los invernaderos y las estructuras de mallas pueden estar equipados con canaletas destinados a recoger el agua de la lluvia y almacenarla en depósitos, lo que reducirá la necesidad de extraer agua dulce para el riego. La ventaja de los invernaderos es que el agua que transpiran las plantas se condensa en las superficies interiores de estos y vuelve a estar a disposición de los cultivos, al contrario que ocurre en los campos abiertos, donde el agua transpirada por los cultivos se pierde. Al proteger los cultivos del calor generado por la luz solar, las estructuras de mallas pueden reducir la demanda de agua.

Es necesario conocer los requisitos hídricos de los cultivos y compararlos con la disponibilidad de agua para poder determinar las zonas más adecuadas, los cultivos más aptos y las técnicas de riego ideales para los sistemas de cultivos protegidos. En general, debido a la demanda de agua de los cultivos de hortalizas y el costo de invertir en estructuras protegidas, es preferible utilizar sistemas de riego por goteo, incluyendo fertirriego, en lugar de el riego de surcos y manual,

que rara vez se practican en los invernaderos. Los agricultores que cultivan hortalizas en invernaderos tienen la motivación añadida de regar adecuadamente, ya que el riego excesivo puede incrementar la humedad y el riesgo de aparición de enfermedades fúngicas y bacterianas.

Las tecnologías aplicadas en los invernaderos ofrecen la posibilidad de cultivar hortalizas de formas que optimicen notablemente el consumo de agua utilizando cultivos sin suelo. Existen diferentes técnicas para el cultivo sin suelo. En los sistemas hidropónicos, por ejemplo, las plantas se cultivan en recipientes con soluciones hidropónicas suministradas mediante tuberías. Se mantienen artificialmente sin sustrato, y las raíces se suspenden por debajo del mismo. La solución hidropónica contiene perfiles nutricionales adaptados al tipo de cultivo y su etapa de desarrollo. La hidroponía es hasta un 90% más eficiente en términos hídricos que el cultivo en campo abierto (Sharma *et al.*, 2019).

Las plantas pueden cultivarse en estructuras verticales que pueden estar o no protegidas (en estantes, tubos, etc.) para maximizar el uso de las tierras escasas, especialmente en ciudades, zonas propensas a la sequía o lugares en los que el suelo se ha empobrecido o está infestado por patógenos transmitidos por el suelo. Como pueden ubicarse casi en cualquier lugar, los invernaderos hidropónicos pueden producir alimentos más cerca de los mercados y los consumidores, lo que permite reducir los costos asociados al transporte y la pérdida de alimentos. Es fundamental utilizar agua limpia o instalar un sistema de desinfección/esterilización, ya que los patógenos de transmisión hídrica, como los hongos y las bacterias, pueden propagarse con rapidez destruyendo toda la cosecha.

Salud del suelo

Los cultivos pueden plantarse en el suelo mediante cultivo protegido, y las opciones para mantener la salud del suelo y proporcionar nutrientes a las plantas son similares a las descritas anteriormente para el cultivo en campo abierto. En el cultivo sin suelo se utilizan recipientes, como bolsas, macetas o bandejas, llenos de un sustrato, que puede ser orgánico (turba, cascarilla del arroz, fibra de coco, serrín, corteza), o inorgánico (perlita, lana de roca, vermiculita) o una combinación de ambos. Los sustratos también se utilizan en forma de cubos preparados (cubos de lana de roca), esteras (espuma de poliuretano) y artesas (lana de roca). El uso de sustratos permite a los agricultores con cantidades limitadas de tierra o suelos de mala calidad plantar cultivos de alto valor. Aunque también incrementan los costos, los sustratos pueden ayudar a los agricultores a evitar las pérdidas económicas asociadas a los nematodos y otras enfermedades transmitidas por el suelo.

En función del tipo de material empleado, el sustrato puede sustituirse por completo periódicamente o esterilizarse (mediante solarización del suelo) para asegurarse de que no tenga patógenos que puedan afectar a los cultivos. En los sistemas de cultivos protegidos altamente avanzados y a gran escala de los países de rentas altas, el cultivo de las hortalizas en sustratos es habitual, y los pequeños agricultores de los países de rentas bajas y medias también disponen de opciones locales de costo relativamente bajo. Independientemente de si se utiliza suelo o sustrato, los sistemas de riego fertilizante pueden proporcionar perfiles nutricionales óptimos para cualquier cultivo y etapa del desarrollo.

Salud de las plantas

Las estructuras de mallas a prueba de insectos se utilizan para impedir que las plagas de insectos lleguen a los cultivos y las plántulas en los viveros. Sin embargo, en las zonas tropicales de baja altitud donde las temperaturas son altas, la necesidad de proporcionar una ventilación adecuada y reducir el estrés térmico puede hacer que los agricultores tengan dificultades para mantener sus cultivos protegidos con mallas a prueba de insectos en todo momento durante la temporada de crecimiento. Las películas de plástico de polietileno que se usan en las zonas tropicales para proteger los cultivos de las lluvias excesivas pueden permitir la proliferación de enfermedades fúngicas y bacterianas. En algunos casos, cuando los cultivos están protegidos frente a las precipitaciones directas por estructuras semiabiertas, la infestación de algunas plagas puede ser mayor que en condiciones no protegidas (como ocurre con la araña roja [*Tetranychus urticae*] en los tomates).

Al igual que en los cultivos en campo abierto, el muestreo constituye un elemento fundamental de la protección de las plantas. También es importante realizar un buen mantenimiento de los invernaderos o las estructuras de redes y reparar los agujeros o los orificios que permitan la entrada de los insectos y otras plagas. Para reducir el riesgo de brotes de plagas y enfermedades, es fundamental mantener el interior de la estructura saneado y libre de malas hierbas.

En los invernaderos comerciales, el uso de trampas de feromonas para insectos y métodos de control biológico se ha generalizado, resultando especialmente exitoso por el carácter confinado del espacio y la ausencia de viento y otros predadores. En el cultivo de hortalizas en invernaderos, por ejemplo, la liberación del ácaro predador (*Phytoseiulus persimilis*) para controlar la araña roja es una estrategia de MIP común. Habitualmente se utilizan más de 30 especies de enemigos naturales para más de 22 especies de plagas. Entre 1970 y 2013, la superficie de cultivos de invernadero en la que se aplica un control biológico de las plagas pasó de 400 ha a más de 50 000 ha (Abdelhaq, 2013).

Cultivos y variedades

Al igual que en el cultivo en campo abierto, los agricultores deben seleccionar los cultivos y las variedades de cultivos que mejor se adapten a las condiciones de cultivo, así como a las condiciones del mercado y económicas, las características y los requisitos de los cultivos, la compatibilidad entre los cultivos, las características del microclima y el suelo, y las enfermedades transmitidas por el suelo. No todos los cultivos de hortalizas son adecuados para el cultivo en invernaderos y estructuras de redes, y a menudo los cultivos preferidos son aquellos que pueden cosecharse de manera continua (como los tomates, los pepinos o los pimientos) o con ciclos de cultivo cortos (como la lechuga). Algunas variedades de estos cultivos se han mejorado y seleccionado por características concretas de alto rendimiento en condiciones protegidas.

Polinización

En algunas especies de hortalizas es necesario tener especial cuidado para asegurarse de que se produzca una polinización natural. Esto puede facilitarse mediante la introducción de abejas; por ejemplo, en las brasicáceas, las cucurbitáceas y las zanahorias. Otras especies con flores bisexuales cerradas y que pueden autopolinizarse requieren asistencia para sacudir el polen en el momento adecuado con el fin de que este alcance el pistilo femenino. En estos casos, los abejorros resultan especialmente eficaces, y también se pueden emplear dispositivos mecánicos (por ejemplo, en los tomates).

Limitaciones para la adopción

En el caso de los pequeños agricultores, un obstáculo importante para la adopción de tecnologías de cultivos protegidos es el costo tanto en términos de inversión inicial como de mantenimiento. Esto ocurre especialmente en los sistemas más avanzados, como la hidroponía y el fertirriego. Contrariamente, muchos agricultores que pueden permitirse la inversión y utilizarían tecnologías o materiales de cultivos protegidos no tienen capacidad para acceder a ellos a través del mercado local.

Sin embargo, para muchos agricultores, la falta de capital financiero no es el principal obstáculo. De hecho, los bancos suelen estar más dispuestos a invertir en los sistemas de cultivo protegidos porque la producción es de alto valor, puede dar un alto rendimiento fuera de temporada y el riesgo de pérdida de la cosecha es menor que en los sistemas de cultivo en campo abierto. Algunos también ofrecen subvenciones para ayudar a los agricultores a cambiar a sistemas de

cultivos protegidos. Sin embargo, para acceder a estos préstamos y subsidios, los agricultores deben poder demostrar que cuentan con las habilidades y los conocimientos necesarios para evitar el riesgo de pérdidas financieras y hacer que la operación sea un éxito. A menudo, superar la falta de conocimiento es el principal obstáculo que impide a los agricultores dedicarse al cultivo protegido de hortalizas de alto valor.

La mano de obra también puede suponer una limitación. A menudo se cree erróneamente que los cultivos protegidos requieren menos mano de obra que los cultivos en campo abierto, aunque puede que ocurra precisamente lo contrario. Los cultivos protegidos son intensivos en términos de mano de obra y requieren trabajadores cualificados para el manejo del cultivo y el mantenimiento del sistema.

En su revisión del cultivo protegido de hortalizas en el África subsahariana, Nordey *et al.* (2017) llegaron a las siguientes conclusiones:

- Las técnicas de cultivos protegidos de baja tecnología no son adecuadas para todas las condiciones climáticas del África subsahariana y han de combinarse con otros métodos para garantizar un control adecuado de las plagas.
- La rentabilidad de las técnicas de cultivo protegido reside en la capacidad para compensar el aumento de los costes de producción con el rendimiento y los precios de venta mayores que se obtendrán con productos fuera de temporada o de mayor calidad.
- La ruptura con los sistemas de cultivo existentes, la falta de soporte técnico y habilidades, y el acceso limitado a la financiación de la inversión son obstáculos importantes para la adopción de las técnicas de cultivo protegido por parte de los pequeños agricultores.
- Las evaluaciones de los ciclos de vida realizadas en los países del norte indicaron que la mayor eficiencia en el uso de los insumos agrícolas compensaría los impactos negativos de las técnicas de cultivos protegidos si se gestionasen adecuadamente, pero son necesarios más estudios para asegurarse de que estos resultados puedan extrapolarse al contexto del África subsahariana.





CAPÍTULO 3

Cadenas de valor

- Planificación previa a la cosecha, cosecha, manipulación poscosecha y procesamiento - - - - - 85
- Procesamiento - - - - - 95
- Mercados - - - - - 106



Para ser sostenible, la producción de frutas y hortalizas debe estar intrínsecamente ligada a los mercados y los consumidores mediante cadenas de valor estables. Si bien la expresión “cadena de valor” suele incluir la producción, en este capítulo nos centraremos en las actividades poscosecha, reconociendo al mismo tiempo que muchas de las decisiones adoptadas por los agricultores influyen en cuan adecuados sean los productos para las actividades y los mercados poscosecha. El enfoque de la cadena de valor explica cómo se organiza un sector examinando la estructura y la dinámica de la interacción entre los diferentes actores involucrados (Fernandez-Stark *et al.*, 2012; FAO, 2014c). También vale la pena resaltar que los consumidores de bajos ingresos de todo el mundo afrontan desafíos relacionados con el acceso y la asequibilidad de las frutas y las hortalizas frescas, y que los alimentos procesados pueden constituir una solución a este problema (FAO, 2020d). Al mismo tiempo, la rápida urbanización y el surgimiento de una clase media con mayores ingresos disponibles en los países de ingresos bajos y medios incrementan la demanda de frutas y hortalizas frescas. Dado el elevado valor de las frutas y hortalizas, las cadenas de valor estables e inclusivas ofrecen importantes oportunidades de equidad social y trabajo digno (FAO, FIDA y OIT, 2010).

Entre los desafíos que afectan a la sostenibilidad social y económica se encuentran la elevada demanda de mano de obra con una protección no regulada, las actividades poscosecha llevadas a cabo por pequeños operadores (transporte, clasificación, almacenamiento, distribución) antes de alcanzar a los mercados mayorista, de procesamiento o minorista, y la distribución desigual de los recursos debido a la estacionalidad y el carácter perecedero de los productos, así como la reducida gobernanza de las cadenas de valor locales. Sin embargo, las cadenas de valor de las frutas y las hortalizas presentan oportunidades tangibles para proporcionar empleos e ingresos dignos para todos, incluidos las mujeres y los jóvenes, una distribución equitativa de la riqueza y la prestación de servicios sociales para suministrar alimentos seguros y nutritivos.

En vista de esta diversidad de estrategias de subsistencia de los pequeños agricultores, el Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición (HLPE [por sus siglas en inglés], 2013) recalcó que no existe un planteamiento único de agricultura a pequeña escala, lo que también se aplica al aumento sostenible de la producción a pequeña escala de las frutas y hortalizas. Los pequeños agricultores necesitan un enfoque flexible que reconozca las diferentes estrategias de medios de vida para adoptar prácticas de manejo sostenibles destinadas a incrementar su producción de frutas y hortalizas y garantizar que estén conectadas a cadenas de valor estables que les proporcionen acceso a los mercados. Esta flexibilidad garantizará que



Cosecha de frutas

todos los pequeños agricultores, sean cuales sean sus recursos, puedan mejorar su producción de formas que estén dentro de sus posibilidades y satisfagan sus necesidades.

● Planificación previa a la cosecha, cosecha, manipulación poscosecha y procesamiento

Un factor importante que contribuye a la sostenibilidad de la producción de frutas y hortalizas y los sistemas de cadenas de valor estables es la prevención de las pérdidas después de la cosecha: “la reducción en la cantidad o la calidad de los alimentos como consecuencia de decisiones y medidas adoptadas por los proveedores de alimentos de la cadena, sin incluir a los minoristas, los proveedores de servicios alimentarios y los consumidores” (FAO, 2019a). Se deben emprender acciones al planificar los sistemas de cultivo, la gestión agrícola, y la cosecha y las operaciones poscosecha. Los servicios poscosecha se

suelen ofrecer a los productores que agrupan su producción, y permiten a los pequeños agricultores que cultivan frutas y hortalizas superar las limitaciones asociadas a las economías de escala y la conexión con los mercados.

Los lugares en los que se agrupan las frutas y las hortalizas frescas para su preparación y suministro a los mercados también pueden ser puntos de control importantes para garantizar la seguridad de los alimentos y fomentar la confianza de los consumidores en los productos frescos locales. Las instalaciones poscosecha proporcionan diversos servicios y bienes a los agricultores, los mayoristas, los minoristas, los procesadores y los consumidores, por lo que pueden convertirse en catalizadores para ampliar y diversificar las economías locales y crear empleo.

Planificación previa a la cosecha

La selección de los cultivos preferidos por los mercados y, por tanto, que reducirán las pérdidas, requiere información actualizada. Los agricultores necesitan acceder a semillas y material de propagación de especies y variedades de cultivos cuyas cualidades genéticas estén bien adaptadas tanto a las condiciones de locales de producción como a los requisitos de los compradores previstos (consumidores locales, minoristas situados a mayor distancia, elaboradores de jugos, salsas, conservas, etc.).

Dado que los productos de muchos pequeños agricultores se agruparán en grandes volúmenes a medida que se avance en la cadena de suministro, es mejor que la planificación se realice de forma colectiva. La coordinación estrecha entre los miembros de los grupos, las cooperativas y las asociaciones de agricultores puede ayudar a garantizar que se cultiva una variedad diversa de frutas y hortalizas y a mejorar la capacidad de los agricultores para negociar unos mejores precios. Esta diversidad puede ayudar a satisfacer las diferentes demandas de los consumidores y a evitar el exceso de oferta de un cultivo concreto en el mercado, lo que puede provocar la pérdida de alimentos. Esta planificación colectiva también puede reducir los costos de producción de los agricultores mediante actividades como la adquisición de insumos al por mayor, además de agrupar servicios poscosecha.

El momento de la cosecha

La cosecha de los cultivos de frutas y hortalizas antes de que alcancen la madurez necesaria o cuando están demasiado maduros contribuye a la pérdida de alimentos y a la reducción de los ingresos agrícolas.

En el caso de los cultivos de frutas y hortalizas, determinar el momento óptimo para realizar la cosecha puede plantear una serie de desafíos. La decisión dependerá de numerosos factores, como el tipo de cultivo, la forma en la que se consumirá (fresco o procesado), la distancia a los mercados y los centros de procesamiento, y si el transporte y el almacenamiento requerirán refrigeración.

Las frutas y las hortalizas no se cosechan necesariamente tras alcanzar la madurez fisiológica. Por ejemplo, muchas hortalizas, como el pepino, el calabacín, las judías verdes, los guisantes y las verduras "enanas", alcanzan su potencial comercial antes de la madurez fisiológica. Algunas frutas (frutas climatéricas) producen una hormona (etileno) que les permite seguir madurando tras la cosecha. Entre las principales frutas climatéricas se encuentran la manzana, el aguacate, el plátano, el mango, el melón, la pera y la sandía. El sabor y la apariencia de estas frutas pueden mejorar tras la cosecha (por ejemplo, las peras tienen un mejor sabor cuando maduran fuera del árbol, y los plátanos Cavendish tienen un sabor y un color más agradables tras la maduración artificial). En el caso de los cultivos climatéricos, la cosecha se realiza antes para que la plena madurez se alcance en el mercado o cuando ya estén en manos del consumidor. Entre las frutas no climatéricas se encuentran la piña, los cítricos, el lichi y el longan. En el caso de las frutas y hortalizas no climatéricas, el sabor y la calidad no mejorarán si se cosechan antes de alcanzar la madurez completa, ya que sus contenidos en azúcares y ácidos no siguen aumentando.

Para analizar cuándo es mejor realizar la cosecha se requieren conocimientos y experiencia. Hay una serie de medidas que pueden ser de ayuda. También depende de la parte del cultivo que se coseche. En algunos cultivos de hortalizas de rápido crecimiento, como el rábano, la madurez puede medirse cronológicamente contando los días transcurridos desde la plantación o la floración. En muchas frutas y hortalizas, los agricultores tienen en cuenta el color, el tamaño y la firmeza. Otros métodos emplean tecnologías más avanzadas, como el análisis químico o la determinación de los azúcares en la fruta (grados Brix), que es una medida directa del sabor, la calidad y la disposición para la cosecha y la comercialización. Existen varios métodos no destructivos y destructivos para determinar los grados Brix.

Entre las herramientas de bajo coste que pueden utilizar los pequeños agricultores se encuentran los libros de registro agrícola para realizar un seguimiento del calendario de desarrollo de los cultivos, las pinzas calibradas y las cintas de medición del tamaño, y los gráficos de colores personalizados. Ver Okiror et al. (2017) en relación a un estudio sobre el uso de estas herramientas por parte de los pequeños agricultores en Uganda.

Para garantizar que los cultivos no estén químicamente contaminados por residuos de plaguicidas, los agricultores deben estar familiarizados con las BPA y ponerlas en práctica. Por ejemplo, no se deben usar nunca plaguicidas no aprobados para la producción de alimentos en los cultivos alimentarios. Además, las etiquetas de los plaguicidas autorizados indican las condiciones para su aplicación, como el número mínimo de días (el intervalo previo a la cosecha) que debe transcurrir entre la aplicación y la cosecha.

Durante la cosecha

Muchos cultivos de frutas y hortalizas tienen un periodo de cosecha prolongado. A menudo, las diferentes plantas de un campo o huerto se desarrollan a velocidades ligeramente distintas, por lo que requieren una cosecha escalonada. Muchas variedades de hortalizas híbridas maduran a un ritmo uniforme, lo que hace que la cosecha y la gestión agrícola en general resulten más fáciles y más propicias para las operaciones mecánicas, reduciendo los costes de mano de obra. En general, debido a su fragilidad y a la importancia de su apariencia, las frutas y hortalizas se suelen cosechar a mano, a no ser que estén destinadas a procesos en los que la apariencia no sea importante y las operaciones mecanizadas sean más adecuadas. Habitualmente, los pequeños agricultores cosechan las frutas y hortalizas a mano ellos mismos o contratan a otras personas para que les ayuden.

En algunos casos en los que el agricultor ha vendido los productos antes de la cosecha (por lo general, a través de un contrato con un comprador), el comprador puede proporcionar personal capacitado para la cosecha y el transporte desde la explotación agrícola. El agricultor debe vigilar de cerca las actividades de cosecha para asegurarse de que el equipo encargado de la misma, enfocado en un cultivo, no dañe involuntariamente otros cultivos en el terreno si hay un sistema de cultivo mixto.

Las frutas y hortalizas deben cosecharse con cuidado, ya que los cortes y las marcas hacen que el producto no se pueda comercializar y crean puntos de entrada para insectos, hongos y bacterias que ocasionan pudrición. Los productos cosechados no deben entrar en contacto con el suelo o con superficies no limpias, ya que estas pueden servir también como inóculo de plagas y enfermedades. Los productos deben transferirse cuidadosamente con una altura de caída mínima a recipientes limpios y resistentes que no tengan superficies rugosas ni bordes dentados. A menudo, los pequeños agricultores utilizan recipientes hechos de fibra natural, como sacos, cestas y cajas. Aunque son asequibles, no resultan fáciles de limpiar y, como no están diseñados para apilarse, pueden provocar daños y pérdida de alimentos (López

Camelo, 2004). En caso de que estén disponibles y sean asequibles, las cajas de plástico ventiladas, apilables y reutilizables, que resultan fáciles de limpiar, ayudan a reducir las pérdidas, si se manejan con cuidado y no se sobrecargan.

La cosecha debe hacerse en las primeras horas del día, cuando hace fresco, y el producto cosechado debe mantenerse a la sombra. La temperatura es el factor ambiental más importante para el deterioro de las frutas y hortalizas frescas. Mantener frescos los productos cosechados es uno de los desafíos fundamentales de las explotaciones agrícolas y en todas las etapas de la cadena de suministro. Cada vez se usan más los pequeños recipientes de almacenamiento que mantienen el producto fresco mediante energía solar.

Las condiciones secas y cálidas durante la cosecha aceleran la pérdida de agua, y cuando dan lugar a reducciones de entre el 5 y el 10% del peso fresco, los productos comienzan a marchitarse y pronto se vuelven inutilizables (FAO, 1989). Esto también se traduce en una pérdida de peso a la hora de vender y, por tanto, en una reducción de los ingresos. La velocidad a la que se pierde agua depende del tipo de producto; las hortalizas de hoja, por ejemplo, son especialmente vulnerables.

Manejo poscosecha

El manejo poscosecha es fundamental para garantizar la calidad, la seguridad alimentaria y la comerciabilidad. Una serie de factores, como los recursos del agricultor, el tipo de cultivo cosechado, el volumen de la producción y la ubicación de la explotación agrícola, determinarán quién está involucrado en las actividades de manejo poscosecha y dónde se llevarán a cabo. Los productores a pequeña escala que tienen recursos limitados, producen volúmenes relativamente pequeños y no forman parte de ninguna organización agrícola pueden ser totalmente responsables de todos los aspectos de la preparación y el suministro de sus productos a los mercados locales informales. En el caso de los agricultores con más recursos, algunas operaciones poscosecha serán realizadas en el campo por miembros de la familia (puede que con mano de obra adicional contratada), y los productos se transportarán a una instalación poscosecha situada fuera de la explotación agrícola (a veces denominada almacén de empaque) para su preparación adicional y su distribución a los mercados. El código Codex de prácticas para el empaque y el transporte de frutas y hortalizas frescas (FAO/OMS, 1995: CAC/RCP 44-1995) ofrece directrices adicionales sobre el mantenimiento de la calidad de los productos durante el transporte y la comercialización.



Hojas verdes
comestibles de chayote
(*Sechium edulis*)



Sistema de refrigeración de bajo costo (gabinete con carbón)

Las operaciones poscosecha que mantienen al mínimo la manipulación de los productos reducen las pérdidas y permiten conservar la calidad, además de reducir costos. Por tanto, es preferible llevar a cabo la mayor parte posible de la manipulación poscosecha en el campo. Sin embargo, por lo general, esta opción solo está disponible en los productos especialmente perecederos (como las hortalizas de hoja) o en pequeños volúmenes destinados a los mercados cercanos. En el caso de las explotaciones que cosechan grandes volúmenes de productos altamente perecederos, colocar estructuras móviles cerca del lugar de la cosecha para realizar algunas operaciones poscosecha puede ser una opción.

En algunos casos, los agricultores necesitan almacenar los productos antes de su transporte a una instalación poscosecha. Antes de almacenar el producto, los agricultores deben eliminar los productos dañados o enfermos. Pueden almacenar temporalmente los cultivos de hortalizas menos frágiles (cebollas, calabazas) en el campo colocándolos en montones y cubriéndolos con una lona, paja u otros materiales. Los productos más frágiles deberán almacenarse en interiores o bajo una estructura limpia, protectora y bien ventilada que pueda mantener el producto seco, con sombra y fresco.

En el caso de los agricultores que cuenten con instalaciones de almacenamiento adecuadas en su explotación, el almacenamiento temporal puede ser una buena estrategia para obtener ingresos más altos evitando la oferta excesiva (p. ej., en las cebollas). Los avances en las energías renovables, y especialmente la energía solar, están aumentando las opciones de almacenamiento en frío. Por ejemplo, en los climas más secos, el uso de estructuras sencillas de almacenamiento

en frío evaporativas puede reducir hasta 10 °C la temperatura, lo que duplicará la vida poscosecha y reducirá los daños debidos a la pérdida de agua y la pudrición. Se puede ver una revisión de varios métodos de refrigeración evaporativa en Basediya *et al.* (2013).

La fruta climatérica continúa madurando tras la cosecha, emitiendo etileno, que acelera el deterioro de la fruta no climatérica, por lo que es importante que ambos tipos se mantengan separadas.

El transporte desde la explotación a la instalación poscosecha requiere una carga cuidadosa en los vehículos, idealmente en recipientes robustos sin superficies rugosas, con sombra, buena ventilación y libres de gases de escape. En los países de ingresos bajos, el acceso a la cadena de frío no suele estar disponible o ser asequible para los pequeños agricultores, pero constituye un elemento fundamental para reducir la pérdida de alimentos y aumentar los ingresos de los productores de frutas y hortalizas.

Instalaciones poscosecha

Una instalación poscosecha (o almacén de empaque) es un espacio designado que está protegido de la intemperie y donde los productos se agregan y manipulan mediante una operación centralizada (Winrock, 2009). Aunque la escala y la capacidad tecnológica de las instalaciones varían, todas preparan los productos agrícolas para su posterior distribución y acceso a los mercados, además de alcanzar una mayor eficiencia que en las instalaciones situadas en la explotación debido a la economía de escala y la disponibilidad de tecnologías adecuadas. Las operaciones poscosecha reducen la pérdida de alimentos y amplían las oportunidades comerciales para los pequeños agricultores. Se puede descargar un libro gratuito (Teutsch, 2019) que incluye una recopilación de herramientas y prácticas idóneas poscosecha recomendadas y rentables.

A menudo es fundamental implementar una cadena de frío para ralentizar el proceso de respiración en las frutas y hortalizas cosechadas mediante temperaturas frías. Tras la cosecha, las células de las frutas y las hortalizas siguen estando vivas y continúan respirando, generando dióxido de carbono, agua y calor, y reduciendo así las reservas de azúcar, almidón y agua. Los diferentes cultivos tienen distintas tasas de respiración. Por ejemplo, en el caso de las cebollas y los pepinos, estas tasas son muy bajas, mientras que en la coliflor, los melones y el quimbombó, son muy elevadas. La mayoría de las frutas y hortalizas perecederas de zonas templadas tienen un periodo de conservación óptimo a entre 0 y 2 °C, mientras que los cultivos subtropicales y

tropicales están mejor adaptados a unas temperaturas de manejo y almacenamiento de entre 12 y 15 °C (Kitinoja, 2013).

Estas instalaciones pueden ser administradas por grupos o asociaciones de agricultores locales, o por organizaciones de agricultores más formales, como cooperativas, organismos gubernamentales o empresas privadas. Las instalaciones de mayor tamaño pueden estar mecanizadas e incluir salas de almacenamiento y oficinas para organizar las transacciones con los compradores. Todos estos tipos de instalaciones tienen en común los tipos de operaciones que se llevan a cabo en ellas:

- **Clasificación:** Los productos dañados, deteriorados y, en algunos casos, defectuosos se descartan. Esto ayuda a reducir la pérdida de alimentos y a conservar la calidad de los productos al evitar la propagación de los patógenos. Para impedir la pérdida de alimentos y diversificar las opciones de ingresos de los agricultores, lo ideal es que los productos que son simplemente defectuosos (no cumplen las pautas formales del mercado en términos de forma o apariencia) pero que por lo demás están bien se dirijan a otros mercados (empresas elaboradoras de productos alimenticios o minoristas informales). Además, los residuos orgánicos deben compostarse o, si es posible, utilizarse como biocombustible o alimento animal.
- **Limpieza:** la tierra y el polvo se eliminan manualmente de los productos sin agua, y en las instalaciones más grandes esto se hace mediante máquinas especiales con cepillos.
- **Lavado y esterilización:** se usa agua limpia, en ocasiones con una cantidad estipulada de detergente o desinfectante, para eliminar la tierra, los insectos, la savia y las bacterias y los hongos superficiales.
- **Clasificación y calibrado:** los productos agrícolas se caracterizan y separan en función de las necesidades del mercado (tamaño, forma, peso, color, madurez). Esto se puede hacer manualmente o con herramientas y equipos (calibrado mecánico, gradación electrónica del color). Se pueden utilizar sensores para comprobar algunos criterios de calidad (como la presencia de hexanol, un indicador del deterioro de los alimentos) y se pueden usar equipos para medir la madurez de la fruta (refractómetro para la medición de los grados Brix en el jugo de fruta).
- **Encerado y tratamiento:** con el fin de mantener la calidad del producto, se le aplica cera de tipo alimentario para sustituir la cera natural que se elimina durante el lavado. El encerado reduce la pérdida de agua e incrementa el valor cosmético del producto. Algunos productos pueden tratarse también con sustancias químicas (aceites esenciales, fungicidas y antibióticos) para aumentar



*Secador
solar de bajo
costo*

el periodo de conservación de los mismos. También se pueden aplicar revestimientos comestibles para reducir la respiración y la pérdida de agua.

- **Empaque:** los productos se colocan en recipientes adecuados para el almacenamiento, el transporte o el suministro directo a los mercados. Cuando se preparan para el suministro directo a los mercados, el tipo de empaque empleado puede aumentar el atractivo de los productos para los consumidores, y su comerciabilidad puede incrementarse con un etiquetado o marcado específicos. Se están llevando a cabo innovaciones en el desarrollo de materiales de envasado biodegradables y reciclables. El envasado en atmósfera modificada, en el que el oxígeno se sustituye por otros gases, ayuda a reducir la respiración.
- **Refrigeración:** normalmente, las frutas y hortalizas se trasladan a una sala de almacenamiento en frío especialmente diseñada con unos niveles de temperatura y humedad adecuados al tipo de producto. Se necesita electricidad, y esta puede ser proporcionada por la red eléctrica o desde un generador o paneles solares. Como alternativa se pueden usar estructuras evaporativas sencillas. Algunas instalaciones pueden tener también la capacidad de controlar los niveles de etileno para estimular la maduración de cultivos como el tomate y el plátano. Lo ideal es que la refrigeración se extienda al transporte y la comercialización. Las capacidades de continuar la cadena de frío reducen notablemente las pérdidas de alimentos. Para una revisión de los sistemas de prerefrigeración para los pequeños productores, ver Kitinoja y Thompson (2010).

La implementación de estas instalaciones y la garantía del acceso de los pequeños productores plantean importantes desafíos financieros y técnicos, especialmente para las mujeres y los jóvenes. En la mayor parte del África subsahariana, los almacenes de envasado suelen estar en manos de grandes empresas exportadoras y comerciantes locales ya establecidos. Se ha promovido el concepto de centros de agrupación equipados con instalaciones básicas de manipulación poscosecha entre los pequeños agricultores, ya que a veces los agricultores no pueden permitirse tener instalaciones propias y, desde el punto de vista económico, no tiene sentido invertir en ellas. Estos centros, que pertenecen a grupos de agricultores, también se están utilizando para enseñar a los agricultores/productores mejores prácticas previas a la cosecha con el fin de garantizar la obtención de productos de alta calidad, prácticas de manipulación poscosecha adecuadas y prácticas de seguridad alimentaria, entre otras.

Al crear un punto focal donde se agregan los productos frescos, las instalaciones poscosecha también pueden constituir un lugar importante para la supervisión de la seguridad de las frutas y hortalizas antes de su llegada a los diferentes mercados. Para ello, se puede hacer que los inspectores de seguridad alimentaria se desplacen a las instalaciones o establecer puntos de control de la seguridad permanentes para evaluar la presencia de residuos de plaguicidas y otros contaminantes químicos y biológicos. La realización de inspecciones de seguridad alimentaria en las instalaciones poscosecha aumenta la confianza de los consumidores y las oportunidades de comercialización, además de posibilitar la identificación de las fuentes de contaminación y la adopción de medidas correctivas.

También es importante reconocer que la propia instalación poscosecha puede ser una posible fuente de contaminación alimentaria. Es fundamental que todas las superficies y herramientas estén esterilizadas y que se implementen prácticas de saneamiento periódicas con compuestos limpiadores aprobados. Los trabajadores deben utilizar ropa adecuada para la seguridad alimentaria, como guantes, redecillas para el cabello y delantales, y conocer la importancia de las normas de limpieza e higiene. El agua empleada para lavar los productos debe estar limpia y ser potable.

El alto valor económico de las frutas y las hortalizas que se manipulan en estas instalaciones puede impulsar el desarrollo de una amplia gama de negocios no agrícolas, como los siguientes: empresas de provisión, instalación y mantenimiento de sistemas de refrigeración y otros equipos; servicios de transporte que permitan el suministro oportuno y seguro de los productos de la explotación agrícola a la instalación y de esta última a los mercados y procesadores; proveedores de servicios y

equipos de información y comunicación que ayuden a la planificación logística, la creación de redes y la gestión de inventarios; y empresas que puedan suministrar los bienes necesarios para el funcionamiento de la instalación, como palés, recipientes y material de limpieza y de oficina. Además de estas empresas, las industrias de procesamiento de alimentos pueden sacar partido de las diferentes calidades de los productos frescos manipulados en las instalaciones que no cumplen los requisitos de los mercados minoristas de productos frescos. Así, la prestación de estos servicios mantiene el elevado valor de las frutas y las hortalizas, como se ha demostrado en el Asia meridional (FAO, 2017e; 2018e).

● Procesamiento

Las empresas de procesamiento de alimentos pueden ser pequeñas o de nivel industrial y generar oportunidades de empleo en las zonas en las que se cultivan las frutas y hortalizas. Desempeñan un papel fundamental en la reducción de la pérdida de alimentos, ya que toman los productos que no cumplen las pautas de los mercados minoristas de productos frescos y los convierten en productos nutritivos y rentables. Los productos procesados tienen la ventaja de no tener un periodo de conservación limitado, y pueden introducirse en los mercados durante todo el año. No son sensibles a las fluctuaciones de los precios debidas a las variaciones estacionales de los productos frescos y la oferta excesiva, y pueden proporcionar nutrientes y productos asequibles fuera de temporada.

Las frutas y las hortalizas son muy diversas, por lo que permiten producir numerosos tipos de alimentos diferentes, como productos deshidratados y enlatados, conservas, encurtidos, mermeladas, salsas, pastas, tentempiés, aceites y zumos. Cuando las condiciones no son adecuadas para el almacenamiento o la comercialización inmediata del producto fresco, muchos cultivos hortícolas pueden procesarse aplicando tecnologías sencillas, como la deshidratación, la fermentación, el enlatado, la congelación, la conservación y el licuado. Las frutas, las hortalizas y las flores pueden deshidratarse y almacenarse para su uso o su venta en el futuro. Las tecnologías de deshidratación de la fruta a pequeña escala están evolucionando (por ejemplo, en el caso del plátano, Kiggundu *et al.*, 2017), y el sitio web de Tecnologías y prácticas para pequeños productores agrarios (TECA) recoge tecnologías y sistemas de procesamiento en las explotaciones agrícolas adecuados para los pequeños productores (<http://www.fao.org/teca/es/>). La fermentación goza de gran popularidad como método de conservación de alimentos en todo el mundo, y Campbell-Platt (1987) describió más de 3 500 alimentos fermentados individuales. Las frutas y las hortalizas

pueden enlatarse o congelarse, pero los productos procesados deben envasarse y almacenarse de forma adecuada para alcanzar su periodo de conservación potencial de hasta un año. Los productos deshidratados deben envasarse en recipientes herméticos (botellas de plástico o vidrio o bolsas de plástico selladas). Los productos enlatados y embotellados deben procesarse adecuadamente con calor, utilizando recipientes de alta calidad con un buen sellado. Los productos deshidratados y enlatados o embotellados deben almacenarse en lugares frescos y sin luz. La manipulación, el transporte y la comercialización poscosecha de los productos procesados pueden ser mucho más sencillos y menos costosos que en el caso de los productos frescos, ya que no se necesita refrigeración. Los productos deshidratados ocupan mucho menos espacio que sus equivalentes frescos, lo que reduce aún más los costos de transporte y almacenamiento (Kitinoja y Kader, 2004).

Siempre que sea posible, las frutas y hortalizas procesadas deben contener una cantidad mínima de aditivos alimentarios e ingredientes como la sal y el azúcar, con el fin de conservar sus beneficios nutricionales y contribuir de manera positiva a combatir la malnutrición en todas sus formas.

Mano de obra a nivel agrícola

La producción sostenible de frutas y hortalizas es intensiva desde el punto de vista de la mano de obra, y en las pequeñas explotaciones agrícolas de frutas y hortalizas gran parte de las tareas son llevadas a cabo por las familias. La FAO ha propuesto la siguiente definición para la agricultura familiar:

- La agricultura familiar es un medio de organización de la producción agrícola, forestal, pesquera, pastoral y acuícola que gestiona y opera una familia y que depende principalmente de la mano de obra, tanto femenina como masculina (Garner y de la O Campos, 2014; Bosc *et al.*, 2015, 2018).

Estrategias de medios de vida en granjas familiares

Debido a su diversidad y al hecho de que pueden cultivarse en pequeñas porciones de tierra, los cultivos de frutas y hortalizas ofrecen una enorme variedad de opciones de mejora de sus medios de vida a las familias que participan de la agricultura a pequeña escala. En algunas explotaciones familiares, los cultivos de frutas y hortalizas pueden cultivarse de manera intensiva durante todo el año en campo abierto o sistemas de cultivo protegidos. En otras, los cultivos de frutas

y hortalizas son un componente más de una cartera diversificada de actividades agrícolas comerciales que incluyen otros cultivos e incluso la producción ganadera, el cultivo de árboles o la acuicultura. En algunos casos, se cultivan en parte para el consumo doméstico y en parte para la venta. En otras partes, las frutas y las hortalizas se cultivan casi exclusivamente para la producción doméstica en huertos o jardines familiares, y su contribución a los ingresos de los hogares es modesta.

Esta diversidad de opciones de producción se ajusta bien a las distintas estrategias de medios de vida características de las granjas familiares. La cantidad de mano de obra y otros recursos en los que pueden invertir las familias agrícolas para aumentar su producción de frutas y hortalizas no solo dependerán de la mano de obra agrícola doméstica, sino también de los ingresos obtenidos de otros empleos. A menudo, el empleo fuera de la explotación agrícola constituye un elemento importante en las estrategias de subsistencia de las familias agrícolas. Este no es un fenómeno reciente; además, es la norma tanto en los países de ingresos altos como en los de ingresos bajos. Incluso en los países de rentas altas, los ingresos agrícolas rara vez suponen la única fuente de ingresos de las explotaciones familiares (HLPE, 2013).

Los miembros de algunas familias pueden tener trabajos a tiempo completo fuera de la explotación agrícola. Los miembros de las familias desarrollan sus propias pymes, ya sea dentro o fuera de la explotación agrícola. Estas fuentes de ingresos diversas hacen que sea más asequible para las familias contratar trabajadores temporales para satisfacer las necesidades de mano de obra del cultivo de frutas y hortalizas e invertir en prácticas y tecnologías sostenibles para aumentar la producción y el rendimiento. La contratación de mano de obra no es algo poco común entre los pequeños agricultores. Un estudio realizado en cuatro países africanos determinó que más de la mitad de todos los hogares contratan mano de obra (Baudron *et al.*, 2019). Algunas familias agrícolas de rentas bajas no pueden permitirse contratar mano de obra agrícola, dependiendo a su vez de los ingresos obtenidos al trabajar como asalariados en otras explotaciones, en agroindustrias fuera de las explotaciones o en otros sectores. Las transferencias de dinero procedentes de miembros de la familia que han emigrado fuera de sus comunidades también pueden ser una parte fundamental de su sustento.

Cuanto más cerca vivan las familias agrícolas de los centros urbanos, más opciones tendrán de diversificar sus medios de vida y obtener ingresos que puedan invertir en sus explotaciones agrícolas. En las zonas rurales remotas, la escasez de oportunidades de empleo fuera de las explotaciones agrícolas y, en ciertos contextos, la falta de mano de obra agrícola, junto con las distancias a los mercados urbanos, pueden limitar en gran medida las opciones y los incentivos que tienen las



*Ejemplo
de una huerta familiar*

familias agrícolas para incrementar su producción de frutas y hortalizas. Sin embargo, la lejanía puede hacer que la producción doméstica de frutas y hortalizas sea más importante para la nutrición familiar.

División del trabajo en función del género en la producción de frutas y hortalizas en la agricultura familiar

En las explotaciones familiares, tanto las mujeres como los hombres trabajan en los cultivos de frutas y hortalizas. En función del contexto cultural, las normas de género pueden tener una influencia notable sobre la división de la mano de obra tanto en la producción doméstica como comercial de frutas y hortalizas. En algunos hogares, especialmente en los de tipo matriarcal, la necesidad de mano de obra para el cultivo de frutas y hortalizas puede constituir un obstáculo significativo.

Los sesgos de género afectan al acceso a la tierra, la capacitación, las infraestructuras, la financiación, la formación, la información (mediante redes, por ejemplo) y los mercados por parte de las mujeres. Los obstáculos a los que se enfrentan las mujeres varían en función de su posición en la cadena de suministro: empleo por cuenta propia y trabajo familiar no remunerado en la producción hortícola a pequeña escala y trabajo asalariado en las operaciones poscosecha, donde las condiciones contractuales a menudo discriminan a las mujeres. Los estudios de casos muestran que esto afecta negativamente a la capacidad de las mujeres de obtener una cuota de beneficios justa a lo largo de la cadena de valor de la horticultura (Bamber y Fernandez-Stark, 2013).

Huertos familiares

En muchas zonas rurales, las familias de agricultores cultivan frutas y hortalizas en huertos familiares (jardines o huertos domésticos). Los hogares urbanos y periurbanos también pueden cultivar hortalizas en sus patios o crear microjardines en tejados, balcones o patios. Estos jardines se centran en el consumo de los hogares, pero, si están bien gestionados, pueden producir un excedente que puede venderse en mercados locales o regalarse a otras personas para desarrollar el estatus social del agricultor.

Dado que las mujeres suelen administrar los huertos y ser responsables de alimentar a los miembros de la familia, los huertos domésticos se consideran un enfoque especialmente útil para combatir las deficiencias de micronutrientes en las madres jóvenes, los lactantes y los niños. Sin embargo, los hombres también contribuyen a los huertos familiares, encargándose de algunas de las tareas más duras, como la preparación del lecho del suelo, y también tienen algo que decir en los alimentos que se cultivan (Beaudreault, 2019; Otieno *et al.*, 2016).

Los huertos familiares pueden ofrecer importantes beneficios nutricionales (Hawkes, 2013). En un estudio realizado en la India, Keatinge *et al.*, (2011) calcularon que un pequeño huerto familiar (seis metros cuadrados) en el que se cultiven diferentes hortalizas puede cubrir gran parte de los requisitos de vitaminas A y C de una familia de cuatro miembros durante todo el año. Una evaluación de las iniciativas de huertos familiares de Bangladés indicó que los beneficios nutricionales obtenidos de los huertos familiares se podrían traducir en una reducción importante del número de años de vida ajustados por discapacidad (Schreinemachers *et al.*, 2016a).

A pesar de su pequeño tamaño, los huertos familiares requieren ciertos conocimientos, además de trabajo y otros insumos. Se debe prestar especial atención a la gestión del suelo, el riego, la protección de las plantas y la selección de las semillas y el material de propagación. Por tanto, los huertos familiares pueden proporcionar un espacio en el que adquirir capacidades agrícolas y empresariales y transmitírselas a otras personas.

Sin embargo, es necesario reconocer la pesada carga que soportan las mujeres en los huertos familiares. Las mujeres desempeñan un papel especialmente destacado en el cuidado de los niños y otros miembros de la familia, la cocina, la limpieza y el trabajo agrícola y otros empleos. Dadas estas demandas laborales, en el caso de algunas mujeres, las actividades que generan ingresos y permiten al hogar comprar más frutas y hortalizas, además de cubrir otras necesidades, pueden tener

una prioridad más alta que la gestión de un huerto familiar. Sin embargo, aunque los huertos familiares no sean la opción preferida por todas las familias, los esfuerzos para su desarrollo pueden servir para concienciar sobre las prácticas de producción sostenibles y las dietas nutritivas y saludables, además de estimular la producción comercial y el consumo a nivel local.

Producción comercial

En las explotaciones agrícolas familiares en las que la producción de frutas y hortalizas tiene un enfoque principalmente comercial, tanto los hombres como las mujeres proporcionan mano de obra, siendo la contribución de estas últimas muy notable. Dolan (2001) señaló que en Kenia, donde muchas familias cultivaban té y café y se dedicaban también a la agricultura contractual de judías verdes para la exportación, el porcentaje de trabajo de las mujeres en la plantación de las judías superaba el 80%, porcentaje que ascendía al 90% en el caso del desmalezado y al 60% en el de la cosecha. Los hombres contribuían en mayor medida a las tareas más pesadas (limpieza y preparación de la tierra), pero estas requerían menos tiempo y no se realizaban de forma continua a lo largo de la temporada. Sin embargo, Dolan (2001) también observó que los patrones segregados por géneros en las labores agrícolas eran cada vez menos pronunciados. Una encuesta más reciente realizada entre pequeños agricultores y distribuidores de hortalizas de la República Unida de Tanzania no encontró una división de género importante en el proceso de producción, aunque los hombres desempeñaban un papel más destacado en la gestión de las plagas y enfermedades, la compra de insumos y la selección de semillas (Fischer *et al.*, 2018). La encuesta confirmó que los cultivos básicos (maíz y sorgo) y comerciales (guandú) se consideran por lo general cultivos “masculinos”, siendo los hombres responsables de una proporción notablemente más alta de la gestión de la producción y la asignación de los ingresos. Por otro lado, en el caso de las hortalizas de hoja (amaranto, col china, mostaza etíope) y otras hortalizas (tomate, berenjena africana, cebolla), las diferencias de género en la gestión de la producción y la asignación de los ingresos estaban menos claras, ya que las mujeres recibían más de la mitad de los ingresos de algunos cultivos de hortalizas.

Sin embargo, los papeles de los hombres y las mujeres en la producción de hortalizas pueden variar mucho en función del entorno. Por ejemplo, en muchas grandes ciudades de África occidental, un elevado porcentaje de los agricultores urbanos que utilizan sistemas de riego informales para cultivar hortalizas comercialmente son hombres (hasta el 90% en algunos casos), mientras que en un menor número de

ciudades (por ejemplo, Freetown en Sierra Leona o Banjul en Gambia) esta proporción por género es completamente inversa (Drechsel *et al.*, 2006). Un análisis de género de la producción de hortalizas comerciales en la provincia de Punjab, en Pakistán, determinó que los miembros de la familia y los trabajadores agrícolas contratados de género masculino eran los principales implicados en la producción de las hortalizas, existiendo claras divisiones de género por cultivo. Los hombres suponían más del 80% de la mano de obra en el cultivo de la coliflor y el 100% en el del pepino, mientras que la proporción de carga de trabajo de las mujeres en el cultivo de guisantes, cebolla, ajo y quimbombó era mayor (más del 40%), dedicándose a menudo al escardado, el desmalezado y la cosecha (Taj *et al.*, 2007).

En las familias de agricultores de tipo matriarcal, las necesidades de mano de obra para el cultivo de frutas y hortalizas constituyen un obstáculo significativo. Esto se ve agravado porque, en general, las mujeres agricultoras han de afrontar mayores dificultades para contratar mano de obra agrícola y tienen menos acceso a tierras y crédito que los hombres (FAO, 2011b). Un análisis de género de los obstáculos percibidos para el cultivo de hortalizas en Nigeria determinó que el 98% de las mujeres agricultoras afirmaba que la falta de tierra constituía un obstáculo, frente a únicamente el 6% de los hombres. Más del 90% de las mujeres agricultoras sostuvo que la falta de crédito suponía una limitación, frente al 13% de los hombres, y casi el 80% de las mujeres dijo que el transporte era un obstáculo, frente al 15% de los hombres (Deji *et al.*, 2013). Cabe señalar que la discrepancia en los obstáculos percibidos en la que los hombres veían una mayor desventaja era en la comercialización, con un 90%, frente a un 23% en el caso de las mujeres. Otras limitaciones percibidas, como el suministro inadecuado y los elevados precios de los insumos, la falta de servicios de extensión, el acceso al agua, el control de las plagas y las enfermedades y el almacenamiento de los cultivos, presentaban valores más o menos iguales en hombres y mujeres.

Trabajadores ocasionales, temporeros y estacionales

En el caso de las familias agrícolas con menos recursos, trabajar como mano de obra asalariada en otras explotaciones u otros lugares puede ser fundamental para el desarrollo de una estrategia de subsistencia diversificada. Aunque el presente documento se centra en la producción sostenible de frutas y hortalizas por parte de los pequeños agricultores familiares y las cadenas de suministro locales, se debe prestar cierta atención a los agricultores familiares de tamaño medio, así como a las operaciones comerciales de frutas y hortalizas a gran



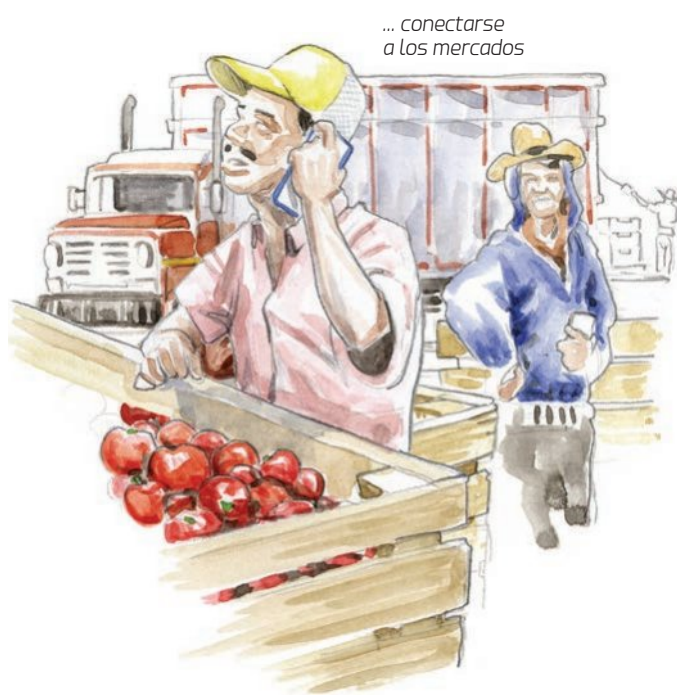
escala que producen para empresas de exportación o agroindustriales involucradas en el procesamiento de las frutas y hortalizas. Sus operaciones también son fundamentales para el suministro y la disponibilidad mundiales de frutas y hortalizas nutritivas. Además, estas grandes empresas comerciales tienen notables necesidades de mano de obra, y las oportunidades de empleo que generan pueden ser un componente importante de las estrategias de subsistencia de las pequeñas familias agrícolas. Los ingresos que los miembros de las familias obtienen mediante el empleo

asalariado, realizado de manera ocasional, temporal o estacional, pueden ayudar a reducir la pobreza y la inseguridad alimentaria. En algunos casos, una parte de estos ingresos puede invertirse en incrementar la producción de cultivos de mayor valor, como frutas y hortalizas. En Senegal, Maertens (2009) observó que los ingresos procedentes del trabajo de temporada en explotaciones agrícolas corporativas a gran escala (cebolla y mango) daban lugar a una productividad, una producción y unos ingresos mayores para los pequeños agricultores. En otro estudio realizado con pequeños agricultores de Senegal, se vio que los salarios obtenidos mediante el trabajo en la producción comercial de judías a gran escala suponían, de media, un 30% de los ingresos familiares (Maertens *et al.*, 2012).

Dolan y Sorby (2003) señalan que en Guatemala, el dinero obtenido por las mujeres como jornaleras en explotaciones de hortalizas era superior al que podían ganar con el trabajo artesanal. En México, los salarios de los empacadores de aguacates estaban por encima del salario mínimo. En Kenia, los exportadores contratan a mujeres, muchas de las cuales carecen de tierras, para realizar trabajos casuales o durante temporadas cortas, trabajar en instalaciones poscosecha y pesar, clasificar, cortar, lavar y empacar las hortalizas. Aunque los salarios no son demasiado elevados, suelen estar muy por encima del salario mínimo estipulado por el gobierno (McCulloch y Ota, 2002). En una revisión bibliográfica de varios países, Maertens *et al.* (2012) observaron que las mujeres constituyen más del 50% de la mano de obra en las industrias de exportación agrícola de alto valor añadido de Chile, Ecuador, Guatemala, Kenia, México, Sudáfrica y Zimbabue. También señalan que, aunque es posible que los salarios sean bajos, en algunos casos la brecha salarial de género en estas industrias de exportación es inferior a la de otros sectores.

Muchos trabajadores ocasionales, temporales y temporeros de explotaciones de frutas y hortalizas a gran escala son migrantes que se desplazan de una zona agrícola a otra dentro de un distrito o país o cruzando fronteras internacionales, a veces en familia. En otros casos, miembros individuales de los hogares, a menudo hombres, viajan solos, lo que aumenta la carga de trabajo de las mujeres que se quedan en casa, haciendo aún más complicado mantener la producción de cultivos de frutas y hortalizas intensivos en términos de mano de obra. Por otro lado, las remesas pueden ser parte de la estrategia de los hogares para aumentar los recursos financieros, invirtiéndose en la explotación agrícola familiar o usándose para otros fines (como la adquisición de frutas y hortalizas de los mercados, por ejemplo).

En las explotaciones agrícolas a gran escala, los acuerdos de trabajo ocasional, temporal y de temporada son en gran parte informales, y los trabajadores pueden encontrarse en situaciones precarias, desprotegidos y vulnerables a la explotación, y a menudo sin acceso a atención sanitaria ni a otras medidas de protección social. La situación de las mujeres y los trabajadores migrantes es de especial riesgo. A menudo, las condiciones de empleo de los trabajadores de las explotaciones de frutas y hortalizas no cumplen las normas de “trabajo digno” previstas en el ODS 8 (OIT, 2019). Incluso en aquellos casos en los que los emolumentos están por encima del salario mínimo o de otras alternativas locales, es posible que no cubran las necesidades básicas. Los trabajadores pasan muchas horas en los campos y corren el riesgo de exponerse a los plaguicidas. Para que las frutas y hortalizas sirvan como motor de un crecimiento económico inclusivo y sostenible, se debe garantizar que los trabajadores, cuya labor es fundamental para la producción, la cosecha, la manipulación poscosecha y el procesamiento sostenibles de las frutas y las hortalizas, reciban un salario justo, trabajen en condiciones seguras y cuenten con una protección social adecuada (para obtener más información, véase el sitio web de la OIT: <https://www.ilo.org/global/standards/introduction-to-international-labour-standards/conventions-and-recommendations/lang-es/index.htm>).



Pequeñas y medianas empresas

La producción de frutas y hortalizas no solo es intensiva desde el punto de vista de la mano de obra, sino también de los conocimientos, algo que puede ser un obstáculo para muchos agricultores. Este obstáculo puede superarse mediante la formación, la extensión y el desarrollo de las capacidades. Sin embargo, el alto valor que se puede obtener de las frutas y hortalizas también permite que algunos agricultores recurran a los servicios prestados por empresarios autónomos y pequeñas y medianas empresas con habilidades y conocimientos especializados. Algunos ejemplos son los viveros que proporcionan plántulas de alta calidad e injertadas y los proveedores de insumos para semillas, productos de gestión de la salud de las plantas, sistemas de riego por goteo e invernaderos, servicios de asesoramiento sobre la salud del suelo, diagnóstico de los cultivos y protección de las plantas, y servicios de cosecha y poscosecha (FAO, 2018d; Liverpool-Tasie *et al.*, 2020).

El carácter perecedero de las frutas y hortalizas frescas exige cadenas de valor eficientes y estables para mantener la calidad de los productos y que estos alcancen su potencial de mercado. De este modo, se crean oportunidades para las pequeñas y medianas empresas y para el transporte y almacenamiento en la cadena de frío. El elevado valor de las frutas y hortalizas puede, por tanto, ser un motor para la diversificación y el desarrollo de las economías locales. Estas pequeñas y medianas empresas también ofrecen oportunidades de empleo a los miembros de las familias agrícolas, que pueden diversificar así sus estrategias de subsistencia.

Tecnologías de la información y la comunicación

El hecho de que los sistemas sostenibles de producción de frutas y hortalizas sean intensivos desde el punto de vista de los conocimientos hace que la digitalización, la gestión de datos y las TIC adquieran una especial relevancia. El empleo en estos ámbitos resulta atractivo para los jóvenes y puede ser una opción laboral para las personas con discapacidades físicas. Las empresas de TIC pueden ser un componente de las estrategias de subsistencia diversificadas de una familia agrícola gestionado colectivamente por un grupo de agricultores u operado en su totalidad por empresarios. El diseño y el contenido de las TIC han de adaptarse a las comunidades rurales. Por ejemplo, los usuarios analfabetos necesitan una aplicación móvil con imágenes y fotografías en lugar de texto.

Para aumentar la producción de forma sostenible, los productores de frutas y hortalizas y los grupos de agricultores necesitan información

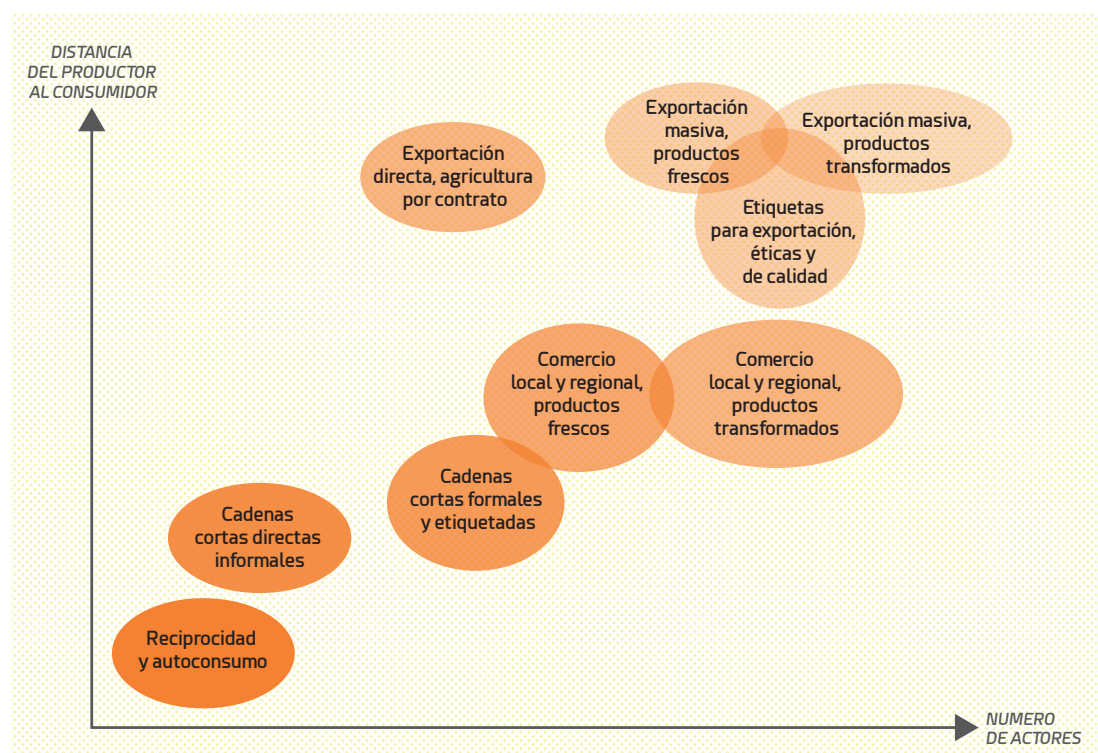


FIGURA 7
Diversidad
de los mercados
de frutas y hortalizas

Fuente: Figura original de J-M. Sourisseau, CIRAD

actualizada de la previsión meteorológica y alertas tempranas sobre los eventos climatológicos, los riesgos de plagas y enfermedades, las opciones de diagnóstico y gestión, y los mercados de los productos y los precios de los insumos. La creación de redes en línea es fundamental para mejorar la programación y la logística necesarias para el traslado de los productos de temporada frescos a través de las diferentes etapas de la cadena de suministro, desde las zonas rurales hasta los centros urbanos. Esta coordinación reforzada reducirá la pérdida de alimentos y garantizará una producción adecuada a la demanda. A través de las redes de TIC, las familias de agricultores, las asociaciones de agricultores y los proveedores pueden crear nuevos mercados para cultivos de frutas y hortalizas menos conocidos y suministrar variedades mejor adaptadas a los entornos locales y las preferencias de los mercados. Las TIC que facilitan las transacciones crediticias y financieras pueden ahorrar tiempo y dinero. Las TIC y los datos compartidos incrementan la estabilidad, los beneficios y la eficiencia laboral de las cadenas de valor, y ofrecen oportunidades de empleo fuera de las explotaciones agrícolas que resultan atractivas para los jóvenes.

*Frutas y hortalizas
se suministran
en mercados callejeros
informales...*



● Mercados

Debido al carácter perecedero y los elevados costes asociados a la producción, la cosecha y la manipulación poscosecha, los pequeños agricultores necesitan disponer de un mercado seguro antes de invertir en la producción de frutas y hortalizas. Estos mercados determinarán en gran medida qué, cuánto y cómo cultivar, las normas de calidad que han de cumplirse, y los servicios poscosecha necesarios. La satisfacción de estas demandas requiere la colaboración entre los agricultores, las organizaciones de agricultores, los agronegocios, los gobiernos, los consumidores y los grupos de la sociedad civil.

La diversidad de frutas y hortalizas ofrece a los productores y los proveedores una amplia gama de oportunidades comerciales. Para los agricultores y proveedores, lo ideal es que estos mercados estén lo más cerca posible, ya que esto reduce los costes de transporte (y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas), disminuye el riesgo de pérdida de alimentos y puede incrementar la calidad de los productos frescos. Las conexiones cercanas con los mercados también permiten a los agricultores y proveedores establecer relaciones directas con los consumidores, generando confianza y ajustando los suministros en función de la retroalimentación recibida.

Los vínculos más fuertes con los mercados locales hacen que la disponibilidad de frutas y hortalizas frescas sea menos vulnerable a las perturbaciones de las cadenas de suministro mundiales causadas por diversos riesgos, como los desastres provocados por los peligros naturales, los impactos relacionados con el clima y las tensiones, como ha ocurrido recientemente con la pandemia de COVID-19. La producción de frutas y hortalizas en zonas urbanas y periurbanas resulta especialmente estratégica, ya que es el típico entorno en el



... así como en mercados
mayoristas organizadas

que la agricultura a pequeña escala resulta aplicable y sostenible. Se necesita una intensificación para realizar un uso óptimo del espacio y los recursos hídricos limitados dentro del contexto global de una población urbana en expansión.

La diversidad de las cadenas de valor de frutas y hortalizas puede representarse esquemáticamente (**Figura 7**) cruzando la distancia existente desde el productor hasta el consumidor final, explicándose la complejidad de las cadenas a través de la diversidad y el número de actores implicados en la cadena de valor. El gradiente mostrado no guarda relación con datos reales sobre la distancia y los actores. Lo importante aquí es la posición relativa de los diferentes mercados en el gráfico. La **Figura 7** expresa la enorme diversidad de mercados de frutas y hortalizas, desde los intercambios basados en la reciprocidad hasta el comercio internacional de frutas y hortalizas y productos procesados. La idea es no dar prioridad a un tipo de cadena de valor, sino orientar las opciones y políticas estratégicas hacia la más sostenible.

El aumento de la proximidad de los mercados a los pequeños agricultores rurales se está convirtiendo en una realidad más generalizada a medida que las zonas urbanas se expanden y las zonas periurbanas pasan a estar urbanizadas. Un elemento fundamental de la integración de los pequeños agricultores en los mercados será la adaptación a esta transición demográfica mediante la creación y el fortalecimiento de vínculos urbanos-rurales (p. ej., a través del comercio electrónico). En Asia se puede observar una cadena de grandes zonas urbanas y ciudades más pequeñas, descrita con el término “desakota” (McGee, 2009). Para los productores de las zonas rurales, esta división poco clara entre las zonas rurales y urbanas supone una oportunidad para atender las necesidades de las poblaciones urbanas.

El objetivo general es crear sistemas alimentarios sostenibles en los que los pequeños agricultores puedan ganarse la vida de forma respetuosa con el medioambiente y que permitan a todos los consumidores, con independencia de dónde vivan o de su nivel de renta, tener acceso a un suministro fiable de frutas y hortalizas frescas, seguras y nutritivas.

Organizaciones de agricultores

Los pequeños agricultores pueden competir y llegar mejor a los mercados si se reúnen en grupos u organizaciones (Markelova y Meinzen-Dick, 2009). El aumento en la eficiencia de las operaciones colectivas y la economía de escala que se obtiene permite el desarrollo de sistemas de suministro, provisiones de servicios y vínculos con el mercado eficaces (FAO, 2012c). Las organizaciones de agricultores agrupan los productos agrícolas, realizan ventas y compras de insumos conjuntas, comparten conocimientos y capacidades e incrementan el poder negociador con los actores de la cadena de valor y los mercados (Kelly, 2012).

Las acciones colectivas de las organizaciones de agricultores permiten reducir los costos de las transacciones para acceder a las finanzas, las tecnologías de mecanización, la información sobre el mercado y los sistemas de certificación. Para apoyar las acciones colectivas realizadas a través de las organizaciones de agricultores, sus miembros deben tener la mayor libertad posible a la hora de crear sus propias normas adaptadas al contexto local y las demandas del mercado (Markelova y Meinzen-Dick, 2009). Las organizaciones de agricultores cambian de un país a otro, aunque comparten algunos factores de éxito: proporcionan flexibilidad para adaptarse al contexto local y las demandas del mercado; facilitan el intercambio de información, la formación y la asistencia técnica; generan nuevas oportunidades e ideas para la financiación; y se centran en la parte básica del negocio antes de expandirse a nuevas áreas (Kelly, 2012). En aquellos casos en los que las organizaciones de agricultores no son suficientes para mejorar la conectividad con los mercados, una alternativa es reunir grupos similares para formar sindicatos, federaciones y redes de productores más grandes (Arias *et al.*, 2013).

Mercados minoristas informales

En los países de rentas bajas, es habitual que los consumidores adquieran productos frescos a los agricultores y los minoristas en mercados informales. Estos mercados informales son muy diversos y resulta complicado dar una definición precisa de los mismos, más allá

de que comparten ciertas cualidades como la falta de regulación y la separación de los mercados minoristas de gran tamaño y formales (supermercados, hipermercados, tiendas de barrio) (CFS, 2015).

En las ciudades y los pueblos, los vendedores de alimentos informales pueden tener una pequeña tienda o un puesto fijo en determinadas zonas, vender en la acera o participar en la venta ambulante. Por lo general, estos comerciantes informales obtienen sus productos de mayoristas, aunque en algunos casos los compran directamente a los agricultores o las organizaciones de agricultores. A menudo, los miembros de la familia agrícola, normalmente de sexo femenino, comercializan sus productos de manera informal en los mercados locales. Aunque las cadenas de suministro que sustentan el comercio informal de alimentos suelen concentrarse alrededor de una región urbana, también pueden cubrir distancias más largas. Por ejemplo, en el África subsahariana, el suministro de frutas y hortalizas a los mercados urbanos puede ser internacional, lo que implica un comercio informal transfronterizo.

No se puede sobreestimar la importancia de los mercados minoristas de alimentos informales a la hora de garantizar la seguridad alimentaria. Citando una encuesta del Banco Mundial realizada en 2013, la FAO (2017b) subraya que el 95% de las frutas y hortalizas frescas consumidas en Kenia son cultivadas por pequeños agricultores y suministradas a través de cadenas de suministro informales. En los alrededores de la ciudad zambiana de Kitwe, cerca del 70% de los productos frescos se vendían en mercados tradicionales al aire libre (FAO y RUAF, 2018). Incluso en los países de rentas altas, la cantidad de frutas y hortalizas que se adquieren en los mercados tradicionales puede ser elevada. Las encuestas realizadas en Chile mostraron que los consumidores adquirirían el 70% de todas las frutas y hortalizas en mercados callejeros (Arias *et al.*, 2013).

Estos vendedores de alimentos informales pueden responder mejor a las necesidades de los consumidores de rentas bajas en las zonas rurales, periurbanas y urbanas. Su flexibilidad y su movilidad les permiten vender en puntos estratégicos de la ciudad que resultan prácticos para los consumidores de rentas bajas (cerca de centros de transporte público, por ejemplo). Pueden vender cantidades más pequeñas y productos de formas y tamaños poco habituales para ajustarse a presupuestos más bajos. En algunos casos, pueden ofrecer crédito a sus clientes. Estos mercados minoristas informales resultan fundamentales para los sistemas alimentarios rurales-urbanos, ya que ofrecen a los pequeños agricultores acceso a los mercados, proporcionando ingresos modestos a los hombres y las mujeres de entornos rurales y urbanos menos cualificados, así como acceso a productos frescos a los consumidores de rentas bajas.

Sin embargo, estos mercados y vendedores informales presentan también claras desventajas. La calidad de los productos puede ser baja y el riesgo de contaminación, relativamente alto, ya que es posible que no existan normas de seguridad alimentarias o que estas se ignoren, y que las condiciones higiénicas sean deficientes. Debido a la incapacidad de los vendedores de mantener los productos frescos y almacenar los productos que no vendan al final del día, las pérdidas son considerables, y los productos desechados pueden provocar problemas de saneamiento. En las ciudades concurridas, los vendedores de alimentos informales pueden contribuir a la congestión.

Por motivos relacionados con el medioambiente, la salud pública y otros aspectos de la vida urbana, los planificadores urbanos son responsables de establecer regulaciones para el comercio informal de frutas y hortalizas. A menudo entran en juego también los aspectos estéticos, ya que la presencia de vendedores informales no siempre coincide con la visión de una ciudad moderna que tienen los planificadores (como se ha observado en el caso de Bangkok, Tailandia). Sin embargo, las medidas destinadas a formalizar el sistema informal deben tener en cuenta también el papel fundamental que puede suponer la mejora de estos mercados informales para estimular a los agricultores a invertir en sistemas de producción más productivos y sostenibles y, por extensión, a catalizar el desarrollo económico territorial. Estos mercados también contribuyen de manera crucial al sustento económico y la seguridad alimentaria y nutricional de las familias rurales, periurbanas y urbanas. Es posible que los mercados informales sean la única forma que tienen los hogares vulnerables de acceder a frutas y hortalizas frescas en barrios de rentas bajas. Para evitar el fenómeno del desierto alimentario y mantener entornos alimentarios saludables que mejoren el acceso a alimentos nutritivos, los planificadores urbanos deben considerar cuidadosamente las ubicaciones físicas de estos mercados.

Mercados minoristas de alimentos formales

Los supermercados y otros tipos de mercados minoristas de alimentos modernos han transformado los sistemas alimentarios en todo el espectro urbano-rural. Han reducido la cuota de mercado de los mercados tradicionales, alterado los patrones dietéticos y cambiado las prácticas de adquisición de alimentos. Debido a la preocupación por la calidad y la seguridad alimentarias de los productos frescos que se venden en los mercados informales, muchos consumidores confían más en las frutas y las hortalizas de los supermercados.

En cierto modo, los agricultores y los proveedores de frutas y hortalizas están en mejores condiciones que los agricultores y los proveedores de

otros cultivos para adaptarse a la expansión de los mercados minoristas modernos y lograr un cierto grado de integración en el mercado. Los supermercados pueden vender alimentos procesados y cultivos de cereales muy baratos porque estos se transportan y almacenan fácilmente y pueden adquirirse en cantidades a granel de fuentes globales, lo que dificulta la competencia de los productores de cereales y de aquellos que suministran alimentos deshidratados y procesados. Sin embargo, para los productores y proveedores de productos perecederos, el equilibrio competitivo está menos sesgado y existen oportunidades de suministro a los mercados. Entre 2006 y 2016, el porcentaje de alimentos frescos distribuidos a través de los supermercados se mantuvo por debajo del 50% en los países de rentas altas, por debajo del 30% en los países de rentas medias-altas y alrededor del 10% en los países de rentas medias-bajas (Panel Global sobre Agricultura y Sistemas Alimentarios para la Nutrición, 2016).

Reardon y Gulati (2008) observaron que las frutas y hortalizas tienden a ser más baratas en los mercados tradicionales que en los supermercados, sobre todo en los países en los que la expansión de los mercados minoristas modernos está menos avanzada. Sin embargo, señalan que la India, que sigue en una fase relativamente temprana de la transición a los mercados minoristas modernos, constituye una excepción en este sentido, ya que las hortalizas pueden ser un 33% más baratas en los supermercados que en los mercados tradicionales.

Hay un mayor impulso para que los supermercados adquieran sus frutas y hortalizas a nivel nacional debido a los costes, la complejidad, las emisiones de gases de efecto invernadero y los riesgos (como las pérdidas debidas al carácter perecedero de los productos) asociados con las cadenas de suministro de frutas y hortalizas a larga distancia. Citando un informe de 2014 preparado para Ciudad del Cabo (Sudáfrica), Battersby y Watson (2018) indicaron que las cuatro principales empresas de supermercados de la ciudad obtenían el 56% de las hortalizas a 200 km o menos de la ciudad, algo que solo ocurría con el 5% del grano. Aunque la proximidad de los productores de frutas y hortalizas locales a los supermercados coloca a los agricultores en una posición favorable, estos deben superar los obstáculos prácticos que presentan las normas de seguridad y calidad alimentarias de los supermercados y proporcionar un suministro constante de los volúmenes de productos requeridos.

En Kenia, se constató que las explotaciones que abastecían a los supermercados eran de media cinco veces más grandes (9 a 18 ha) que las que participaban en los mercados informales, y dependían en gran medida de la mano de obra contratada (Neven *et al.*, 2009), aunque seguían siendo más pequeñas de lo indicado en la definición

de auténticas explotaciones agrícolas a gran escala (FAO, 2017f). Los agricultores de Kenia integrados en el mercado minorista nacional formal lograron un aumento del 50% en los ingresos de sus hogares (Rao y Qaim, 2011). En algunos contextos, los supermercados han recurrido a los pequeños productores para cubrir sus necesidades, como en la India, donde algunas cadenas de supermercados han relajado sus normas para mantener existencias de hortalizas frescas obtenidas a partir de pequeños productores locales (Hampel-Milagrosa, 2016).

En Kenia, para satisfacer los requisitos de calidad y volumen de los supermercados, los pequeños productores de hortalizas de hoja tradicionales formaron grupos con ayuda de Farm Concern International (FCI), una ONG regional, y concertaron un acuerdo de provisión de cultivos agrícolas con la cadena de supermercados Uchumi. Los grupos de agricultores se aseguraban de que se respetaran los términos del contrato, y el personal de los supermercados llevaba a cabo controles de calidad. Tras el acuerdo contractual inicial con Uchumi, los grupos firmaron otros acuerdos con diferentes supermercados, tiendas de comestibles e incluso mercados informales, dando lugar a aumentos significativos en la producción y los ingresos (Herbel *et al.*, 2012).

Una de las historias de éxito más recientes del acceso al mercado de los pequeños agricultores ha sido la entrada de Twiga Foods (<https://twiga.com/>) en el mercado keniano. Desde 2014, Twiga Foods adquiere frutas y hortalizas a los pequeños agricultores de zonas rurales y las suministra a los comerciantes de las ciudades.

Mercados de exportación

Este documento subraya la importancia de la integración de los pequeños productores de frutas y hortalizas en los mercados cercanos para aumentar la productividad agrícola y desarrollar sistemas alimentarios locales sólidos que puedan garantizar un suministro adecuado de productos frescos nutritivos, especialmente en los países de rentas bajas donde la prevalencia de la malnutrición es elevada y los suministros de frutas y hortalizas resultan insuficientes. Sin embargo, se deben tener en cuenta las oportunidades que supone para los pequeños agricultores de los países de rentas bajas la participación en los mercados de exportación. Las largas temporadas de cultivo y el bajo coste de la mano de obra de los países tropicales ofrecen a los pequeños agricultores oportunidades para obtener mayores ingresos al aprovechar la demanda de frutas y hortalizas de fuera de temporada de los países templados de rentas altas. A su vez, el aumento en los ingresos y la productividad de estos agricultores contribuye al desarrollo económico local y, por tanto, a la seguridad alimentaria.

Sin embargo, al igual que en los mercados minoristas nacionales, para los pequeños agricultores de los países de rentas bajas y medias bajas, la participación en los mercados de exportación plantea enormes desafíos. Los gobiernos de los países de rentas altas han establecido estrictos requisitos de seguridad alimentaria y trazabilidad (de plaguicidas, micotoxinas y plagas cuarentenarias, patógenos).

Los pequeños agricultores se ven limitados por las economías de escala, y la agricultura contractual puede constituir un mecanismo para su integración en los mercados de exportación. En la agricultura contractual, los pequeños agricultores firman contratos con compradores que establecen los términos y condiciones para la producción y la comercialización de productos agrícolas, normalmente estipulando el precio a pagar, la cantidad y la calidad del producto y la fecha de entrega. Los compradores que firman los contratos se comprometen a proporcionar insumos como semillas y fertilizantes, además de asesoramiento crediticio y técnico, así como servicios poscosecha para cumplir las normas de BPA y de buenas prácticas de fabricación (BPF). Estos contratos pueden contribuir a incrementar la productividad, mejorar la eficiencia en el uso de los insumos y los recursos naturales (lo que reduce la contaminación ambiental) y garantizar la seguridad alimentaria.

En el caso de los pequeños productores de hortalizas de Kenia, se ha demostrado que la agricultura contractual aumenta los ingresos de los agricultores (McCulloch y Ota, 2002). Sin embargo, uno de los inconvenientes de este mecanismo es que los contratos se firman con los propietarios de las tierras, que son casi siempre hombres. Aunque las mujeres contribuyen de forma importante a la producción, el pago se abona al contratista, lo que puede dar lugar a una distribución injusta de los ingresos y a conflictos intrafamiliares, tal y como se observó en Kenia (Dolan, 2001). La FAO ha publicado una serie de principios rectores para llevar a cabo operaciones de agricultura contractual responsables (FAO, 2012d). Para obtener más información sobre la agricultura contractual, se puede acceder al Centro de Recursos sobre la Agricultura de Contrato de la FAO (<http://www.fao.org/in-action/contract-farming/es/>).

Una revisión de los estudios sobre la participación de los pequeños productores de frutas y hortalizas en las cadenas de exportación de siete países del África subsahariana mostró que dicha participación cambia notablemente en función del país y los cultivos (Maertens *et al.*, 2012). En Madagascar, en 2004, entre el 90 y el 100% de las hortalizas frescas cultivadas para la exportación procedían de pequeños agricultores, mientras que en Senegal, este porcentaje era del 52%, y en Zimbabue, en 1998, era del 6%. En Costa de Marfil, en 2002, los pequeños agricultores no suministraban ningún porcentaje de los plátanos, pero sí

un 70% de las piñas. En Madagascar, la agricultura contractual de judías verdes (exportadas sobre todo a Francia) suponía casi la mitad de los ingresos familiares. Además, los insumos y el apoyo proporcionados por la empresa exportadora (el único exportador nacional del país) también se tradujeron en otros beneficios. Los pequeños agricultores han obtenido la certificación de Global GAP y han aplicado algunas de las prácticas sostenibles, como el compostaje, introducido para el cultivo de la judía verde, para aumentar la productividad del resto de cultivos. Sin embargo, en Senegal, las grandes explotaciones agrícolas han recibido la certificación de Global GAP, pero ninguno de los pequeños agricultores de la agricultura contractual lo ha logrado. Además, las familias dedicadas a la agricultura contractual tenían muchos más activos en terrenos y no relacionados con las tierras. En Madagascar, aunque los agricultores contratados tenían terrenos que estaban en consonancia con la media nacional (menos de 1 ha), sus niveles educativos eran más altos. La agricultura contractual de hortalizas para los mercados de exportación puede incrementar los ingresos de los pequeños agricultores, pero, dado que estos suelen estar relativamente bien acomodados, puede tener un impacto global limitado sobre la reducción de la pobreza, aunque puede servir de ayuda para la difusión de prácticas de gestión agrícola más sostenibles. El aumento de los ingresos procedentes de la mano de obra asalariada en grandes explotaciones de frutas y hortalizas y agroindustrias que abastecen a los mercados de exportación también redujo la pobreza (Maertens *et al.*, 2012). Algunas familias, sin embargo, pueden hacer frente a importantes limitaciones a la hora de participar en este sector (McCulloch y Ota, 2002).

Segmentos de mercado

La gran diversidad de los cultivos de frutas y hortalizas, incluidas las NUS, y sus elevados contenidos en nutrientes y valores económicos, ofrecen oportunidades empresariales para el desarrollo de segmentos de mercado locales rentables para los pequeños agricultores. Los segmentos de mercado pueden crearse llegando a diferentes comunidades que se han asentado en ciudades cercanas y suministrando alimentos que forman parte de sus tradiciones culinarias (que pueden comercializarse como cultivos tradicionales). Estos alimentos no tienen por qué suministrarse únicamente a través de los mercados minoristas, sino que pueden incluirse en acuerdos de venta directa a restaurantes, servicios de catering y organizaciones culturales. En algunas zonas, existe la oportunidad de suministrar productos frescos directamente a los servicios de catering de hoteles y restaurantes dirigidos a turistas y otros visitantes internacionales, en los que se incluyen frutas, hortalizas y recetas locales distintivas y poco usuales.

Otra opción de comercialización es la organización de grupos agrícolas comunitarios, en los que los consumidores que desean consumir alimentos de temporada saludables cultivados localmente pagan una suscripción inicial al comenzar la temporada a un agricultor o un grupo de agricultores, quienes le suministran periódicamente una cesta de productos frescos durante todo el año.

Sistema participativo de garantía

En general, debido a los altos costes y la complejidad del papeleo, los pequeños agricultores de los países en desarrollo tienen dificultades para cumplir con las normas asociadas con las certificaciones externas (BPA, agricultura ecológica y comercio justo, etc.). Los sistemas participativos de garantía (SPG) ofrecen una certificación alternativa adecuada para los pequeños agricultores. Las hortalizas, las frutas y las especias son los productos que se venden de manera más habitual a través de estos programas. Para que los SPG funcionen, es importante que exista una demanda de alimentos seguros y saludables por parte del mercado, así como agricultores pioneros dispuestos a trabajar juntos para aumentar el rendimiento económico (FAO e INRA, 2016).

Los SPG se aplicaron originalmente para los pequeños agricultores dedicados a la agricultura ecológica que querían abastecer a los mercados locales y nacionales. Sin embargo, también pueden adaptarse y utilizarse en todo tipo de producción sostenible. Los SPG quedan garantizados por la participación directa de los agricultores, los consumidores y otras partes interesadas mediante las visitas a las explotaciones y el arbitraje (IFOAM, 2008). Este tipo de sistema de garantía es adecuado para los pequeños agricultores, ya que reduce los costes de participación (que en su mayoría adoptan la forma de tiempo de voluntariado) y el papeleo con respecto a la certificación externa (FAO e IFOAM, 2018). Los SPG proporcionan beneficios económicos a los pequeños agricultores, ya que identifican los productos como seguros y de buena calidad, lo que les ayuda a acceder a nuevos mercados más estables.

En Namibia, donde las declaraciones fraudulentas de calidad ecológica resultantes de la débil infraestructura institucional han sido un problema, los productores y los consumidores propusieron un SPG. Esto fomentó la confianza de los consumidores en los productos con la etiqueta del SPG, incrementó el rendimiento económico y mejoró la colaboración entre los agricultores, los agentes de la cadena de valor, los mercados y los consumidores (FAO e INRA, 2016).





CAPÍTULO 4

Un entorno propicio

- Conocimientos, habilidades y promoción ----- 118
- Servicios de extensión y asesoramiento agrícolas ----- 119
- Escuelas de Campo para Agricultores ----- 122
- Educación alimentaria y nutricional en las escuelas ----- 124
- Educación alimentaria y nutricional fuera de las aulas - - - 125
- Campañas internacionales de promoción de las frutas y hortalizas ----- 126
- Garantizar el acceso a los recursos ----- 127
- El enfoque de los sistemas alimentarios de las regiones urbanas ----- 132
- Conexión con los mercados ----- 133
- Regulaciones e incentivos gubernamentales ----- 136
- Opciones de protección social y reducción de riesgos - - - 141
- Investigación e innovación ----- 144
- Políticas e incentivos para la producción sostenible y los sistemas alimentarios de frutas y hortalizas - - - - - 151



La producción sostenible y las cadenas de valor estables para las frutas y hortalizas requieren soporte técnico, financiero y político. Esto es necesario para que la producción agrícola mundial vaya más allá del cumplimiento de las necesidades de energía alimentaria y alcance los requisitos nutricionales críticos. Según la FAO, existe una brecha nutricional entre los alimentos cultivados y disponibles y los alimentos necesarios para llevar una dieta saludable (Mason-D'Croz *et al.*; 2019, FAO *et al.*, 2020). Uno de los mensajes clave que se dieron en el Simposio Internacional sobre Sistemas Alimentarios Sostenibles en favor de unas Dietas Saludables y de la Mejora de la Nutrición de la FAO/la OMS, que tuvo lugar en 2016, fue este: "Existe un desajuste persistente entre las políticas y las inversiones agroalimentarias en el lado de la oferta y los objetivos en materia de nutrición" (FAO y OMS, 2017). Apoyar a los pequeños agricultores para que aumenten la producción sostenible de frutas y hortalizas ayudará a cerrar esta brecha nutricional y a corregir el desajuste (FAO, 2014f).

Se necesita un entorno propicio para apoyar la producción de frutas y hortalizas a pequeña escala, así como otras etapas de la cadena de valor, además de la incorporación de estrategias de desarrollo multisectoriales y sensibles a los riesgos múltiples que incluyan a los ministerios de agricultura, medioambiente, salud pública, seguridad alimentaria, comercio, educación y planificación. Es preciso establecer colaboraciones y asociaciones con organismos intergubernamentales, organizaciones de agricultores, miembros del sector privado y la sociedad civil, y ONG internacionales y nacionales. En colaboración con la OMS, la FAO ha analizado el papel de las diferentes partes interesadas y ha elaborado un marco estratégico para apoyar las iniciativas nacionales y regionales relacionadas con la promoción de las frutas y hortalizas para la mejora de la salud (FAO, 2004).

● Conocimientos, habilidades y promoción

La producción sostenible de frutas y hortalizas requiere un alto nivel de conocimientos, y los pequeños agricultores necesitan disponer de acceso a una orientación técnicamente sólida, además de oportunidades de desarrollo de habilidades de calidad. Asimismo, los pequeños agricultores necesitan tener acceso a una amplia gama de información útil relacionada con el clima, los insumos y los mercados para poder tomar decisiones adecuadas sobre cuándo y qué tipo de insumos adquirir y cuándo y dónde vender sus cosechas. Esto requiere la participación en actividades de creación de capacidades que introduzcan prácticas, tecnologías e insumos sensibles a los nuevos

riesgos (cultivos y variedades, gestión del agua y los nutrientes, salud del suelo y las plantas), pero que también se extiendan a la comercialización. Será necesaria la colaboración entre una gama especialmente amplia de sectores, como la agricultura, el medioambiente, la salud y la nutrición, el agua, el saneamiento y la higiene, con el fin de proporcionar la formación necesaria y garantizar la creación de cadenas de valor estables que suministren frutas y hortalizas seguras.

Los programas de género destinados a desarrollar las capacidades comerciales de los productores de frutas y hortalizas y sus proveedores de servicios (para insumos, opciones poscosecha y vínculos con el mercado) son fundamentales. Los programas de género socialmente inclusivos que pueden llegar a un gran número de beneficiarios con una amplia gama de necesidades requieren el apoyo coordinado de diferentes grupos, que deberán trabajar de manera colaborativa a nivel nacional, subnacional y local. Esto incluirá la creación de asociaciones entre los organismos gubernamentales, las organizaciones de la ONU y otras organizaciones multinacionales, las ONG nacionales e internacionales, las organizaciones de agricultores, las organizaciones de la sociedad civil, las agencias de investigación y el sector privado. La formación y la capacitación en los niveles terciario y secundario requieren mejoras.

Al mismo tiempo, también es necesario emprender campañas de promoción de los beneficios de comer frutas y hortalizas frescas variadas. El aumento en el consumo de frutas y hortalizas frescas no solo tendrá un impacto positivo sobre la nutrición y la salud, sino que estimulará la demanda de los consumidores de frutas y hortalizas seguras y cultivadas de forma sostenible, lo que puede crear nuevas oportunidades de mercado para los pequeños agricultores locales. A lo largo de este documento se abordará en más detalle la formación nutricional dentro y fuera de las escuelas.

● Servicios de extensión y asesoramiento agrícolas

Los servicios de extensión y asesoramiento agrícolas (AEAS, por sus siglas en inglés) abarcan las distintas actividades que tienen como fin proporcionar la información y los servicios requeridos por los agricultores y otros actores en entornos rurales para ayudarles a desarrollar sus propias habilidades y prácticas de índole técnica, organizativa y administrativa con el objetivo de mejorar sus medios de vida y su bienestar (GFRAS, 2012). Los AEAS son fundamentales para incrementar la producción sostenible de cultivos, y es necesario

incrementar su disponibilidad general (FAO, 2014d), especialmente para las mujeres (FAO, 2011b). El diálogo comunitario es crucial para fomentar la comunicación entre los agricultores, los profesionales, los investigadores y el gobierno local (David y Cofini, 2017). A la hora de diseñar programas de formación, es importante pensar en cuál es el mejor modo de alentar a las mujeres a participar; por ejemplo, adaptando el momento y la ubicación de las sesiones. Los pequeños agricultores tienen dificultades para acceder a los AEAS porque los planes financiados con fondos públicos tienen un alcance limitado. La diversificación de los proveedores de AEAS ha ayudado a salvar la brecha existente entre la oferta y la demanda. Sulaiman y Hall (2002) describen una serie de experiencias en la India en las que la diversificación de proveedores de AEAS ha ayudado a reducir la brecha existente entre la oferta y la demanda realizando un mejor uso del sector privado y la sociedad civil a través de proveedores de insumos, empresas de exportación, ONG y asociaciones de agricultores, por ejemplo, y todo ello se ha visto apoyado además por los avances en el desarrollo de las TIC.

En el caso de las frutas y hortalizas, es especialmente importante que exista la capacidad de diagnosticar y gestionar las plagas y enfermedades de forma sostenible mediante vínculos con redes especializadas (Miller *et al.*, 2009). En Uganda, la implementación exitosa de clínicas para plantas móviles dependía de la creación de un sistema funcional de salud para plantas con el apoyo de políticas agrícolas nacionales (Danielsen *et al.*, 2014; Danielsen y Matsiko, 2016).

Muchas empresas de semillas, como East-West Seed, proporcionan servicios de asistencia a los pequeños productores de frutas y hortalizas, entre los que se incluyen la formación y el asesoramiento en la gestión de plagas. Sin embargo, la mayoría de las empresas del sector privado que venden insumos y equipos no disponen de un acceso tan directo a los pequeños agricultores de zonas rurales remotas como el que pueden tener los pequeños minoristas no especializados que venden a menudo una escasa variedad de insumos por ejemplo plaguicidas en los pueblos. Existe la preocupación de que los proveedores privados de insumos y los distribuidores agrícolas promuevan el consumo de sus propios productos, que pueden ser más costosos y menos adecuados para los agricultores que las alternativas disponibles, o plantear un mayor riesgo para la salud humana y ambiental (como en el caso de los agroquímicos). Aunque tales prácticas flagrantes existen, la regulación más estricta de los productos aprobados y la introducción de códigos de prácticas están permitiendo combatir los peores excesos de los distribuidores agrícolas. También existe una mayor conciencia de que el suministro sostenible de insumos esenciales y asequibles depende en gran medida de un sector privado dinámico.

Uno de los objetivos del aumento sostenible de la producción de frutas y hortalizas es garantizar que los agricultores tengan acceso a la información y los servicios que necesitan para determinar con exactitud los requisitos de fertilizantes y las opciones de MIP. En un estudio realizado en el sudeste asiático, se observó que los productores de hortalizas que recibían asesoramiento para la protección de los cultivos de los vendedores de plaguicidas gastaban un 251% más en plaguicidas químicos que los que solicitaban dicho asesoramiento a vecinos o agentes de extensión (Schreinemachers *et al.*, 2017a).

El gobierno tiene un papel continuo en la coordinación de la provisión de servicios de asesoramiento, debiendo asegurarse de que sea adecuada desde un punto de vista ambiental, comercial y social. El sector público sigue teniendo un papel importante en la provisión de servicios de extensión y asesoramiento, especialmente en zonas en las que la prevalencia de la inseguridad alimentaria y nutricional es elevada. Sin embargo, la provisión de asesoramiento de extensión a una gran cantidad de pequeños agricultores resulta costosa, y los gobiernos deben sopesar cuáles son los beneficios ambientales, económicos y para la salud de estas actividades frente a los que pueden obtenerse con posibles alternativas. También se ha reconocido que en estas zonas rurales, las iniciativas formativas deben responder mejor a las necesidades de los agricultores y los miembros de la cadena de valor, y no solo abordar los problemas de producción en las explotaciones agrícolas, sino también otras preocupaciones relacionadas con los vínculos con los mercados, el fortalecimiento del espíritu empresarial, y la mejora del acceso a insumos, créditos y opciones poscosecha asequibles y de alta calidad. La digitalización de los servicios de extensión y asesoramiento puede mejorar el acceso, la provisión, el alcance y el impacto de los AEAS para los productores y procesadores agrícolas, incluidos los jóvenes y las mujeres de entornos rurales, a través de innovaciones digitales, con tecnologías emergentes (cadenas de bloques, inteligencia artificial o el internet de las cosas [IdC]) y herramientas digitales accesibles (teléfonos móviles, plataformas de gestión de los conocimientos [lo que también se conoce como extensión digital] y programas de radio y televisión).

Las personas que trabajan en las cadenas de valor de las frutas y hortalizas necesitan disponer de un mejor acceso a la información y la formación. Fernandez-Stark *et al.* (2011) identificaron las siguientes áreas de atención prioritarias:

- formación en seguridad de los alimentos y cómo satisfacer las normas de cumplimiento;
- incentivos para que las empresas pasen de una mano de obra flexible a otra más permanente a fin de maximizar el retorno de la inversión en formación;

- aumento de las asociaciones entre instituciones educativas y empresas del sector privado para personalizar los programas formativos y satisfacer las necesidades del sector; y
- desarrollo de las capacidades de implementación de medidas sensibles al riesgo en todos los aspectos de la cadena, como la producción, el envasado, el almacenamiento y el procesamiento de productos agrícolas.

Por sí solos, los organismos públicos no pueden responder a las necesidades de los agricultores y los miembros de la cadena de valor, cada vez más complejas. A la hora de prestar asesoramiento rural, el sector público suele trabajar en colaboración con otros proveedores, implicando a diferentes tipos de agencias del sector público, ONG locales, nacionales o internacionales, universidades, empresas de asesoría del sector privado u organizaciones de agricultores. Los servicios de asesoramiento rural proporcionados por las ONG y los modelos de empresas sociales tienden a ser participativos y, por tanto, eficaces en su enfoque, pero, como suelen depender del apoyo de donantes, la provisión a largo plazo puede constituir un problema.

No existe un método único para proporcionar asesoramiento de extensión que responda a diferentes necesidades, propósitos y objetivos. Tal y como señala la FAO (2014d, p. 72), “un problema fundamental al que se enfrentan los gobiernos y otros actores implicados en el diseño de servicios de asesoramiento y extensión eficaces es la escasez de evidencias empíricas para escoger las mejores opciones”. Para hacer frente a este vacío, la FAO y el Foro Global para los Servicios de Asesoría Rural (<https://www.g-fras.org/es/>) apoyan el desarrollo y la síntesis de métodos y políticas basados en la evidencia para mejorar la eficacia de los servicios de asesoramiento rural (Blum *et al.*, 2020).

● Escuelas de Campo para Agricultores

Una ECA es un proceso participativo de aprendizaje en grupo que la FAO desarrolló por primera vez hace más de 30 años con el fin de promover la GIP en los campos de arroz de Asia. Desde entonces, este enfoque se ha adaptado a los programas de desarrollo de África, Asia y Latinoamérica, y las ECA se están implementando actualmente en más de 90 países. Todo ello se revisó en detalle en una publicación realizada por la FAO (2019e). El foco de atención de las ECA se ha ampliado para cubrir una amplia gama de cultivos, entre los que se encuentran las frutas y hortalizas, y para abordar cuestiones relacionadas con la preparación de la tierra, la gestión de los viveros,

CUADRO 10. Clubes Dimitra para la mejora de los servicios de extensión.*Fuente: Proyecto FAO-Dimitra (<http://www.fao.org/dimitra/home/en/>)*

Los Clubes Dimitra son grupos voluntarios e informales destinados a mujeres, hombres y jóvenes. Sus miembros debaten sobre cuestiones comunes relacionadas con temas muy diversos, como la producción y la comercialización agrícolas, los alimentos y la nutrición, y el desarrollo de pequeñas empresas. Trabajan juntos para desarrollar enfoques prácticos que permitan resolver problemas utilizando recursos locales. Este enfoque se integra en más de 30 proyectos de desarrollo sobre el terreno de la FAO. En 2019 había más de 5 000 Clubes Dimitra con unos 150 000 miembros (el 60% de los cuales eran mujeres) en ocho países del África subsahariana. En Níger

y Senegal, los Clubes Dimitra han desarrollado sinergias estrechas con las ECA. El Programa FAO-Dimitra facilita su creación y proporciona formación y orientación, pero los clubes se autogestionan.

En 2014, en la República Democrática del Congo, los miembros de los Clubes Dimitra, tras consultar con un experto en nutrición, presionaron para que se pusiese fin a una serie de restricciones en su dieta habitual que impedían a las mujeres tomar ciertos alimentos. Abordar los tabúes alimentarios es importante, ya que estos pueden constituir un obstáculo para el aumento del consumo de frutas y verduras (Beaudreault, 2019).

Los clubes son un elemento clave del Programa FAO-Dimitra, proporcionando asesoramiento normativo a los ministerios gubernamentales para la adopción e integración de enfoques transformadores de género en sus políticas, estrategias y programas de lucha contra la pobreza y el hambre. En ellos se presta especial atención a la inclusión de grupos que tienden a ser marginados, como las mujeres y los jóvenes, de modo que los clubes capacitan a estas voces que rara vez se escuchan y les ayudan a hacerse oír. Los clubes desarrollan asociaciones con las emisoras de radio locales, que transmiten los debates entre sus miembros a través de un medio accesible.

el riego, la conservación del suelo, la selección de variedades, el uso de fertilizantes, el compostaje, la GIP, las cadenas de valor y la comercialización. En la República Democrática del Congo, la FAO organizó ECA destinadas a más de 9 000 productores de hortalizas de cinco ciudades (FAO, 2010a). La economía básica de la producción de hortalizas también se abordó durante las sesiones celebradas en Malaui, donde el Ministerio de Agricultura, Riego y Desarrollo Hídrico preparó un Manual de Nutrición para las Escuelas de Campo para Agricultores en 2015.

Los facilitadores de las ECA reciben formación sobre cuestiones de género y se familiarizan con los conceptos de inclusión y vulnerabilidad sociales. A lo largo de los años, las buenas prácticas de género y las lecciones aprendidas han demostrado que las ECA pueden influir en la dinámica social y reforzar la inclusión social. Utilizando el concepto de ECA como modelo, la FAO desarrolló el enfoque de las Escuelas de Negocios para Agricultores para ayudar a los pequeños agricultores a sacar partido de las nuevas oportunidades de mercado, y se ha asociado con diversas organizaciones e iniciativas, como los Clubes Dimitra (**Cuadro 10**). Véase el sitio web de la Plataforma Global de Escuelas de Campo para Agricultores (<http://www.fao.org/farmer-field-schools/home/es/>).



*Jardines escolares
para una educación
agradable desde el campo...*

● Educación alimentaria y nutricional en las escuelas

Los programas escolares de alimentación y nutrición que permiten a los niños aprender más sobre las dietas saludables son importantes para hacer frente a la malnutrición y generar una futura demanda de frutas y hortalizas por parte de los consumidores. La FAO ha trabajado con varios países y socios para desarrollar materiales y actividades destinados a la formación profesional de los educadores nutricionales (FAO, 2019e). En el sitio web de Educación en nutrición en las escuelas primarias se ofrece una serie de materiales que componen la guía de planificación de la FAO para el desarrollo curricular en formación nutricional en las escuelas primarias (<http://www.fao.org/3/a0333e/a0333e00.htm>).

Los huertos escolares combinan la educación nutricional con la formación sobre el cultivo y la preparación de las frutas y hortalizas, junto con el aprendizaje didáctico de materias como las ciencias, los negocios, las matemáticas y el arte. Esto permite garantizar que los conocimientos adquiridos sobre el valor nutricional de las frutas y hortalizas vayan de la mano con la capacidad de obtener un suministro seguro y protegido en el ámbito doméstico. Diversos estudios han demostrado que los huertos escolares pueden ayudar a aumentar la apetencia de los niños por las frutas y hortalizas, aunque hasta ahora las evidencias sobre su impacto en el cambio del comportamiento de los consumidores son limitadas (Schreinemachers *et al.*, 2017c, 2019). Se deben realizar



...hasta el plato

más esfuerzos para relacionarlos con el cambio de comportamiento y para desarrollar habilidades agrícolas y empresariales en los niños, algo que puede servir como guía para la siguiente generación de agricultores y alentarlos a cultivar de forma sostenible y teniendo en cuenta los aspectos nutricionales. La FAO ha preparado un conjunto de materiales de formación sobre el establecimiento de huertos escolares (FAO, 2005a) y ha apoyado las iniciativas nacionales al respecto en Armenia, Azerbaiyán, Bahamas, Brasil, El Salvador, Honduras, Kirguistán, Nicaragua, Sudáfrica y Tayikistán, con el fin de resaltar la importancia del consumo de frutas y hortalizas.

● Educación alimentaria y nutricional fuera de las aulas

Dada la enorme importancia de abordar la malnutrición entre los más vulnerables, incluidas las niñas adolescentes, las mujeres embarazadas y lactantes y los niños en sus primeros 1 000 días de vida, se han realizado esfuerzos considerables para llegar directamente a los hogares y las comunidades vulnerables a fin de incrementar la sensibilización sobre la nutrición adecuada, así como el suministro y la disponibilidad de las frutas y hortalizas y otros alimentos saludables. El Movimiento Fomento de la Nutrición (SUN, por sus siglas en inglés <https://scalingupnutrition.org/es/>), que está activo en más de 60 países y recibe el apoyo de la Red de la ONU, centra sus esfuerzos en garantizar una buena nutrición durante los primeros 1 000 días de vida.

Las sesiones de cocina participativas, que combinan la educación nutricional con las habilidades para cocinar, promueven el consumo de frutas y hortalizas de cosecha propia o disponibles localmente para reducir las deficiencias de micronutrientes, especialmente en madres y bebés. La FAO ha elaborado guías prácticas y recetas para sesiones de cocina participativa y ha llevado a cabo proyectos en Afganistán, Camboya, Malawi y Zambia centrados en la mejora de la alimentación complementaria, necesaria para los bebés cuando alcanzan una edad en la que la leche materna por sí sola no es suficiente para satisfacer sus requisitos nutricionales, utilizando frutas y hortalizas y otros ingredientes disponibles localmente (FAO, 2017g).

La promoción de los huertos familiares es una de las formas más comunes de combinar la educación nutricional con la producción de alimentos, y en especial de hortalizas. La FAO ha trabajado con los países para ayudar a las familias a cultivar huertos familiares, además de preparar materiales para la mejora de la nutrición a través de la jardinería familiar para los trabajadores del campo de África (FAO, 2001), Latinoamérica y el Caribe (FAO, 2014e) y el sudeste asiático (FAO, 1995). La FAO también ha combinado la educación nutricional con la formación práctica en el desarrollo de microhuertos para los hogares periurbanos y urbanos, y de huertos comunitarios, a menudo en zonas afectadas por crisis. Existen evidencias que indican que los huertos familiares y las intervenciones relacionadas pueden fomentar el consumo de alimentos ricos en proteínas y micronutrientes (Hawkes, 2013). Las intervenciones sobre huertos familiares del World Vegetable Center también han tratado de mejorar el estado nutricional de las personas vulnerables a las deficiencias de micronutrientes mediante el aumento de la producción de frutas y hortalizas con huertos familiares y ofreciendo formación complementaria en nutrición y salud. Se han realizado revisiones en profundidad de los huertos familiares (World Vegetable Center, 2016).

● Campañas internacionales de promoción de las frutas y hortalizas

El Año Internacional de las Frutas y Verduras, que se celebrará en 2021, promoverá la adopción de medidas destinadas a fortalecer el papel de los pequeños agricultores y los agricultores familiares en la agricultura y la producción sostenibles para reducir el hambre y la pobreza, incrementar la seguridad alimentaria y nutricional, mejorar los medios de vida y contribuir a una gestión más eficiente de los recursos. En concreto, destacará el enfoque del sistema alimentario que conecta el campo con la mesa, y los agricultores con los consumidores, para

la gestión de la calidad destinada a proporcionar frutas y hortalizas nutritivas, seguras y sabrosas en un entorno sostenible.

Desde la primera Conferencia Internacional sobre Nutrición, que tuvo lugar en 1992, muchos gobiernos han puesto en marcha campañas destinadas a sensibilizar sobre la importancia de una nutrición adecuada y la práctica diaria de ejercicio. En su *Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles* de 2010, la OMS indicó que las campañas de sensibilización pública sobre la dieta y la actividad física estaban entre sus mejores inversiones: “se deben tomar de inmediato medidas que ofrezcan rápidamente resultados en términos de vidas salvadas, prevención de enfermedades y reducción de costes asociados” (OMS, 2010). Muchas de estas campañas, que suele llevar a cabo una alianza de agencias gubernamentales, organismos de la sociedad civil y miembros del sector privado, han tratado específicamente de promover el aumento del consumo de frutas y hortalizas.

La Alianza Internacional para la Promoción del Consumo de Frutas y Hortalizas “5 al día”, fundada en 2012, aúna 33 campañas nacionales. Una revisión (Hawkes, 2013) de las evidencias del impacto de las campañas nacionales de frutas y hortalizas desarrolladas en Australia, Chile, los Estados Unidos de América, y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte determinó que estas contribuían a aumentar el consumo de frutas y hortalizas.

● Garantizar el acceso a los recursos

Para ayudar a los pequeños agricultores a incrementar la producción de frutas y hortalizas de forma sostenible, los responsables políticos a nivel nacional, subnacional y local deben trabajar con una serie de actores para garantizar a estos agricultores un acceso seguro a la tierra, el agua y los recursos financieros.

Tenencia de la tierra

El acceso seguro a la tierra es fundamental, ya que los agricultores necesitan periodos de tiempo largos para probar, adaptar y, en última instancia, adoptar tecnologías y prácticas de intensificación sostenible. Esto se da especialmente en los huertos y sistemas agroforestales con árboles frutales. Sin embargo, los productores de hortalizas deben realizar inversiones en ordenación de las tierras, fertilidad del suelo y gestión del agua que no pueden recuperarse en un solo año, o que no proporcionan todos los beneficios deseados en el primer año. La falta de derechos a largo plazo sobre la tierra, la ausencia de reconocimiento

CUADRO 11. Tenencia de los árboles. *Fuente: FAO e ICRAF (2019)*


En muchos sistemas consuetudinarios, la tenencia de los árboles es distinta de la tenencia de la tierra: es posible que el propietario de la tierra no sea propietario de los árboles cultivados en la misma. Los regímenes de tenencia de los árboles pueden ser muy complejos, distinguiendo entre árboles plantados y silvestres y según el modo en que dichos árboles se utilizan (uso personal o comercial) (Bruce, 1989). Algunos árboles pueden ser accesibles para todos los miembros de la comunidad, mientras que otros pueden ser de propiedad privada

o de uso limitado a unas pocas familias. En Costa de Marfil, Ghana y Togo, los agricultores suelen tener derechos exclusivos sobre los árboles que plantan, pero los árboles que se regeneran naturalmente pertenecen a la comunidad. En el África subsahariana, la plantación de árboles puede indicar que aquel que los planta está reclamando la tierra (Bruce y Fortmann, 1989), y algunos agricultores evitan hacerlo para no provocar conflictos. Esta situación puede impedir que los agricultores inviertan en sistemas agroforestales

gestionados por ellos mismos. Además, los regímenes de tenencia de los árboles que permiten que haya múltiples usuarios de los productos de los árboles pueden desincentivar que los agricultores individuales con acceso a la tierra se comprometan con la agrosilvicultura, ya que no verán un beneficio pleno para su inversión. Las políticas de apoyo de las prácticas agroforestales con árboles frutales deben identificar con claridad los derechos legales sobre la tierra, los árboles y los productos de los árboles.

legal de los derechos consuetudinarios, y otros derechos sobre la tierra y las reivindicaciones de tenencia simultáneas obstaculizan la adopción de prácticas sostenibles de intensificación de los cultivos. Muchos pequeños productores de frutas y hortalizas, tanto hombres como mujeres, tienen acceso a tierras bajo tenencia moderna, consuetudinaria

o informal y se enfrentan a la amenaza constante de ser desalojados de sus parcelas o de que estas pasen a ser propiedad de otros. Los acuerdos de tenencia consuetudinarios pueden ser sistemas basados en jerarquías sociales tradicionales que resulten discriminatorios para las mujeres y otros grupos. La tenencia de los árboles frutales puede ser distinta de la tenencia de la tierra en general (**Cuadro 11**).

Para muchos gobiernos de todo el mundo, superar los desafíos relacionados con la formalización de los acuerdos de tenencia de la tierra y garantizar el acceso equitativo a la tierra para los pequeños agricultores es complejo y difícil. Las soluciones dependerán en gran medida del contexto local. Las *Directrices voluntarias sobre la gobernanza responsable de la tenencia de la tierra, la pesca y los bosques en el contexto de la seguridad alimentaria nacional* ofrecen soporte para los países que tratan de promocionar los derechos de tenencia seguros y el acceso equitativo a la tierra, la pesca y los bosques como medio para erradicar el hambre y la pobreza, apoyar el desarrollo sostenible y mejorar el medioambiente (FAO, 2012f). La FAO también publicó una guía técnica para lograr una gobernanza de la tenencia de la tierra equitativa en términos de género (FAO, 2013b). Véase la base de datos Género y Derecho a la Tierra de la FAO (<http://www.fao.org/gender-landrights-database/es/>).

Servicios financieros

La falta de tenencia segura de la tierra agrava las limitaciones de los agricultores a la hora de acceder a servicios financieros y créditos. Por lo general, los bancos y otras instituciones financieras no ofrecen crédito a los pequeños agricultores a menos que estos sean propietarios de tierras que puedan usarse como garantía. Las organizaciones de agricultores pueden ser una fuente importante de crédito (mediante la recopilación de contribuciones financieras de sus miembros y la prestación a particulares) y otros servicios, como la ayuda para la compra de insumos, los servicios de asesoramiento, los servicios posteriores a la cosecha y las conexiones con los mercados. Sin embargo, la pertenencia a algunas organizaciones de agricultores puede restringirse a los agricultores que poseen tierras o con una tenencia de la tierra reconocida legalmente. Las políticas que pueden facilitar el acceso de los pequeños agricultores al crédito, y en concreto a los préstamos a largo plazo, son fundamentales para que estos puedan invertir en capital natural, como la fertilidad del suelo y las buenas prácticas agrícolas (BPA), que a su vez impulsarán la producción sostenible. Asimismo, el acceso al crédito y los recientes avances en la banca a través de teléfonos móviles, como es el caso de M-Pesa en Kenia y la República Unida de Tanzania, pueden permitir

que los agricultores tienen acceso a técnicas y tecnologías innovadoras para estrategias de producción y comercialización más sostenibles.

Planificación de la agricultura urbana

La inseguridad en el acceso a la tierra es especialmente intensa en los entornos periurbanos y urbanos, en los que la competencia por la tierra es intensa y los cambios en el uso de la tierra pueden ser repentinos. Para muchos agricultores urbanos y periurbanos, el acceso seguro a la tierra a largo plazo es muy incierto. En muchos países, la agricultura urbana, dominada por la producción de hortalizas, no está reconocida en las políticas agrícolas y la planificación urbana. A menudo los agricultores operan sin el permiso de las autoridades municipales o en tierras concedidas en virtud del derecho consuetudinario (FAO, 2010b, 2014b). La inseguridad en la tenencia que caracteriza a los productores hortícolas reduce su capacidad para invertir en equipos e infraestructuras (p. ej., equipos de riego) y los hace más vulnerables. En un contexto de escasez de tierra, el valor de estas para usos no agrícolas es mucho mayor, y los cultivos rara vez cuentan con la protección de acuerdos de tenencia segura.

Sin embargo, en muchas ciudades hay una cantidad considerable de espacios abiertos y tierras aprovechables infrautilizados que podrían asignarse o arrendarse para la producción de hortalizas (terrazas junto a los ríos o zonas propensas a los deslizamientos). Es necesario realizar inventarios de uso de la tierra y desarrollar avances en la cartografía espacial basada en SIG, junto con investigaciones para determinar el estado de tenencia y la propiedad, el acceso al agua y las diferentes opciones de producción de cultivos (FAO, 2010b, 2014b). Sin embargo, existen evidencias que indican que las lecciones aprendidas de la urbanización en lugares como China pueden servir de orientación para los países de África (Dercon *et al.*, 2019).

En muchos países no existen políticas de planificación y ordenación de las tierras para el desarrollo agrourbano sostenible a largo plazo. Las autoridades locales deben considerar los acuerdos de tenencia de la tierra para la producción de alimentos como parte de una planificación urbana y territorial global que incluya una política de uso de la tierra que apoye el desarrollo agrícola sostenible. Mediante la zonificación y la reglamentación, la política territorial urbana debe reconocer y garantizar la seguridad de la producción de frutas y hortalizas tanto en zonas rurales como urbanas, además de desarrollar conexiones más sólidas entre los productores y los consumidores rurales, periurbanos y urbanos. Esto requerirá plataformas multisectoriales que incluyan a representantes de diferentes ministerios del gobierno central, las autoridades municipales



La seguridad alimentaria y nutricional de una ciudad depende de la integración de su sistema alimentario dentro de su región. Ilustración inspirada en FAO-RUAF (2015) <http://www.fao.org/3/q-i4789e.pdf>

de salud pública, las autoridades de educación y tenencia de tierras y los representantes de los productores, pero también las asociaciones de consumidores, los proveedores de insumos, los administradores de los recursos hídricos, las ONG y los proveedores microfinancieros (FAO, 2010b). Los beneficios de contar con zonas verdes e infraestructuras ecológicas en las ciudades están muy infravalorados. Además de las ventajas estéticas, las zonas verdes pueden ubicarse estratégicamente en zonas situadas junto a los ríos o en laderas para reducir el riesgo de mortalidad durante las inundaciones y los deslizamientos de tierra repentinos en condiciones climáticas extremas, y permiten reducir el efecto isla de calor, aumentar la biodiversidad urbana y mejorar la calidad del aire. Cada vez son más los municipios que reconocen la importancia de la agricultura y la silvicultura urbanas y periurbanas a la hora de incrementar la resiliencia a los desastres y las perturbaciones y tensiones asociadas con el clima, así como la necesidad de incentivar a los agricultores para que presten estos servicios ambientales.

Existen ejemplos de políticas adoptadas por las ciudades para facilitar el acceso a la tierra de los productores de frutas y hortalizas urbanos:

- En el municipio de Rosario, en Argentina, se han ofrecido exenciones fiscales a los propietarios de tierras que permiten a los agricultores urbanos de rentas bajas utilizar los terrenos privados vacíos.

- En Ciudad del Cabo, Sudáfrica, los agricultores urbanos de rentas bajas reciben apoyo en forma de acceso seguro a agua de riego, herramientas y compost.
- Con ayuda de un proyecto de la FAO, en la República Democrática del Congo se crearon comités municipales de consulta que representaban a las autoridades locales y las asociaciones de agricultores, con el objetivo de procesar las solicitudes de arrendamiento seguro de unas 1200 ha de huertos comerciales (FAO, 2010b; 2014a).

● El enfoque de los sistemas alimentarios de las regiones urbanas

Un número importante de productores de frutas y hortalizas se encuentra en zonas periurbanas y periféricas rurales conectadas a las ciudades. En estas zonas, las unidades agrícolas formales e informales operan explotaciones comerciales o semicomerciales intensivas y, dada la proximidad a los consumidores y los mercados urbanos, producen cultivos de alto valor. Los alimentos producidos en las zonas periurbanas y periféricas rurales garantizan el abastecimiento de las zonas urbanas y de sus alrededores rurales, mientras que las zonas urbanas abastecen a los mercados de los que dependen los medios de subsistencia agrícolas. En concreto, los sistemas alimentarios de las regiones urbanas (CRFS, por sus siglas en inglés) (<http://www.fao.org/in-action/food-for-cities-programme/overview/crfs/en/>) mejoran el acceso a los mercados y promueven el reconocimiento de los mercados alternativos (mercados de productos agrícolas, agricultura respaldada por la comunidad). Esto incluye la promoción de centros alimentarios locales y regionales y de cadenas de valor más cortas, y, en términos más generales, de cadenas de suministro agrícola más eficientes y con un mejor funcionamiento que vinculen a los productores de zonas periféricas con los sistemas de mercado. Una producción y un suministro más integrados también suponen una reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos, lo cual resulta especialmente importante en los productos perecederos.

Sin embargo, teniendo en cuenta la competencia por la tierra y el agua con otros usos, el crecimiento constante y rápido de las zonas urbanas, así como el complejo entorno político y de tenencia para la producción en estas zonas, los agricultores tienen dificultades para conectar con los mercados y disfrutar de medios de vida dignos. En estos contextos, la promoción de los CRFS conecta mejor a los agricultores con los mercados y facilita la disponibilidad de frutas y hortalizas en las ciudades.

El enfoque de los CRFS ofrece una política concreta que incluye a los ministerios de agricultura y programación, junto con oportunidades en las que se pueden abordar los problemas de desarrollo y a través de las cuales se pueden conectar directamente las zonas y comunidades rurales y urbanas. Los CRFS mejoran las condiciones económicas, sociales y ambientales de las zonas urbanas y rurales cercanas, promueven la creación de cadenas de valor más cortas y reconocen la necesidad de fomentar los productos locales para crear sistemas alimentarios resilientes en respuesta a la pandemia de COVID-19 (<http://www.fao.org/3/cb1020en/CB1020EN.pdf>).

● Conexión con los mercados

Cada vez está más claro que las políticas y los programas que se centran exclusivamente en presentar enfoques sostenibles a los agricultores para que estos aumenten o diversifiquen su producción de cultivos de alto valor no son suficientes para garantizar que adopten dichas prácticas. Las barreras para la adopción suelen estar relacionadas con la incapacidad de los agricultores para suministrar sus productos a los mercados o la falta de demanda de estos últimos, lo que da lugar a un bajo rendimiento de las inversiones. Las políticas y los programas deben incluir un análisis sólido de los mercados propuestos, y tener en cuenta las cuestiones de género para garantizar la inclusión social (FAO, 2014c; OCDE y FAO, 2016; FAO, 2018c).

Debido a las economías de escala, las organizaciones de agricultores desempeñan un papel fundamental a la hora de ayudar a los pequeños agricultores a conectar con los mercados. Los agricultores que se unen pueden ofrecer servicios poscosecha y vínculos de mercado que serían imposibles si operasen de forma independiente. Las políticas destinadas a aumentar la producción de frutas y hortalizas cultivadas de forma sostenible y a suministrar estos alimentos nutritivos a los consumidores de bajos ingresos pueden alcanzarse mediante la promoción de las organizaciones de agricultores y las empresas de poscosecha y comercialización. El FIDA (2016) desarrolló una herramienta en línea que proporciona orientación sobre el desarrollo de asociaciones sostenibles con organizaciones de agricultores en el marco de sus proyectos.

Infraestructura

En el caso de los productores de frutas y hortalizas, las barreras para la venta de sus productos frescos suelen ser las malas carreteras, la electricidad intermitente o inexistente, la falta de una cadena de frío y la conectividad limitada del teléfono móvil o internet para coordinar el intercambio de información entre proveedores y compradores.

Las inversiones en infraestructuras como carreteras, vías fluviales, ferrocarriles, redes eléctricas y las TIC pueden ayudar a mejorar la conexión entre agricultores, agentes de la cadena de valor, mercados y consumidores. Además, las infraestructuras, en especial las destinadas a mejorar el almacenamiento, la conservación y el transporte, son fundamentales para reducir las pérdidas de alimentos, que son elevadas en productos perecederos como las frutas y hortalizas. Estas importantes inversiones públicas son costosas y necesariamente se realizarán como parte de un plan de desarrollo territorial mucho más amplio, más allá de la horticultura.

Entre los ejemplos de políticas de infraestructuras y logística encontramos:

- la provisión de un suministro de electricidad y un acceso a internet fiables;
- la construcción o la mejora de las carreteras, los ferrocarriles o las conexiones marítimas entre las explotaciones agrícolas y los centros de recogida, las instalaciones de almacenamiento y los mercados;
- la construcción de centros de recogida en zonas remotas cercanas a las fuentes de producción;
- la creación de instalaciones poscosecha equipadas para la separación, la clasificación, el lavado, el saneamiento, el envasado y el almacenamiento;
- la inversión en tecnologías e instalaciones para la transformación de las frutas y hortalizas en productos con valor añadido y periodos de conservación largos, garantizando al mismo tiempo el contenido nutricional; y
- el establecimiento de marcos regulatorios para la seguridad alimentaria y de normas de calidad (FAO, 2015a).

Contratación pública

Los gobiernos pueden proporcionar un mercado para los pequeños productores de frutas y hortalizas, comprándoles productos frescos para incluirlos en programas de protección social que ofrezcan alimentos inocuos y nutritivos a los grupos vulnerables y las escuelas públicas. El Programa de Adquisición de Alimentos a Familias Agrícolas de Brasil, creado en 2003, compra los alimentos directamente a las familias agrícolas para abastecer a las instituciones que dan

servicio a poblaciones vulnerables y para reponer las existencias gubernamentales. Además, en 2009, Brasil lanzó el Programa Nacional de Alimentación Escolar, que obliga a las escuelas públicas a dedicar al menos el 30% de su presupuesto para comida a las compras directas a los agricultores familiares (FAO, 2015b).

Para garantizar la transparencia, evitar las distorsiones del mercado y reducir los residuos, los procesos de contratación pública suelen estar muy regulados e ir asociados a largos procesos burocráticos y complejos mecanismos de rendición de cuentas. Esto supone un obstáculo importante para la participación de los pequeños agricultores en los programas de alimentación escolar, ya que es posible que las organizaciones de agricultores no puedan obtener el estatus formal reconocido. Para superar estas limitaciones, el gobierno puede adoptar políticas que favorezcan a los pequeños agricultores familiares en los procesos de contratación pública; por ejemplo:

- la asignación de cuotas o porcentajes fijos de las compras públicas a los pequeños agricultores;
- la adopción de procesos de licitación específicamente diseñados para los pequeños agricultores; y
- a división de las grandes compras, de modo que los pequeños agricultores sean capaces de responder (FAO, 2015b).

A nivel internacional, el Programa Mundial de Alimentos (PMA) estableció programas destinados a la adquisición de alimentos a los agricultores locales. Su iniciativa piloto Compras para el progreso (P4P, por sus siglas en inglés) (2008-2013) realizaba el 10% de las compras de alimentos a pequeños agricultores (mujeres y hombres), les proporcionaba formación y activos para mejorar la calidad de los cultivos, facilitaba su acceso a financiación y promovía la comercialización. También alentaba a los gobiernos nacionales y al sector privado a comprar alimentos de formas que apoyasen a los pequeños agricultores. Otra iniciativa fue el programa Compras de África para los Africanos (PAA, por sus siglas en inglés) (2013-2016), basado en el Programa de Adquisición de Alimentos de Brasil. PAA apoyaba a los pequeños agricultores en el cultivo, el procesamiento y la venta de sus productos, incluidas las frutas y hortalizas, a fin de cumplir las normas de calidad del PMA para los programas de alimentación escolar en Etiopía, Malawi, Mozambique, Níger y Senegal (FAO y PMA, 2014; Gyoeri *et al.*, 2016; Devex, 2016).

● Regulaciones e incentivos gubernamentales

Plaguicidas

Para proteger a la salud de los agricultores y consumidores, y el medioambiente, la producción de frutas y hortalizas debe estar libre tanto como sea posible de cualquier insumo químico. Es necesario invertir en el desarrollo, el registro y la accesibilidad de los agentes de control biológico. Los gobiernos nacionales deben establecer y hacer cumplir las normas sobre los plaguicidas, incluidos sistemas eficaces de gobernanza para el registro y la distribución de los mismos, tal y como se dispone en el *Código internacional de conducta para el manejo de plaguicidas* (FAO y OMS, 2014). Véase el conjunto completo de directrices técnicas (<http://www.fao.org/agriculture/crops/mapa-tematica-del-sitio/theme/pests/code/list-guide-new/es/>) para la implementación del Código internacional de conducta para el manejo de plaguicidas.

Se debe eliminar cualquier incentivo malicioso que fomente el uso indebido de plaguicidas químicos, como las subvenciones económicas, y los gobiernos deben seguir las orientaciones proporcionadas en el Convenio de Róterdam (<http://www.pic.int/Partenariado/FAO/tabid/4394/language/es-CO/Default.aspx>), según las cuales los plaguicidas deben excluirse del registro o el uso. Se debe considerar la posibilidad de desarrollar políticas para promover el uso prudente de los plaguicidas e incluso la reducción de ellos, a través de fomentar el uso y, el acceso, a bioplaguicidas y métodos de control biológicos respetuosos con el medio ambiente.

Suelos y fertilizantes

Se necesita un marco de políticas nacionales y reglamentos aplicables para promover una labranza racional de la tierra y animar a los agricultores a adoptar sistemas agrícolas sostenibles que permitan conservar la salud de los suelos. También se requieren reglamentos gubernamentales que promuevan prácticas agrícolas que mitiguen la degradación del suelo y la contaminación ambiental.

Si se conceden subvenciones directas o indirectas para la adquisición de fertilizantes a los agricultores, los gobiernos deben asegurarse de que los fertilizantes que se produzcan y utilicen como resultado de dichas subvenciones se gestionen de forma responsable según el *Código Internacional de Conducta para el Uso y Manejo de Fertilizantes* (FAO, 2019b). Se debe fomentar el uso de fertilizantes orgánicos, así como de

fertilizantes nitrogenados de liberación lenta, que ponen más nutrientes a disposición de las plantas y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, además de sistemas de fertirrigación que permitan suministrar los fertilizantes con mayor precisión para garantizar que el perfil de nutrientes proporcionado sea el más adecuado para los tipos de frutas y hortalizas cultivados.

Las políticas deberían crear incentivos y mecanismos de apoyo para ayudar a los agricultores a encontrar alternativas orgánicas a la cobertura o “mulch” con película plástica. En ausencia de alternativas disponibles de manera inmediata en el mercado, los gobiernos deben fomentar el uso de mulch de plástico grueso, ya que tienen una vida más larga y son más fáciles de recoger, reciclar y eliminar. Los gobiernos también deben crear planes para el desarrollo de asociaciones entre los sectores privado y público que permitan prestar servicios coordinados para ayudar a los agricultores a realizar un tratamiento adecuado de los plásticos usados. Las políticas relacionadas con los materiales plásticos y su reutilización, reciclado y eliminación deberían ampliarse también a otros insumos de plástico empleados en la producción de frutas y hortalizas, y en especial a los materiales de plástico usados en los sistemas de riego por goteo y las láminas de plástico utilizadas en las estructuras de cultivos protegidos y el plástico utilizado en el empaque.

Semillas y material de propagación

Los gobiernos tienen la responsabilidad de garantizar que los agricultores dispongan de acceso a semillas y material de propagación disponibles, accesible y de alta calidad de variedades adaptadas. Muchos países de rentas bajas y medias-bajas no han desarrollado o implementado marcos reguladores eficaces para las semillas, lo que reduce su capacidad para proporcionar a los pequeños agricultores las semillas y el material de propagación que necesitan (FAO, 2015c). A la hora de establecer políticas, leyes y reglamentos sobre las semillas, los gobiernos deben alcanzar un equilibrio adecuado entre la protección de los agricultores y la imposición de restricciones indebidas a su acceso a variedades adecuadas de frutas y hortalizas, en particular semillas de agricultores. Las regulaciones onerosas también pueden dificultar el registro de variedades mejorados y el suministro de semillas de bajo coste a los mercados locales por parte de las empresas y las asociaciones locales de semillas. El marco político y normativo debe reconocer las necesidades de las diferentes partes interesadas, tanto de los sistemas de semillas formales como informales, y debe formularse de forma participativa. Para apoyar a los países en la elaboración de políticas sobre semillas, la FAO publicó *La guía voluntaria para la formulación de políticas nacionales de semillas* (FAO, 2015c). La revisión en profundidad de la situación de la legislación y las políticas sobre semillas en la región

CUADRO 12. Sistemas de semillas y material de propagación de calidad declarada.

El Sistema de semillas de calidad declarada (SCD) proporciona directrices y protocolos para la producción de semillas de calidad para los pequeños agricultores, así como los especialistas en semillas, los agrónomos de campo y los servicios de extensión agrícola. Diseñado para los países con recursos limitados, se trata de un sistema semiformal de garantía de la calidad de las semillas con una menor exigencia que los sistemas de control de calidad integrales, pero que garantiza

un nivel aceptable de calidad de las semillas (FAO, 2006). En el SCD, los productores de semillas (agricultores contratados) que han sido seleccionados y formados en la producción y la gestión de semillas son responsables del control de calidad de la producción de semillas, y los agentes gubernamentales controlan únicamente una pequeña parte de los lotes de semillas y los campos de multiplicación de las mismas (FAO, 2008). El SCD, desarrollado por la FAO

en 1993 y revisado en 2006, abarca más de 30 variedades (tanto de polinización libre como híbridos de F1) de cultivos y variedades de verduras. La FAO también ha desarrollado el Sistema de material de propagación de calidad declarada (FAO, 2010c), que establece directrices y protocolos para la multiplicación del material de propagación para cultivos de multiplicación vegetativa, y cuenta con una sección sobre bananos, plátanos y otras especies de la familia *Musaceae*.

Asia-Pacífico demuestra la necesidad de los gobiernos de colaborar con el sector privado (FAO, 2020b).

Los costes de la aplicación de leyes y reglamentos sobre semillas pueden ser elevados, y es posible que los gobiernos no cuenten con los recursos necesarios para gestionar un plan de control de la calidad de las semillas eficaz. Para proporcionar a los gobiernos una alternativa de menor coste con la flexibilidad suficiente como para dar cabida a los cultivos que no pueden ajustarse a un plan convencional de control de calidad de las semillas, la FAO ha desarrollado los Sistemas de semillas de calidad declarada (SCD) y Sistema de material de propagación de calidad declarada, que incluyen un gran número de cultivos de frutas y hortalizas (véase el Cuadro 12). Sin embargo, es motivo de preocupación que el carácter informal de la mayoría de las variedades y las especies autóctonas de frutas y hortalizas hace que los productores

sean vulnerables al enjuiciamiento por la multiplicación, el uso o la comercialización ilegales de semillas y plantas.

Para el diseño de la mayoría de los reglamentos nacionales sobre semillas se tuvieron en cuenta inicialmente los cereales y otros productos del campo. Los cultivos de frutas y hortalizas son muy diferentes, y los reglamentos sobre el material de propagación y las semillas deben reflejar las características específicas de estos cultivos. La certificación suele ser obligatoria para los principales cereales y las raíces y tubérculos, pero es menos común en el caso de las frutas y hortalizas. Debido al crecimiento del comercio mundial y regional de materiales de plantación y cultivos híbridos, así como la rápida liberación de variedades de plantas, un sistema de pruebas gubernamental con financiación insuficiente puede impedir que los agricultores accedan a las últimas variedades y crear incentivos nocivos para encontrar estas variedades a través de canales no oficiales, lo que aumenta el riesgo de fraude. En el caso de las semillas de hortalizas obtenidas a través de proveedores del sector privado, la información sobre el rendimiento de las plantas y las garantías de calidad se suelen obtener mediante ensayos de validación realizados por el obtentor o el importador, existiendo un menor control gubernamental (FAO, 2020a).

Manejo del agua

Las políticas de gestión del agua y gobernanza para la producción de frutas y hortalizas deben basarse en una contabilidad racional del agua. La contabilidad del agua es "el estudio sistemático del estado actual y las tendencias en el suministro, la demanda, la accesibilidad y el uso del agua en los ámbitos especificados" (FAO, 2012g). La contabilidad precisa del agua permite ajustar las políticas para hacer frente a los desequilibrios que existen entre la oferta y la demanda, además de mejorar la eficiencia, la equidad y la sostenibilidad en la distribución y el uso del agua. Estas políticas deberían apoyar la gestión del agua y las prácticas de riego integradas, que constan de cuatro elementos principales: un sistema de distribución del agua, incentivos para el uso eficiente del agua, la promoción de tecnologías de uso eficiente del agua, y las estrategias de descentralización y asociación para la gestión del agua (FAO, 2011c).

Para apoyar la producción de frutas y hortalizas en las zonas periurbanas y urbanas en las que la competencia por el agua es elevada, las políticas deben integrarse en una estrategia de desarrollo territorial más amplia que incluya las plantas de tratamiento del agua y la promoción de la recogida y el almacenamiento del agua de lluvia, e implicará un proceso consultivo en el que deberán participar las organizaciones de agricultores y otras partes interesadas.

Uso de las aguas residuales

El uso eficiente y la reutilización de los recursos hídricos son medidas concretas para reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de los agricultores mediante la reducción del uso de los escasos recursos hídricos. El uso de aguas residuales recicladas y reutilizadas también ayuda a reducir la demanda de suministro de agua dulce y la descarga de aguas residuales en ríos, canales y otras fuentes de agua superficiales, disminuyendo la contaminación (Buechler *et al.*, 2006). Las aguas residuales constituyen un suministro fiable de agua que permite a los agricultores continuar con sus cultivos durante todo el año. También contiene nutrientes que pueden mejorar el crecimiento de los cultivos. Además, en muchas ocasiones es la única agua disponible, por lo que los agricultores, en especial los de las zonas urbanas, no tienen más opción que utilizar estas aguas residuales para regar sus cultivos (FAO, 2012a). Sin embargo, la producción de hortalizas en zonas periurbanas puede verse comprometida por el uso de aguas residuales industriales contaminadas. Para reducir el riesgo de contaminación es necesario manipular las aguas residuales de forma segura y seleccionar cultivos adecuados. Esto incluye unidades de tratamiento que permiten a los productores regar los terrenos hortícolas con las aguas grises procedentes de cocinas, duchas y, si se tratan adecuadamente, inodoros. Las directrices de la OMS (2006) describen los niveles de tratamiento necesarios para los usos agrícolas.

Pérdidas y desperdicio de alimentos

En los países en los que la inseguridad alimentaria es alta, las autoridades deberían centrarse en tomar medidas que aborden las pérdidas de alimentos en las primeras etapas de la cadena de suministro, ya que es probable que los efectos sobre la seguridad alimentaria sean más elevados aquí. En los países de rentas altas, el desperdicio a nivel de los consumidores tiende a ser más alto (FAO, 2019b).

Las opciones políticas incluyen la creación de incentivos para el desarrollo y la promoción de tecnologías sostenibles de refrigeración en las explotaciones agrícolas de bajo coste (prerrefrigeración evaporativa, salas de refrigeración con autonomía energética y estructuras de almacenamiento refrigeradas por ventilación nocturna) o tecnologías de refrigeración más mecánicas que empleen recursos energéticos renovables generados a partir de sistemas energéticos sin conexión a la red o basados en miniredes (FAO, 2019b). Una reciente síntesis de las evidencias proporciona orientación normativa e información sobre intervenciones poscosecha concretas que han demostrado reducir las pérdidas de determinados cultivos hortícolas en países del África subsahariana y Asia meridional (Stathers *et al.*, 2020). Se podrían

establecer disposiciones para ayudar a los pequeños agricultores a adquirir equipos de refrigeración alimentados con recursos renovables (Kefalidou, 2016). Se necesita alcanzar un volumen y una calidad determinados en los alimentos para que el sector privado invierta en el desarrollo de la cadena de frío, por lo que se deberían fomentar las políticas que ayuden a los productores de alimentos a organizarse en grupos o asociaciones. Las políticas destinadas a ampliar el uso de los sistemas de refrigeración para reducir las pérdidas poscosecha de frutas y hortalizas son más rentables y resultan beneficiosas para un mayor número de personas si se dirigen a instalaciones poscosecha fuera de la explotación agrícola en las que se reúnen y se preparan para el mercado los productos de un gran número de agricultores (Kitinoja, 2013). En colaboración con el sector privado y las organizaciones de agricultores, las autoridades han de formular estrategias para el desarrollo de la cadena de frío que se integren con estrategias de desarrollo y planes de actuación nacionales más amplios, de modo que las cadenas de frío contribuyan a la seguridad alimentaria y nutricional, refuercen los medios de subsistencia de los pequeños productores, creen oportunidades fuera de las explotaciones agrícolas y apoyen el crecimiento agroindustrial.

Para reducir las pérdidas de frutas y hortalizas, los gobiernos de diferentes niveles también han de tener en cuenta la posibilidad de ofrecer incentivos a las asociaciones público-privadas para que mejoren las instalaciones de almacenamiento en seco (por ejemplo, estableciendo sistemas que puedan suministrar a los agricultores contenedores de plástico apilables que sean resistentes, se puedan limpiar con facilidad y se puedan reutilizar para los productos cosechados) o mejorar las condiciones de transporte en las cadenas frías y secas.

● Opciones de protección social y reducción de riesgos

Para los pequeños agricultores, la producción sostenible de frutas y hortalizas conlleva muchos gastos y riesgos. Mejorar los planes de protección social sensibles al riesgo y a los impactos contribuye a la implementación de medidas de reducción de la vulnerabilidad destinadas a evitar en lo posible o mitigar el impacto, responder mejor y adaptarse a diversos sobresaltos y tensiones, y puede hacer más factible que los pequeños agricultores inviertan en nuevos cultivos y métodos de producción. Muchos de los trabajadores agrícolas, que desempeñan un papel muy importante en la producción de frutas y hortalizas, la cosecha y la manipulación poscosecha, y que trabajan de manera informal con contratos ocasionales, temporales o de temporada, carecen de acceso

a una protección social que garantice que sus empleos cumplan con las normas de trabajo digno.

La protección social implica:

- asistencia social (programas no contributivos, como transferencias en efectivo, programas de empleo público);
- seguridad social (programas contributivos, como pensiones de jubilación, seguros de desempleo, bajas por maternidad); y
- regulación del mercado laboral (control de las normas laborales que promueven el trabajo digno, como el salario mínimo y la prohibición del trabajo infantil, y protección mediante la formación de los trabajadores y las prestaciones a los parados) (Morlachetti, 2016).

En muchos países, la legislación de protección social excluye explícitamente a los trabajadores agrícolas y la mano de obra contratada mediante acuerdos informales para realizar trabajos de temporada sobre el terreno, como la recolección de frutas o hortalizas. Además, en los sistemas de seguridad social contributivos, los costos financieros pueden ser demasiado elevados para los empleadores y los empleados, especialmente para aquellos con ingresos irregulares. La prestación de servicios de protección social, como la atención sanitaria de los trabajadores, especialmente los migrantes, que a menudo ejercen su actividad en una zona grande, es costosa y administrativamente compleja. Para hacer frente a estos desafíos, los responsables políticos deben considerar la posibilidad de ampliar y adaptar los marcos jurídicos para la protección social e integrar planes de financiación y contribución capaces de dar cabida a diversos tipos de empleos, elaborar programas contributivos más asequibles para los trabajadores de rentas bajas (p. ej., contribuciones subvencionadas) y mejorar la capacidad de prestar servicios (Allieu y O Campo, 2019).

Los instrumentos internacionales, como los sistemas de certificación (comercio justo o sistema participativo de garantía [SPG]) se pueden emplear para crear mercados y alentar a los productores y proveedores a seguir las normas laborales que ayudan a garantizar un trabajo digno. Es necesario abordar los elevados costes y el papeleo que implican los sistemas de certificación externos y explorar las oportunidades ofrecidas por los SPG, especialmente para el suministro a los mercados locales. La legislación nacional sobre los requisitos para la producción agrícola ecológica puede incluir también el cumplimiento de las normas laborales, como se ha hecho en Brasil, Costa Rica y México. También se puede utilizar la legislación nacional sobre algunos productos básicos para garantizar las prácticas laborales. Por ejemplo, en Kenia, la legislación sobre producción hortícola exige a los productores que

abastecen al mercado de exportación que garanticen la higiene y la salud de los trabajadores, les proporcionen acceso a los servicios médicos, respeten la reglamentación salarial y las condiciones de empleo, y mantengan registros laborales formales (Yeshanew, 2018).

Seguros basados en índices

Debido a su gran vulnerabilidad a las plagas, las enfermedades y las crisis y tensiones climáticas, además de su carácter perecedero, los cultivos de frutas y hortalizas son de alto riesgo. Los cultivos de frutas y hortalizas también han de hacer frente a un mayor riesgo de pérdidas que otros cultivos, ya que no siempre se dispone de instalaciones de almacenamiento en frío adecuadas. Los retrasos en los envíos, como los ocurridos como consecuencia de la pandemia de COVID-19, también pueden constituir una amenaza. Aunque muchos agricultores de los países de rentas altas pueden acceder fácilmente a diversos tipos de seguros agrícolas, la disponibilidad de estos para los pequeños agricultores de los países en desarrollo es reducida debido a los altos costes de la verificación de las reclamaciones y la escasa comprensión que los proveedores de seguros tienen de los riesgos a los que se enfrentan los pequeños agricultores. Los pequeños agricultores de los países en desarrollo han de hacer frente a muchos riesgos relacionados con el clima y las condiciones meteorológicas, como sequías, inundaciones, ciclones y clima irregular. Sin embargo, los servicios financieros y de seguros destinados a reducir la vulnerabilidad de los pequeños agricultores frente a estas crisis son limitados. El seguro de cosechas basado en el índice meteorológico trata de abordar los desafíos que conlleva asegurar a los pequeños agricultores. Cuando el seguro de cosechas indexado por la meteorología se combina con estaciones meteorológicas automatizadas, imágenes por geosatélite y el uso de los teléfonos móviles por parte de pequeños agricultores con etiquetas geográficas, los proveedores de seguros ya no tienen que llevar a cabo una evaluación de las pérdidas sobre el terreno (Mattern y Ramirez, 2017).

Existen factores que limitan la adopción de este seguro indexado, como la cobertura de riesgos incompleta, el elevado coste para los agricultores, la falta de flexibilidad en los pagos, la falta de confianza por parte del proveedor y la confusión sobre lo que ofrece el producto de seguro (Carter *et al.*, 2017). Otro motivo es la cantidad limitada de estaciones meteorológicas de muchos países, especialmente africanos (CCAFS y CGIAR, 2013). A corto plazo, es probable que el seguro basado en el índice meteorológico siga siendo caro para los países en desarrollo. Por tanto, es importante proporcionar soluciones listas para reducir la vulnerabilidad de los agricultores garantizando el acceso a variedades

tolerantes al estrés y resistentes a las plagas y enfermedades, ahorros contingentes y líneas de crédito para emergencias indexadas (Carter *et al.*, 2017). Los gobiernos y los donantes pueden apoyar la adopción de este tipo de seguros proporcionando subvenciones a los agricultores pobres por motivos de equidad, al tiempo que trazan estrategias de salida para la financiación a largo plazo (Hess y Hazell, 2016). Se puede ensayar y probar la idoneidad de los nuevos planes (**Cuadro 13**).

● Investigación e innovación

Los sistemas nacionales de investigación agrícola de muchos países de rentas bajas están infrafinanciados y no responden como deberían a las necesidades y prioridades de los pequeños agricultores de rentas bajas. Entre los pasos a tomar para mejorar la investigación sobre la producción sostenible de cultivos se encuentran:

- el fortalecimiento de los sistemas nacionales de investigación, comenzando a nivel local y dando prioridad a los pequeños agricultores;
- el aumento de la financiación para la investigación;
- el aprovechamiento del potencial para vincular los conocimientos tradicionales de los agricultores con las innovaciones basadas en la ciencia;
- la relación entre investigación y extensión; y
- el enfoque de la investigación en áreas de alto y bajo potencial.

A nivel internacional, se ha prestado mucha menos atención a la investigación sobre las frutas y hortalizas que a la relacionada con los cultivos básicos. Aunque la Alianza de Biodiversidad Internacional y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) realizan importantes investigaciones sobre el plátano y, en menor medida, sobre los árboles frutales, la red de centros del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (GCIAl) se ha centrado históricamente en los cultivos básicos, dedicando muchos centros individuales sus estudios a un cultivo básico importante. El World Vegetable Center, creado fuera del sistema del GCIAl, es el principal centro internacional de investigación agrícola dedicado a la investigación y el desarrollo de las hortalizas, prestando especial atención a los pequeños agricultores de los países de rentas bajas. Sin embargo, dada la enorme diversidad de las hortalizas, no se puede esperar que el World Vegetable Center cubra todos los aspectos del cultivo de las hortalizas, estando obligado a tomar decisiones estratégicas sobre las prioridades de investigación. Una asociación básica entre el *Centre de coopération internationale en*

CUADRO 13. Piloto de seguro verde. *Fuente: Mecanismo Mundial de Seguros Basados en Índices (2018)*


En 2015, el Mecanismo Mundial de Seguros Basados en Índices (GIIF, por sus siglas en inglés), en colaboración con la Corporación Financiera Internacional (CFI) y Green Delta Insurance Company (GDIC), lanzó el piloto de seguro basado en el índice meteorológico para la producción de tomate en Chitalmari, Bangladesh. La CFI creó una red de datos meteorológicos que GDIC empleó para diseñar y monitorizar los productos del seguro basado en el índice meteorológico, incluso en las zonas más remotas de las comunidades rurales. Para reducir los costes de las transacciones y crear redes locales a nivel comunitario, la CFI y GDIC se vincularon con los agricultores a través de organizaciones e instituciones que proporcionaban servicios o productos a los agricultores durante el ciclo de producción (ONG, asociaciones de agricultores, bancos, empresas

de semillas y entidades agrícolas contratadas). Tomando como base los aportes de los agricultores y los datos meteorológicos, la CFI personalizó un seguro basado en el índice meteorológico destinado a los productores de tomate de Chitalmari. Se organizaron más de 15 eventos de sensibilización sobre el seguro basado en el índice meteorológico dirigidos

a más de 2 000 agricultores, aunque solo 200 de ellos, con 129 ha para la producción de tomate, adquirieron la prima durante 61 días (con una subvención del 75%) en 2016. Cuando llegaron las lluvias estacionales, los agricultores fueron notificados en el plazo de una semana a partir de la reclamación por la ONG que trabajaba con ellos, y recibieron su pago en los 15 días posteriores al evento asegurado. En la siguiente temporada de pepino y melón amargo, 1 200 agricultores adquirieron el seguro basado en el índice meteorológico de GDIC sin ninguna subvención, no presentándose ninguna reclamación durante este piloto. En 2017, 2 000 agricultores abonaron el coste de la prima para todo el ciclo del tomate. Durante la fase de desarrollo del fruto del tomate, la temperatura cayó por debajo de lo estipulado y los agricultores recibieron el pago correspondiente. El seguro reclamado ayudó a compensar a los agricultores por las pérdidas económicas. Desde que se llevaron a cabo estos pilotos, los agricultores de Chitalmari que cultivan verduras, y en especial tomates, no dudan en adquirir el seguro basado en el índice meteorológico.



recherche agronomique pour le développement (CIRAD), la FAO y la Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas (ISHS, por sus siglas en inglés) ha aumentado la visibilidad del sector y la sociedad civil, los científicos y los responsables políticos se han comprometido a través de un enfoque global. Una evaluación de posibles estrategias futuras para integrar mejor las frutas y hortalizas en los esfuerzos internacionales de investigación agrícola indica que la investigación agrícola internacional debe centrarse en gran medida en el desarrollo de estrategias para el MIP, el control biológico de las mismas y la mejora en la eficiencia del uso de agua, en combinación con el sector privado. Además, la investigación financiada con fondos públicos podría ayudar a encontrar soluciones de bajo coste para aspectos relacionados con las infraestructuras, como la manipulación y el almacenamiento poscosecha (refrigeración y secado), donde las fuentes de energía renovable muestran un potencial interesante (Anderson y Birner, 2020).

El cambio climático y la reducción de la biodiversidad, incluso en el suelo, son los dos mayores desafíos a los que se enfrentan los productores de frutas y hortalizas, por lo que es necesario realizar investigaciones sobre un enfoque integrado respetuoso con el medio ambiente que:

- combine la fertilidad del suelo y la gestión del agua, no solo para reducir el riesgo financiero para el agricultor, sino también para garantizar unos ingresos equivalentes o superiores;
- se base en el uso de insumos y prácticas de cultivo ecológicos como la tolerancia genética a los impactos y las tensiones climáticos, combinada con asociaciones de plantas y plaguicidas biológicos para las principales plagas y enfermedades de las frutas y hortalizas que puedan sustituir el enfoque químico de “un objetivo, un plaguicida”; y
- convierta los datos informales y las experiencias o los experimentos basados en las evidencias en informes bien documentados que influyan sobre las políticas, las regulaciones y los comportamientos.

Brechas de conocimientos

La diversidad de las frutas y hortalizas plantea problemas particulares para el desarrollo de metodologías de recopilación de estadísticas fiables sobre la producción, la superficie cultivada y el rendimiento. El hecho de que en muchos países las frutas y hortalizas se vendan a menudo en mercados informales implica que gran parte de su valor económico no se tiene en cuenta. Esta escasez de datos de producción y económicos dificulta la determinación de las necesidades con el fin de orientar las políticas y los servicios públicos y supervisar su impacto. La mejora de la información estadística sobre la producción de frutas

y hortalizas en entornos rurales, periurbanos y urbanos, el papel de estos cultivos en el mantenimiento de los medios de subsistencia y su contribución a las dietas locales es una prioridad de la investigación.

También hay grandes brechas en los conocimientos sobre las características genéticas de los cultivos de frutas y hortalizas. Es necesario tomar medidas para reducir estas brechas, tales como:

- la conservación de la diversidad genética en bancos de genes públicos;
- la caracterización de la diversidad, especialmente las características nutricionales, mediante pruebas;
- la comprensión del mecanismo preciso de resistencia de las plantas al estrés biótico y abiótico, así como la regulación genética del intercambio entre el crecimiento de las plantas y la defensa frente a los microorganismos enemigos; y
- la puesta de esta diversidad a disposición de los agricultores y los países mediante planes de acceso y distribución de los beneficios compartidos.

Será especialmente importante ampliar los programas de investigación para incluir variedades locales de cultivos de frutas y hortalizas, en particular de NUS, así como el modo en que se pueden comercializar y contribuir a la adaptación al cambio climático (FAO, 2018b).

Abordar estas brechas de conocimientos es importante para la selección artificial de variedades mejoradas de cultivos adaptados a nivel local y para la conservación de la diversidad de cultivos amenazados. Una importante iniciativa en este ámbito es la que está llevando a cabo el African Orphan Crops Consortium (Consortio Africano de Cultivos Huérfanos) (<http://africanorphancrops.org/>), que trabaja para secuenciar, ensamblar y registrar los genomas de 101 cultivos alimentarios tradicionales africanos con el objetivo de mejorarlos genéticamente.

Investigación agrícola y mejora vegetal participativas

Las nuevas variedades pueden tardar muchos años en desarrollarse, especialmente en el caso de los árboles frutales, por lo que los programas de mejora deben ser estables, contar con personal competente y

CUADRO 14. Agricultura digital para satisfacer las necesidades de los pequeños agricultores y los actores de la cadena de valor. Fuente: Faye et al. (2019)



A pesar de la importancia de las frutas y verduras para la seguridad alimentaria y nutricional, la falta de datos fiables en África afecta a todas las partes interesadas de las cadenas de valor, desde los agricultores hasta los organismos nacionales e internacionales. En el campo, los agricultores necesitan información accesible y precisa para tomar decisiones antes de la cosecha; la predicción del rendimiento de la fruta, la clasificación de la fruta por tamaño y color y el seguimiento del conjunto de la fruta durante el año, son parámetros fundamentales para que los productores puedan gestionar mejor sus cultivos y tomar las decisiones agronómicas o económicas adecuadas (Sarron et al., 2018). Además, estadísticas agrícolas como el rendimiento medio y las zonas productivas por sistema de cultivo son fundamentales para las partes interesadas a lo largo de toda la cadena de valor, proporcionando conocimientos claros y amplia información sobre el sector. En el caso de los gobiernos,

las agencias y las ONG, los datos agrícolas como las brechas de rendimiento y la producción regional por mercado son necesarios para la formulación de políticas agrícolas y para evaluar los resultados de dichas políticas. Además, los investigadores necesitan datos precisos a gran escala para medir el rendimiento de los sistemas de cultivo y cuantificar los factores limitantes (Carletto et al., 2015).

En este contexto, la agricultura digital, que se basa en el uso de las tecnologías, es una de las vías para mejorar los datos y la cadena de valor en África. Permite la adquisición, la estandarización, la disponibilidad y el intercambio de datos entre los agricultores y las partes interesadas. En concreto, los datos adquiridos mediante el monitoreo participativo de los agricultores con el teléfono móvil aumentarán la disponibilidad de información precisa sobre el terreno del rendimiento, el estado sanitario, el estrés hídrico, etc.

Este es el desafío que abordó el CIRAD al desarrollar el proyecto PixFruit en un proceso de concepción conjunta y diseño centrado en el usuario. PixFruit tiene como objetivo ofrecer un gestor de datos digitales participativo para estimar la producción de mango en África occidental. Al unir la tecnología artificial más reciente en teléfonos móviles para el recuento en tiempo real y sin coste de la fruta con las tecnologías de teledetección y los modelos agronómicos, PixFruit trata de abordar las necesidades de los pequeños agricultores (evaluación del rendimiento) y las partes interesadas de la cadena de valor de la fruta (estadísticas de producción a escala regional). En consecuencia, la agricultura digital permitirá superar el desafío del muestreo y la disponibilidad de datos, contribuyendo de forma directa a la reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria a gran escala mediante el fortalecimiento de la cadena de valor de la fruta.

recibir una financiación adecuada. Tanto el sector público como (cada vez más) las empresas privadas de mejora vegetal deben implicar a los agricultores para desarrollar variedades para sistemas de cultivo sostenibles.

Con el fin de permitir que los sistemas de producción a pequeña escala respondan mejor a los efectos de los desastres y el cambio climático, es necesario llevar a cabo investigaciones en colaboración con los agricultores locales para identificar cultivos y variedades tolerantes al estrés hídrico o salino, las inundaciones, las temperaturas elevadas y la mayor variabilidad climática, al tiempo que se satisfacen las demandas del mercado. También son necesarias la investigación y la mejora vegetal participativas para desarrollar cultivos resistentes a las plagas y las enfermedades, lo que reduciría la necesidad de los agricultores de aplicar plaguicidas químicos, promovería los plaguicidas biológicos y reduciría los costes de producción.

Otras áreas críticas de la investigación agrícola para el desarrollo de la resiliencia de los sistemas de producción de frutas y hortalizas a pequeña escala incluyen la investigación de los posibles sistemas de cultivos que incorporan rotaciones de cultivos y asociaciones de cultivos adaptadas a las condiciones de crecimiento prevalentes y que contribuyen a mantener unos suelos sanos y libres de plaguicidas, además de responder a las necesidades del mercado.

Innovación tecnológica

Se necesitan investigación y desarrollo para producir y probar plásticos biodegradables asequibles que puedan sustituir los materiales plásticos no biodegradables que se están usando actualmente, ampliamente utilizados para el mantillo y en sistemas de riego por goteo e invernaderos. Se han desarrollado mantillos ecológicos biodegradables que pueden colocarse de nuevo en el suelo, pero es necesario superar ciertos problemas de rendimiento y coste antes de que puedan adoptarse de forma generalizada.

Se debe dar prioridad a las tecnologías innovadoras de bajo coste que utilizan energía renovable para la gestión, el almacenamiento poscosecha y el transporte de los cultivos (**Cuadro 14**). En los países de rentas bajas y medias-bajas, es necesario desarrollar innovaciones en tecnologías de refrigeración de bajo coste y con bajas emisiones de carbono para mantener una cadena de frío continua para las frutas y hortalizas a medida que se desplazan de la explotación agrícola al consumidor a través de la cadena de suministro, especialmente en los mercados informales. La FAO ha desarrollado una metodología

(<http://www.fao.org/energy/agrifood-chains/investa/es/>) para evaluar los costes y los beneficios ambientales, sociales, económicos y financieros de la inversión en energías renovables para las cadenas de alimentos, incluidas las hortalizas.

La investigación y la innovación también deben dirigirse a las tecnologías de procesamiento de alimentos para crear productos que conserven el contenido en nutrientes, el sabor y la textura e incrementen la aceptación de los consumidores y las oportunidades de mercado. Asimismo, se necesitan pruebas prácticas asequibles y fiables para los patógenos transmitidos por los alimentos, además de los plaguicidas y otros contaminantes químicos.

Tecnología de registros distribuidos y cadena de bloques

Las tecnologías de registros distribuidos (TRD), a las que a menudo se hace referencia como cadena de bloques (aunque técnicamente la cadena de bloques es un tipo concreto de TRD), constituyen un área en la que las medidas políticas, junto con la investigación y la innovación, pueden ayudar a los pequeños agricultores, en general, y a los productores de frutas y hortalizas, en particular. Las TRD se utilizan para crear una base de datos digital que registra, realiza un seguimiento y supervisa las transacciones de activos físicos y digitales en tiempo real.

Por ejemplo, las TRD pueden mejorar la seguridad alimentaria incrementando de forma significativa la trazabilidad de los productos en las cadenas de suministro agrícolas, permitiendo la rápida identificación de la fuente de productos contaminados y la movilización de respuestas rápidas para minimizar el impacto sobre la salud y las pérdidas financieras (Mattern y Ramirez, 2017). Al establecer registros transparentes y seguros de la procedencia de los productores a los minoristas, las TRD pueden aumentar la confianza de los consumidores en la seguridad de los productos y en los métodos de producción empleados, además de proporcionar incentivos para que los agricultores y los proveedores adopten las BPA.

Las TRD también permiten superar algunos de los principales desafíos de la provisión de seguros agrícolas a los pequeños agricultores. Al establecer contratos de seguros inalterables, vinculados a monederos móviles con datos meteorológicos generados de forma regular por sensores dispuestos sobre el terreno y confirmados por estaciones meteorológicas, las TRD pueden realizar automáticamente pagos en caso de sequías o inundaciones, lo que eliminaría los costosos procedimientos de verificación, reduciría los costes de las transacciones

e incrementaría la transparencia tanto para los proveedores de seguros como para los clientes. Además, los contratos inteligentes empleados por las TRD ofrecen la posibilidad de realizar pagos digitales seguros en tiempo real para reducir los costes de transacción entre productores, proveedores, mayoristas y minoristas.

El uso de las TRD también podría generar una mayor transparencia y seguridad en el registro de las tierras, especialmente en zonas rurales pobres, y mantendría a salvo los registros de tierras incluso durante los desastres derivados de amenazas naturales o conflictos civiles. La titulación digital segura de las tierras puede ir asociada a la creación de una ID digital más amplia que asegure a los pequeños agricultores y las pymes la capacidad de confirmar sus activos con facilidad, además de garantizar la cantidad y la calidad de los productos agrícolas y su solvencia a las entidades financieras.

El uso de las TRD para apoyar a los pequeños agricultores y proveedores presenta importantes desafíos, como la ausencia de políticas y marcos regulatorios propicios, las infraestructuras inadecuadas, la falta de interoperabilidad y otras cuestiones técnicas, así como la falta de habilidades digitales en las comunidades agrícolas. Las empresas agroalimentarias multinacionales serán las primeras en adoptar las TRD. Para garantizar que todos los agricultores puedan beneficiarse de estas tecnologías, los gobiernos y las organizaciones intergubernamentales deberán trabajar juntos para crear conciencia sobre el potencial de las TRD, fortalecer las capacidades de las partes interesadas agrícolas y reforzar la cooperación internacional entre los sectores público y privado y los grupos de la sociedad civil para diseñar e implementar programas colaborativos con el fin de desarrollar TRD inclusivas (Tripoli y Schmidhuber, 2018).

● Políticas e incentivos para la producción sostenible y los sistemas alimentarios de frutas y hortalizas

Como complemento a este capítulo sobre el entorno propicio necesario para la producción y la comercialización sostenibles de las frutas y hortalizas, la **Tabla 4** sirve de orientación para la formulación de políticas sobre las regulaciones y los incentivos requeridos. Es fundamental que los ministerios trabajen conjuntamente para desarrollar e implementar marcos reglamentarios adecuados que proporcionen un entorno propicio para un sector privado próspero, incluyendo los ministerios de agricultura, medioambiente, salud pública, educación, comercio, finanzas, planificación y cooperación internacional.

TABLA 4
Políticas e incentivos
para la producción
sostenible y los sistemas
alimentarios de frutas
y hortalizas

COMPONENTES	POLÍTICAS O INCENTIVOS
Recursos genéticos de las variedades y los cultivos	● Fortalecer los bancos de genes de semillas, sobre el terreno e <i>in vitro</i> para conservar, caracterizar, evaluar, documentar y hacer accesible el mayor espectro posible de germoplasma de las especies objetivo, incluidas las especies marginadas e infrautilizadas. En concreto, evaluar las entradas por su tolerancia a estreses abióticos como la salinidad, el calor, la sequía y las inundaciones, y a estreses bióticos (es decir, plagas y enfermedades), además de por características de calidad (especialmente el contenido de micronutrientes), y características de poscosecha y comercialización (periodo de conservación, durabilidad del transporte, adecuación para el procesamiento, color, forma, sabor, textura). ● Reforzar la conservación de las especies silvestres afines (que por lo general son la fuente de las características deseables) en la naturaleza, donde la evolución de los rasgos de adaptación puede continuar. ● Mejorar la diversidad intra e interespecífica en las explotaciones agrícolas, también como medio para mejorar la resiliencia de los sistemas de producción. ● Desarrollar e implementar, de acuerdo con las normas internacionales y las legislaciones nacionales aplicables, un acceso equitativo y justo y mecanismos de distribución de beneficios con el fin de hacer que las entradas estén disponibles para los mejoradores de cultivos y otros científicos. ● Desarrollar redes internacionales para aumentar la sinergia entre bancos de genes independientes, el fenotipo y las iniciativas de mejora vegetal.
Mejora genética	● Los mejoradores de cultivos públicos o privados desarrollarán variedades productivas, nutritivas, resistentes al estrés biótico y abiótico y bien adaptadas a las agroecologías objetivo, y que se adecúen a las preferencias de los consumidores y las demandas del mercado. ● Ampliar la base genética de las variedades mejoradas mediante la premejora, es decir, la generación de materiales intermedios mediante el cruce de germoplasma no adaptado con rasgos novedosos y líneas de mejora vegetal estándar.

COMPONENTES	POLÍTICAS O INCENTIVOS
Sistemas de distribución de semillas	● Mejorar el acceso de los agricultores a semillas y material de propagación de calidad de las variedades superiores mediante: - el refuerzo de las capacidades institucionales y humanas a lo largo de toda la cadena de valor de las semillas, desde la producción y el procesamiento hasta el control de la calidad y el envasado, el almacenamiento y la comercialización; - el fortalecimiento de la producción de semillas a nivel comunitario con regímenes de garantía de la calidad adecuados, incluidos protocolos de semillas y material de propagación de calidad declarada; y - el desarrollo y la implementación de marcos reguladores nacionales sobre semillas que permitan la participación de diferentes partes, desde los agricultores hasta las cooperativas y las pequeñas y medianas empresas de semillas y las oportunidades para agricultores. ● Según la Asociación Internacional de Pruebas de Semillas, las semillas cumplen las normas establecidas en cuanto a la fidelidad al tipo, la ausencia de daños físicos, contaminantes y enfermedades, y el estado fisiológico óptimo. https://www.seedtest.org/en/home.html
Tenencia de la tierra y el agua	● Desarrollar iniciativas para garantizar el acceso equitativo a la tierra y el agua. ● Implementar planes para el reciclaje y la reutilización del agua y para el reciclaje y el compostaje de los residuos orgánicos. ● Proporcionar incentivos a los productores que conservan y enriquecen los suelos y que garantizan la escorrentía del agua limpia (pagos asociados con servicios ambientales). ● Implementar normas para controlar y prevenir la contaminación del agua. ● Desarrollar una red internacional de instalaciones para el análisis del agua. ● Promover iniciativas para asignar tierras y aguas en ubicaciones urbanas y periurbanas, de modo que los agricultores puedan crear cadenas de valor más cortas con productos frescos y nutritivos (y reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos).

COMPONENTES	POLÍTICAS O INCENTIVOS
Buenas prácticas agrícolas (BPA)	● Implementar BPA que promuevan la producción y la protección sostenibles de las frutas y hortalizas. ● Promover las BPA a través de las escuelas, las universidades y los servicios de extensión. ● Certificar a los agentes de formación y extensión que proporcionen asesoramiento creíble. ● Regular la calidad de los insumos, como fertilizantes, productos de protección de los cultivos, riegos, plásticos y enrejados. ● Apoyar el acceso de los agricultores a insumos y tecnologías y sistemas de mecanización adecuados (riego, invernaderos, maquinaria). ● Desarrollar normas para los plásticos basadas en la biodegradabilidad y el uso, así como planes para la recogida, la limpieza y el reciclaje. ● Incentivar los servicios de extensión asequibles.
Buenas prácticas de fabricación (BPF)	● Garantizar la disponibilidad y el acceso a herramientas y equipos de calidad, especialmente en las zonas rurales (ferreterías de primera línea). ● Implementar BPF para los servicios poscosecha, el procesamiento, la distribución y la comercialización. ● Implementar BPF para el saneamiento y el control de calidad. ● Certificar a los agentes que proporcionen un asesoramiento creíble.
Seguridad alimentaria	● BPA para incluir la capacidad de diagnosticar la causa de las enfermedades a fin de recomendar las mejores opciones de control. ● Desarrollar e incorporar opciones de MIP y enfermedades a las BPA para evitar el uso indebido de plaguicidas. ● Implementar el Código internacional de conducta para el manejo de plaguicidas. ● Evitar el uso de plaguicidas peligrosos mediante el compromiso activo con el Convenio de Róterdam. ● Evitar la distribución de plagas y enfermedades cuarentenarias mediante la adhesión a la Convención Internacional de Protección Vegetal.

COMPONENTES	POLÍTICAS O INCENTIVOS
Seguridad alimentaria <i>(resto)</i>	● Evitar la transferencia de patógenos transmitidos por los alimentos mediante prácticas de saneamiento adecuadas (BPF). ● Proporcionar incentivos a las cooperativas de productores y los actores de la cadena de valor que garanticen la seguridad de los alimentos. ● Desarrollar redes y laboratorios internacionales con capacidad para evaluar e informar sobre la seguridad alimentaria. ● Establecer o fortalecer los sistemas nacionales de control de los alimentos armonizados con el Codex Alimentarius..
Innovaciones en investigación y tecnología	● Desarrollar capacidades para mejorar la gestión de los bancos de genes y las estrategias de mejora vegetal. ● Desarrollar la capacidad de mejorar las recomendaciones de BPA para sistemas de propagación y cultivo de frutas y hortalizas concretos. ● Desarrollar nuevas estrategias de MIP respetuosas con el medio ambiente. ● Desarrollar una red internacional de expertos para supervisar los efectos, las nuevas variantes y las incursiones de las plagas y las enfermedades. ● Desarrollar la capacidad para mejorar la manipulación poscosecha y reducir las pérdidas. ● Desarrollar opciones de procesamiento de alimentos (tecnologías alimentarias para conservar los nutrientes y las características del mercado en los alimentos procesados). ● Desarrollar redes y laboratorios internacionales de expertos con capacidad para evaluar e informar sobre cuestiones de seguridad alimentaria. ● Dar prioridad al desarrollo de tecnologías y equipos (incluso dispositivos automatizados), así como prácticas, dirigidos a los pequeños productores y los servicios de extensión.

COMPONENTES	POLÍTICAS O INCENTIVOS
Acceso al mercado	● Crear opciones de transporte por carretera, ferrocarril y agua fiables y sin riesgo que vinculen de manera eficiente a los productores con los mercados. ● Desarrollar sistemas de cadena de frío, transporte y almacenamiento. ● Incentivar los servicios de crédito y los mecanismos de seguros para los productores y los agentes de la cadena de valor. ● Implementar campañas de sensibilización para informar a los consumidores sobre los beneficios para la salud de las dietas diversificadas que contienen frutas y hortalizas ● Establecer políticas de contratación pública para promover el suministro de los pequeños agricultores y fomentar el consumo en establecimientos públicos. ● Promover los beneficios económicos de una dieta variada y nutritiva frente a los costes de atención médica derivados de las dietas pobres. ● Fomentar el diálogo entre los mercados y los productores sobre las cualidades y las cantidades esperadas de los productos. ● Crear sistemas de control de precios. ● Apoyar el desarrollo de plataformas de comercio electrónico que vinculen a los productores con los consumidores. ● Promover y apoyar las cadenas de suministro cortas dirigidas a los mercados locales, lo que incluye el apoyo a los mercados tradicionales y territoriales. ● Promover la denominación de marca a través de normas de certificación para el comercio justo, prácticas sostenibles, promoción de la biodiversidad, producción orgánica, rendimientos equitativos y oportunidades de género.

COMPONENTES	POLÍTICAS O INCENTIVOS
Habilidades empresariales	● Desarrollar la capacidad de empoderar a las personas y las pymes y mejorar su visión empresarial. ● Dirigirse a las mujeres y los jóvenes en empresas de la cadena de valor fuera de las explotaciones agrícolas (suministro de insumos, digitalización de la gestión de datos, servicios de mantenimiento y reparación, poscosecha, almacenamiento, transporte, procesamiento, distribución y comercialización, así como sistemas de alerta temprana). ● Incentivar la innovación y ampliar las tecnologías eficaces. ● Centrarse en el desarrollo empresarial de servicios de contratación de mecanización especializada para abordar los momentos de mayor trabajo en la plantación, la eliminación de las malas hierbas, la protección de las plantas y la recolección, con especial énfasis en la creación de nuevos empleos para los jóvenes.





CAPÍTULO 5

El camino a seguir



Un cambio fundamental hacia cultivos más nutritivos en sistemas de cultivo más diversificada es necesario

En las últimas décadas, se ha hecho hincapié en las cadenas de suministro de un solo producto con políticas agrícolas de apoyo, especialmente para los cultivos básicos ricos en carbohidratos o para la exportación, como modelo para crear riqueza, apuntando a que los agricultores de subsistencia se conviertan en empresarios. En fechas más recientes, se ha reconocido que es necesario cultivar cosechas más nutritivas en sistemas diversificados para proteger el medio ambiente y generar ingresos y empleos dignos, adaptándose al mismo tiempo a los cambios en el clima y protegiendo la seguridad nutricional de la población mundial, cada vez más numerosa.

Para alcanzar los ODS 2 y 3 las frutas y hortalizas deben estar disponibles y ser asequibles para los consumidores. La producción sostenible de frutas y hortalizas, combinada con cadenas de valor estables, es, por tanto, una prioridad nacional, regional y mundial para satisfacer las necesidades globales de nutrición.

La gran diversidad de las frutas y hortalizas ofrece a los pequeños agricultores opciones para la producción sostenible mediante la selección de especies, variedades y combinaciones de estas que se adapten a diferentes condiciones ambientales (disponibilidad de agua y nutrientes, duración de la temporada de crecimiento, capacidad para hacer frente a plagas y enfermedades comunes), y para el acceso al mercado para alcanzar los ODS 1 y 15. Cabe señalar que las frutas y hortalizas recogidas actualmente en FAOSTAT solo representan una parte de la diversidad mundial de frutas y hortalizas, y que muchas tienen la etiqueta de especies marginadas e infrautilizadas. Sin embargo, las frutas y hortalizas cuentan con un enorme potencial para lograr múltiples ODS, por su alto contenido nutritivo, su adaptación al cultivo en diferentes condiciones ambientales y su resistencia a las plagas y enfermedades prevalentes. Es necesario fortalecer los mecanismos de recopilación de datos y presentación de informes para captar este potencial y ayudar a la elaboración de directrices políticas sobre políticas agrícolas.

Las frutas y hortalizas tienen un alto valor. Su cultivo puede ser rentable, ya que pueden crecer en cantidades relativamente pequeñas de tierra y con menos agua y nutrientes de los que se necesitan para otros cultivos, tanto en entornos rurales como urbanos y periurbanos. Pueden hacer que un país alcance los ODS 1, 3 y 11. El alto valor y, sin embargo, el carácter perecedero de las frutas y hortalizas ofrecen importantes oportunidades para nuevas empresas y trabajo decente. Entre ellas se encuentran los servicios de asesoramiento técnico, suministro de insumos (semillas, enrejado, sistemas de cultivos protegidos, riego por goteo, fertilizantes, tecnologías de gestión

de plagas y enfermedades), servicios poscosecha (clasificación, lavado, esterilización, envasado, procesamiento, transporte, almacenamiento) y vínculos con el mercado (tecnologías alimentarias, desarrollo de marcas, comercialización, sistemas participativos de garantía, digitalización, sistemas de trazabilidad y cadena de bloques). Las demandas intensivas de mano de obra y conocimientos de las cadenas de valor de las frutas y hortalizas pueden generar oportunidades de empleo tanto en la explotación agrícola como fuera de ella, especialmente para las mujeres y los jóvenes, lo que puede ayudar a alcanzar los ODS 4, 5 y 8.

La potenciación del sector de las frutas y hortalizas mediante el asesoramiento técnico y las asociaciones entre los sectores público y privado aumentará la eficiencia de las cadenas de valor para reducir las pérdidas y el desperdicio de alimentos (para abordar los ODS 2 y 12), y apoyar directamente a las mujeres, que suelen ser responsables de la producción y la comercialización de las frutas y hortalizas. Además, se debe reconocer la importancia de la necesidad de insumos agrícolas de alta calidad (incluidos agentes de control biológico para la gestión de las plagas y enfermedades), y la regulación de los productos, los proveedores y los distribuidores para fomentar el desarrollo de un sector privado próspero e innovador. Estos beneficios se han visto afectados por la pandemia de LA COVID-19, que ha demostrado la importancia de las cadenas de valor cortas para las frutas y hortalizas a fin de mantener el suministro regular de alimentos frescos y nutritivos cuando las importaciones y otras cadenas de suministro mundiales se ven interrumpidas debido a las restricciones de transporte de los bienes, además de la mano de obra. Las catástrofes naturales, la erosión de la biodiversidad y el cambio climático han puesto de manifiesto la necesidad de políticas de apoyo a la producción sostenible de frutas y hortalizas. El impacto de COVID-19 también ha demostrado la importancia de vincular eficazmente a los pequeños agricultores con los mercados, y de mejorar la planificación urbana, periurbana y rural, como por ejemplo a través de CRFS (FAO, 2020c; FAO, 2020d). Las buenas prácticas y políticas en materia de recursos naturales, desastres y gestión del riesgo climático constituyen el núcleo del desarrollo de la resiliencia y son fundamentales para el desarrollo general de las economías de los países de rentas bajas y medias (además del éxito continuado en los países de rentas altas).

El Decenio de las Naciones Unidas de Acción sobre la Nutrición (2016-2025) y el Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas (2021-2030) hacen hincapié en la necesidad de gestionar la tierra de forma sostenible para aumentar la productividad y la disponibilidad de alimentos densos en nutrientes,





ofreciendo al mismo tiempo medios de subsistencia como apoyo a las comunidades de todo el mundo. Los Estados miembros de la ONU se han comprometido a desarrollar 10 años de implementación sostenida y coherente de políticas, programas y mayores inversiones para eliminar la malnutrición en todas sus formas, sin dejar a nadie atrás, y protegiendo al mismo tiempo la capacidad productiva continua de los entornos naturales. Además, el Decenio de las Naciones Unidas de la Agricultura Familiar (2019-2028), que proporciona a la comunidad internacional la oportunidad de abordar la agricultura familiar desde una perspectiva holística (Bosc *et al.*, 2018), con el fin de lograr transformaciones sustanciales en los sistemas alimentarios actuales para contribuir a la consecución de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (FAO y FIDA, 2019). La adopción del modelo de agricultura familiar, junto con el reconocimiento de los beneficios de los sistemas agrícolas comerciales y por contrato de tamaño medio, requieren la integración de estrategias relacionadas con:

- la seguridad alimentaria y la nutrición;
- la diversificación de cultivos;
- la resiliencia de los sistemas alimentarios;
- la adaptación al cambio climático;
- la protección de la biodiversidad; y
- la creación de trabajos dignos, especialmente para las mujeres y los jóvenes.

Las innovaciones técnicas e institucionales guardan una relación importante con cada una de estas áreas; las frutas y hortalizas seguras y nutritivas se benefician de una gran diversidad de variedades y un amplio rango de sistemas de cultivo, que van desde el campo abierto con coberturas y riego fertilizante hasta la hidroponía o las fábricas de plantas con sistemas sin suelo.

La producción sostenible de frutas y hortalizas es intensiva en conocimientos, especialmente en lo relativo a la conservación de la fertilidad del suelo, la gestión de los recursos hídricos y el desarrollo y la implementación de estrategias de biodiversidad para controlar las plagas y las enfermedades, y asegurar unos vínculos estables con el mercado. Los avances en las TIC y la digitalización posibilitan el acceso a los conocimientos y pueden fortalecer los servicios de asesoramiento locales. La gestión de estos conocimientos para las frutas y hortalizas de alto valor ofrecen la oportunidad de desarrollar empresas fuera

de la granja (p. ej., de servicios poscosecha) que resulten atractivas para los jóvenes y proporcionen empleos rurales dignos para mitigar la migración a las zonas urbanas.

Sin embargo, la inversión global en ciencias hortícolas está cayendo, tanto en los países de rentas altas como en los de rentas medias y bajas. Los planes de estudios, los cursos de formación y las inversiones en desarrollo deben abarcar la rica diversidad de las frutas y hortalizas e incluir las NUS. Una solución es integrar las frutas y hortalizas en el enfoque global del sistema alimentario como factor clave para alcanzar un mayor equilibrio ecológico, económico y social para lograr los ODS.

Se necesita una investigación participativa en la que los científicos, los productores y los actores del sistema alimentario (públicos y privados) colaboren para analizar los efectos de los diferentes criterios en la producción sostenible y las cadenas de valor estables. Las frutas y hortalizas presentan una diversidad única de combinaciones de sistemas de cultivos con ciclos cortos y largos (perennes), así como oportunidades para una mayor integración con otras formas de agricultura. Estas vías pueden generar mayores ingresos y trabajos dignos para los sistemas de agricultura familiar en los países de ingresos bajos y medios-bajos.

El apoyo a las políticas y las perspectivas empresariales para reciclar las aguas residuales domésticas, el abono con estiércol y los desechos orgánicos, desarrollar opciones compatibles con el medioambiente para controlar las plagas y enfermedades y gestionar los recursos naturales es fundamental, al igual que el suministro equitativo de tierras, agua, insumos y acceso a orientación financiera y técnica.

Es esencial un enfoque territorial que vincule a las comunidades rurales, periurbanas y urbanas y a las empresas para orientar las intervenciones de planificación con el fin de promover cadenas de valor cortas para que los agricultores locales suministren frutas y hortalizas seguras, asequibles y nutritivas, y que involucre a todos los ministerios gubernamentales, a la sociedad civil y al sector privado. Para los responsables políticos se deben priorizar e incentivar los beneficios del consumo de frutas y hortalizas para la creación de mercados estables, así como las prácticas de producción innovadoras y sostenibles, los insumos de alta calidad y los servicios poscosecha fiables.

Para influir en los responsables políticos, se requieren evidencias creíbles basadas en la evidencia científica y los informes de políticas. Especialmente para el sector informal, es necesaria una mayor

El sector de frutas y hortalizas debe impulsar la transición de la seguridad alimentaria a la seguridad nutricional mundial

eficiencia para mejorar la conectividad, la organización y la visibilidad. Para ello se necesitan datos más fiables, que actualmente se limitan a los mercados de exportación. Se necesitan inversiones para capturar datos sobre producción, efectos sobre el suelo, agua y nutrientes, plagas y enfermedades, procesamiento, pérdidas y desperdicio de alimentos, y consumo que permitan tomar decisiones de gestión mejor fundamentadas. Los datos fiables vinculados a la nutrición a través de la dieta alentarían a los agricultores a considerar su responsabilidad de producción según las oportunidades del mercado, y animarían a los consumidores a reconsiderar sus prioridades de gasto.

En resumen, es necesario incentivar la provisión de una orientación técnica sólida, insumos y servicios de alta calidad, y nuevas oportunidades de negocio para permitir que el sector de las frutas y hortalizas impulse la transición de la seguridad alimentaria a la seguridad nutricional mundial. Esto solo puede lograrse si existe una demanda de mercado de los consumidores, alentados a consumir alimentos nutritivos, y si hay incentivos políticos para que los fabricantes del sector de los alimentos industriales se alejen de los alimentos no saludables y formulen mensajes adecuados para los medios de comunicación.







REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



Abdelhaq, H. 2013. *Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable crops - Principles for Mediterranean climate areas*. FAO Plant Production and Protection Paper 217, p. 427-509. Roma (también disponible en www.fao.org/3/i3284e/i3284e.pdf).

Abukutsa-Onyango, M. 2005. Seed production and support systems for African leafy vegetables in three communities in western Kenya. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 7(3), 1–16.

Access to Seeds Foundation. 2018. *The Rise of the Seed-producing Cooperative in Western and Central Africa*. Amsterdam, Access to Seeds Foundation (también disponible en <https://www.accesstoseeds.org/app/uploads/2018/07/The-Rise-of-the-Seed-producing-Cooperative-in-Western-and-Central-Africa.pdf>).

Access to Seeds Foundation. 2019. *Access to Seeds Index 2019 synthesis report: bridging the gap between the world's leading seed companies and the small-scale farmer*. Amsterdam, Access to Seeds Foundation (también disponible en <https://www.accesstoseeds.org/app/uploads/2019/06/Access-to-Seeds-2019-Index-Synthesis-Report.pdf>).

Adebooye, O., Ajayi, S. & Baidu-Forson, J. 2005. Seed constraint to cultivation and productivity of African indigenous leaf vegetables. *African Journal of Biotechnology*, 4(13): 1480–1484 (también disponible en https://www.researchgate.net/publication/237791964_Seed_constraint_to_cultivation_and_productivity_of_African_indigenous_leaf_vegetables).

Agriterra. 2018. *Market Linkage: Agrocates Soil Scanner in Africa*. Arnhem, Agriterra (también disponible en https://www.agriterra.org/modules/downloads/upload_directory/AgroCares%20Agriterra%20article%20Kenya.pdf).

Akinnifesi, F.K., Kwesiga, F.R., Mhango, J., Mkonda, A., Chilanga, T. & Swai, R. 2004. Domesticating Priority Miombo Indigenous Fruit Trees as a Promising Livelihood Option for Small-Holder Farmers in Southern Africa. *Acta Horticulturae*, 632: 15–30 (también disponible en <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.632.1>).

Akinnifesi, F.K., Kwesiga, F.R., Mhango, J., Chilanga, T., Mkonda, A., Kadu, C.A.C., Kadzere, I., Mithofer, D., Saka, J.D.K., Sileshi, G., Ramadhani, T. & Dhliwayo, P. 2006. Towards the development of miombo fruit trees as commercial tree crops in southern Africa. *Forests, Trees and Livelihoods*, 16: 103–121 (también disponible en <https://doi.org/10.1080/14728028.2006.9752548>).

Alam, S.N., Hossain, M.I., Rouf, F.M.A., Jhala, R.C., Patel, M.G., Rath, L.K., Sengupta, A., Baral, K., Shylesha, A.N., Satpathy, S., Shivalingaswamy, T.M., Cork, A. & Talekar, N.S. 2006. Implementation and promotion of an IPM strategy for control of eggplant fruit and shoot borer in South Asia. Technical Bulletin No. 36. AVRDC publication number 06-672. Shanhua, Taiwán, The World Vegetable Center.

Allieu, A.M. & O Campo, A. 2019. *On the path to universal coverage for rural populations: removing barriers of access to social protection*. Roma, FAO (también disponible en <http://www.fao.org/social-protection/resources/resources-detail/en/c/1256369/>).

Anderson, J.R. & Birner, R. 2020. Fruits and Vegetables in International Agricultural Research: A Case of Neglect? In: Biesalski, H.K., ed. *Hidden Hunger and the Transformation of Food Systems. How to Combat the Double Burden of Malnutrition?* *World Rev Nutr Diet*. Basel, Karger. Vol 121, pp 42–59 (también disponible en <https://www.karger.com/Article/Abstract/507518>).

Arias, P., Hallam, D., Krivonos, E. & Morrison, J. 2013. *Smallholder Integration in Changing Food Markets*. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/i3292e/i3292e.pdf).

AVRDC (Asian Vegetable Research and Development Center). 1993. *Vegetable Research and Development in Southeast Asia: The AVNET Final Report*.

Bamber, P. & Fernandez-Stark, K. 2013. Global value chains, economic upgrading, and gender in the horticulture industry. In: Staritz, C. & Reis, J.G. eds. *Global value chains, economic upgrading, and gender case studies of the horticulture, tourism, and call center industries*. pp. 11–42. Washington DC, Banco Mundial (también disponible en www.capturingthegains.org/pdf/GVC_Gender_Report_web.pdf).

Barkai-Golan, R. & Paster N., eds. 2008. *Mycotoxins in Fruits and Vegetables*. Elsevier Inc. (también disponible en <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374126-4.X0001-0>).

Barrientos, S., Dolan, C. & Tallontire, A. 2003. A gendered value chain approach to codes of conduct in African horticulture. *World Development*, 31(9): 1511–26. (también disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305750X03001104>).

Basediya, A.I., Samuel, D.V.K. & Beera, V. 2013. Evaporative Cooling System for Storage of Fruits and vegetables – a review. *Journal of Food Science Technology*, Vol. 50(3): 429–442 (también disponible en <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0311-6>).

Battersby, J. & Watson, V. 2018. Improving urban food security in African cities: Critically assessing the role of informal traders. In Cabannes, Y. & Marocchino, C. eds. *Integrating Food into Urban Planning*, pp. 186-208. Londres, UCL Press, Roma, FAO (también disponible en <https://doi.org/10.14324/111.9781787353763>).

Baudron, F., Misiko, M., Bisrat, A., Raymond, N., Sariah, J. & Kaumbutho, P. 2019. A farm-level assessment of labor and mechanization in Eastern and Southern Africa. *Agronomy for Sustainable Development*, 39 (también disponible en <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0563-5>).

Beaudreault, A. R. 2019. *Seeds of Change - The Power of Fruits and Vegetables to Improve Nutrition in Tanzania*. Washington, DC. Center for Strategic and International Studies (también disponible en www.csis.org/analysis/seeds-change-power-fruits-and-vegetables-improve-nutrition-tanzania).

Beed, F. & Dubois, T. 2009. The role of the International Institute of Tropical Agriculture in weed biological control. In Muniappan, R, Reddy, G.V.P. & Raman, A., eds. *Biological Control of Tropical Weeds using Arthropods*. Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-87791-6. pp 453-465.

Beed, F., Benedetti, A., Cardinali, G., Chakraborty, S., Dubois, T., Garrett, K. & Halewood, M. 2011. Climate change and micro-organism genetic resources for food and agriculture: state of knowledge, risks and opportunities. Background Study Paper No. 57. *Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture*, prepared for 13th Regular Session (también disponible en <http://www.fao.org/docrep/meeting/022/mb392e.pdf>).

Beed, F., Kubiriba, J., Mugalula, A., Kolowa, H., Bulili, S., Nduwayezu, A., Murekezi, C., Sakayoya, E., Ndayihanzamaso, P., Mulenga, R., Abass, M., Mathe, L., Masheka, B., Onyango, M., Shitabule, E., Nakato, V., Ramathani, I. & Bouwmeester, H. 2013. Processes and partnerships for effective regional surveillance of banana (*Musa* spp.) diseases. In Blomme, G., van Asten, P. & Vanlauwe, B., eds. *Banana Systems in the Humid Highlands of Sub-Saharan Africa: Enhancing Resilience and Productivity*, pp 210-216. CABI, Wallingford, Reino Unido, CABI.

Beed, F., Dubois, T., Coyne, D., Lesueur, D. & Ramasamy, S. 2017. Soil biodiversity. In Hunter, D, Guarino, L., Spillane, C. & McKeown, P.C., eds. *Routledge Handbook of Agricultural Biodiversity*. Earthscan from Routledge, Taylor & Francis. ISBN 978-0-415-74692-2. 127-145pp, 692 pp (también disponible en <https://www.routledge.com/Routledge-Handbook-of-Agricultural-Biodiversity/Hunter-Guarino-Spillane-McKeown/p/book/9780415746922>).

Bioversity International. 2007. *Neglected No More - Achievements of the IFAD-NUS project (2001–2005): Framework for its follow-up initiative (2007–2009)*. Roma, Bioversity (también disponible en www.bioversityinternational.org/e-library/publications/detail/neglected-no-more/).

Blum, M.L., Cofini, F. & Sulaiman, R.V. 2020. *Agricultural extension in transition worldwide: Policies and strategies for reform*. Roma, FAO (también disponible en <https://doi.org/10.4060/ca8199en>).

Bolfe, E.L. 2010. *Desenvolvimento de uma metodologia para a estimativa de biomassa e de carbon em sistemas agroflorestais por meio de imagens orbitais*. PhD dissertation, UNICAMP. Campinas, SP, Brasil.

Bonsignore, C. & Vacante, V. 2017. Natural enemies and pest control. In Vacante, V. & Kreiter, S. eds. *Handbook of Pest Management in Organic Farming*. CABI (también disponible en <https://doi.org/10.1079/9781780644998.0060>).

Bosc, P.M., Marzin, J., Belières, J.F., Sourisseau, J.M., Bonnal, P., Losch, B., Pédelahore, P., & Parrot, L. 2015. Defining, characterizing and measuring family farming models. In Sourisseau, J.M. ed. *Family farming and the worlds to come*. 37–55. Nueva York, Londres, Springer.

Bosc, P.M., Sourisseau, J.M., Bonnal, P., Gasselin, P., Valette, E. & Belières, J.F. 2018. *Diversity of family farming around the world: Existence, transformations and possible futures of family farms*. Versailles, Francia, Editions Quae (también disponible en <https://doi.org/10.1007/978-94-024-1617-6>).

Bruce, J.W. 1989. *Community forestry - Rapid appraisal of tree and land tenure*. Community Forestry Note 5. Roma, FAO (también disponible en <http://www.fao.org/3/t7540e/T7540E01.htm>).

Bruce, J.W. & Fortmann, L. 1989. *Agroforestry: tenure and incentives*. Madison, Land Tenure Center, Universidad de Wisconsin.

Buechler, S., Mekala, G., & Keraita, B. 2006. Wastewater for urban and periurban agriculture. Cities for the Farming Future: Urban Agriculture for Green and Productive Cities. In René van Veenhuizen, ed. *Cities Farming for the Future; Urban Agriculture for Green and Productive Cities*. pp 243–273. RUAF Foundation, Países Bajos, IDRC, Canadá, y IIRR publishers, Filipinas.

Campbell-Platt. 1987. *Fermented Foods of the World: A Dictionary and Guide*. Butterworths, Londres.

Carletto, C., Jolliffe, D., & Banerjee, R. 2015. From Tragedy to Renaissance: Improving Agricultural Data for Better Policies. *Journal of Development Studies*, 51, 133–148.

Carter, M., de Janvry, A., Sadoulet, E. & Sarris, A. 2017. Index Insurance for Developing Country Agriculture: A Reassessment. *Annual Review of Resource Economics* 9: 421–438 (también disponible en <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100516-053352>).

Casals, J., Rull, A., Segarra, J., Schober, P. & Simó, J. 2019. Participatory Plant Breeding and the Evolution of Landraces: A Case Study in the Organic Farms of the Collserola Natural Park. *Agronomy*, 9(9): 486 (también disponible en <https://doi.org/10.3390/agronomy9090486>).

CCAFS & CGIAR. 2013. *Weather index-based insurance*. Copenhagen, CCAFS y CGIAR (también disponible en <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/34366/CCAFS-Index-Insurance.pdf>).

Ceccarelli, S. & Grando, S. 2020. Participatory plant breeding: Who did it, who does it and where? *Experimental Agriculture*, 56(1): 1-11 (también disponible en <https://doi.org/10.1017/S0014479719000127>).

CFS. 2015. *Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, Foro de Alto Nivel del CSA sobre la Vinculación de los Pequeños Productores con los Mercados* (también disponible en <http://www.fao.org/3/av042s/av042s.pdf>).

Cook, S.M., Khan, Z.R. & Pickett, J.A. 2007. The use of push-pull strategies in integrated pest management. *Annual Review of Entomology*, 52:375-400 (también disponible en <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ento.52.110405.091407>).

Croft, M.M., Marshall, M.I., Odendo, M., Ndinya, C., Ondego, N.N., Obura, P. & Hallett, S.G., 2018. Formal and Informal Seed Systems in Kenya: Supporting Indigenous Vegetable Seed Quality. *The Journal of Development Studies* 54(4), 758-775.

Dagar, J. C., Singh, G. & Singh, N. T. 2001. Evaluation of Forest and Fruit Trees Used for Rehabilitation of Semiarid Alkali-Sodic Soils in India. *Arid Land Research and Management*, 15(2): 115-133 (también disponible en <https://doi.org/10.1080/15324980151062742>).

Daniel, I. & Adetumbi, A. 2004. Seed supply system for vegetable production at small-holder farms in South-Western Nigeria. *Euphytica*, 140: 189–196 (también disponible en <https://doi.org/10.1007/s10681-004-3035-0>).

Danielsen, S. & Matsiko F.B. 2016. Using a plant health system framework to assess plant clinic performance in Uganda. *Food Security* 8:345-359 (también disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s12571-015-0546-6>).

Danielsen, S., Matsiko F.B. & Kjaer A.M. 2014. Implementing plant clinics in the maelstrom of policy reform in Uganda. *Food Security* 6: 807-818 (también disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s12571-014-0388-7>).

David, S. & Cofini, F. 2017. *A decision guide for rural advisory methods*. Roma, FAO (también disponible en <http://www.fao.org/3/a-i8141e.pdf>).

Deberdt, P., Fernandes, P., Coranson-Beaudu, R., Minatchi, S. & Ratnadass, A. 2018. The use of biocontrol plants to manage bacterial wilt of tomato in the tropics. *Acta Horticulturae* 1207: 115-122 (también disponible en <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1207.15>).

Deguine, J.P., Gloanec, C., Laurent, P., Ratnadass, A. & Aubertot, J.N., eds. 2017. *Agroecological crop protection*. Dordrecht, Países Bajos, Springer, Ed. Quae.

Deji, O., Koledoye, G. & Owombo, P. 2013. Gender analysis of constraints to get vegetable production in Ondo State, Nigeria. *Nigerian Journal of Rural Sociology*, 13(3): 72-80 (también disponible en <https://doi.org/10.22004/ag.econ.287160>).

Dercon, S., Haas, A., Kriticos, S. & Lippolis, N. 2019. *Can Africa learn from the Chinese urbanisation story*. Cities that Work Policy Framing Paper. Londres, IGC (también disponible en <https://www.theigc.org/wp-content/uploads/2019/09/Dercon-et-al-2019-Policy-Framing-Paper.pdf>).

Devex. 2016. *Three lessons the World Food Programme has learned on connecting smallholder farmers to markets* [en línea]. Washington, DC. [Citado el 2 de agosto 2020] <https://www.devex.com/news/three-lessons-the-world-food-programme-has-learned-on-connecting-smallholder-farmers-to-markets-88330>.

Dhillon, N.P.S., Sanguansil, S., Schafleitner, R., Wang, Y-W. & McCreight, J.D. 2016. Diversity among a wide collection of bitter gourd landraces and their genetic relationships with commercial hybrid cultivars. *Journal of American Society of Horticultural Sciences*, 141, 475-484. (También disponible en <https://doi.org/10.21273/JASHS03748-16>).

Dhillon, N., Laenoi, S., Srimat, S., Pruangwitayakun, S., Mallappa, A., Kapur, A., Yadav, K., Hegde, G., Schafleitner, R., Schreinemachers, P. & Hanson, P. 2020a. Sustainable Cucurbit Breeding and Production in Asia Using Public-Private Partnerships by the World Vegetable Center. *Agronomy*, 10: 1171 (también disponible en <https://doi.org/10.3390/agronomy10081171>).

Dhillon, N.P.S., Masud, M.A.T., Pruangwitayakun, S., Natheung, M., Lertlam, S. & Jarret, R.L. 2020b. Evaluation of Loofah Lines for Resistance to Tomato Leaf Curl New Delhi Virus and Downy Mildew, as well as Key Horticultural Traits. *Agriculture*, 10: 298, pp 14 (también disponible en <https://www.mdpi.com/2077-0472/10/7/298>).

Diazgranados, M., Allkin, B., Black, N., Cámara-Leret, R., Canteiro, C., Carretero, J. & Ulian, T. 2020. *World checklist of useful plant species*. Produced by the Royal Botanic Gardens, Kew (también disponible en <https://doi.org/10.5063/F1CV4G34>).

Diouf, M., Gueye, M. & Samb, P. 2017. Participatory Varietal Selection and Agronomic Evaluation of African Eggplant and Roselle Varieties in Mali. *European Scientific Journal*, 13(30): 327- 340 (también disponible en <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n30p327>).

Djamen, P. 2016. *Developing the seed sector to increase agricultural productivity in West and Central Africa - Key interventions areas and guiding principles*. Policy brief. Foundation for Agriculture and Rurality in the World (FARM)/West and Central African Council for Agricultural Research and Development (CORAF/WECARD) (también disponible en www.coraf.org/wasp2016/wp-content/uploads/2016/11/VR_-_Report-3bis_-_Eng_-_Key-Interventions-areas-and-guiding-principles-for-the-dvpt-of-seed-sector-in-WCA.pdf).

Dolan, C. 2001. The 'Good Wife': Struggles over Resources in the Kenyan Horticultural Sector. *The Journal of Development Studies*, 37(3): 39-70 (también disponible en <https://doi.org/10.1080/00220380412331321961>).

Dolan, C. & Sorby, K. 2003. *Gender and employment in high-value agriculture industries*. Agriculture and Rural Development working paper series no. 7. Washington, DC, Banco Mundial (también disponible en <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/231481468739343863/gender-and-employment-in-high-value-agriculture-industries>).

Drechsel, P., Graefe, S., Sonou, M. & Cofie, O. 2006. *Informal irrigation in urban West Africa: An overview*. IWMI Research Report Series 102. Colombo, Sri Lanka, International Water Management Institute (IWMI) (también disponible en www.iwmi.cgiar.org/Publications/IWMI_Research_Reports/PDF/pub102/RR102.pdf).

Dubbeling M. & de Zeeuw H. 2011. Urban Agriculture and Climate Change Adaptation: Ensuring Food Security Through Adaptation. In Otto-Zimmermann, K. ed. *Resilient Cities: Cities and Adaptation to Climate Change*. Dordrecht, Países Bajos, Springer (también disponible en https://doi.org/10.1007/978-94-007-0785-6_44).

Ebert, A.W. 2013. *Ex situ* conservation of plant genetic resources of major vegetables. In Normah, M.N, Chin, H.F & Reed, B.M., eds. *Conservation of Tropical Plant Species*, Chapter 16, pp. 373–417. Nueva York, Springer Science+Business Media.

Ebert, A.W. & Schafleitner, R. 2015. Utilization of wild relatives in the breeding of tomato and other major vegetables. In Redden, R., Yadav, S.S., Maxted, N., Dulloo, M.E., Guarino, L. & Smith, P., eds. *Crop Wild Relatives and Climate Change*. Chapter 9, pp. 141-172. First Edition. John Wiley & Sons, Inc.

Epsky, N.D., Morrill, W.L. & Mankin, R.W. 2008. Traps for Capturing Insects. In Capinera, J.L., ed. *Encyclopedia of Entomology*. Dordrecht: Springer. pp. 3887–3901 (también disponible en <https://www.ars.usda.gov/ARSEUserFiles/3559/publications/traps-08-epskymorrillmankin.pdf>).

FAO. 1989. *Prevention of post-harvest food losses: fruits, vegetables and root crops*. Roma (también disponible en <http://www.fao.org/3/t0073e/t0073E00.htm>).

FAO. 1994a. *Definition and Classification of Commodities* (Draft): 7. Vegetables and Derived Products [en línea]. Roma. [Citado el 2 de agosto 2020] www.fao.org/waicent/faoinfo/economic/faodef/fdef07e.htm.

FAO. 1994b. *Definition and Classification of Commodities* (Draft): 8. Fruits and Derived Products [en línea]. Roma. [Citado el 2 de agosto, 2020] www.fao.org/waicent/faoinfo/economic/faodef/fdef08e.htm.

FAO. 1995. *Improving nutrition through home gardening - A training package for preparing field workers in Southeast Asia*. Roma (también disponible en www.fao.org/3/V5290e/v5290e00.htm).

FAO. 1999. *Greenhouses and shelter structures for tropical regions*. FAO Plant Production and Protection Paper 154.

FAO. 2001. *Improving Nutrition Through Home Gardening - A Training Package for Preparing Field Workers in Africa*. Roma (también disponible en www.fao.org/3/x3996e/x3996e00.htm).

FAO. 2004. *Fruit and Vegetables for Health – Report of a joint FAO/WHO workshop, 1–3 September 2004, Kobe, Japan*. FAO/OMS, Roma (también disponible en <http://www.fao.org/3/a-i6807e.pdf>).

FAO. 2005a. *Setting up and running a school garden - A Manual for Teachers, Parents and Communities*. Roma (también disponible en <http://www.fao.org/3/a-a0218e.pdf>).

FAO. 2005b. *The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food production*. FAO Soils Bulletin 80. Roma (también disponible en <http://www.fao.org/3/a0100e/a0100e.pdf>).

FAO. 2006. *Sistema de semillas de calidad declarada*. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal 185. Roma (también disponible en <http://www.fao.org/3/a0503s/a0503s.pdf>).

FAO. 2008. *Diversity of Experiences - Understanding change in crop and seed diversity. A review of selected LinKS studies*. Roma (también disponible en www.fao.org/3/ai502e/ai502e00.pdf).

FAO. 2010a. *Growing greener cities in the Democratic Republic of the Congo*. Roma (también disponible en <http://www.fao.org/3/i1901e/i1901e01.pdf>).

FAO. 2010b. *Crear ciudades más verdes*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/pdf/ggc-es.pdf>).

FAO. 2010c. *Material de propagación de calidad declarada. Protocolos y normas para cultivos propagados vegetativamente*. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal 195. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/3/I1195S/i1195s.pdf>).

FAO. 2010d. *International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides: Guidance on Pest and Pesticide Management Policy Development*. FAO (también disponible en http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Policy_2010.pdf).

FAO. 2011a. *Ahorrar para crecer – Guía para los responsables de las políticas de intensificación sostenible de la producción agrícola en pequeña escala*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/3/i2215s/i2215s.pdf>)

FAO. 2011b. *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación 2010–2011. Women in agriculture: closing the gender gap for development*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/3/i2050s/i2050s.pdf>).

FAO. 2011c. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk*. FAO, Roma y Earthscan, Londres (también disponible en <http://www.fao.org/3/i1688e/i1688e.pdf>).

FAO. 2012a. *On-farm practices for the safe use of wastewater in urban and peri-urban horticulture - A training handbook for farmer field schools*. Roma (también disponible en www.fao.org/3/i3041e/i3041e.pdf).

FAO. 2012b. *FAO steps up response to serious tomato pest in Near East* [en línea]. Roma. [Citado 26 de agosto, 2020] (también disponible en español <http://www.fao.org/news/story/es/item/152718/icode/>).

FAO. 2012c. *La función de las organizaciones de productores en la reducción de las pérdidas y el desperdicio de alimentos*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/3/ap409s/ap409s.pdf>).

FAO. 2012d. *Guiding principles for responsible contract farming operations*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/3/i2858s/i2858s.pdf>).

FAO. 2012e. *Sustainable nutrition security: Restoring the bridge between agriculture and health*. Roma (también disponible en www.fao.org/docrep/017/me785e/me785e.pdf).

FAO. 2012f. *Directrices Voluntarias sobre la Gobernanza Responsable de la Tenencia de la Tierra, la Pesca y los Bosques en el Contexto de la Seguridad Alimentaria Nacional*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/3/i2801s/i2801s.pdf>).

FAO. 2012g. *Coping with water scarcity - An action framework for agriculture and food security*. FAO Water Reports 38. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/3/i3015s/i3015s.pdf>)

FAO. 2013a. *Save and Grow: Cassava - A guide to sustainable production intensification*. Roma (también disponible en <http://www.fao.org/3/i3278e/i3278e.pdf>).

FAO. 2013b. *Gobernar la tierra en beneficio de las mujeres y los hombres - Una guía técnica para apoyar la gobernanza de la tenencia de la tierra responsable y equitativa en cuanto al género*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/3/i3114s/i3114s.pdf>).

FAO. 2013c. *Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable crops. Principles for Mediterranean climate areas*. Roma. (también disponible en <http://www.fao.org/3/i3284e/i3284e.pdf>)

FAO. 2014a. *Building a Common Vision for Sustainable Food and Agriculture: Principles and Approaches*. Roma (también disponible en www.fao.org/3/a-i3940e.pdf).

FAO. 2014b. *Ciudades más verdes en América Latina y el Caribe*. Roma (también disponible en www.fao.org/3/i3696s/i3696s.pdf).

FAO. 2014c. *Developing sustainable food value chains – Guiding principles*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/3/i3953s/i3953s.pdf>).

FAO. 2014d. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación, 2014: Innovación en la agricultura familiar*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/publications/sofa/2014/es/>).

FAO. 2014e. *Una huerta para todos. Manual de auto-instrucción*. 5ta edición revisada y ampliada, Santiago de Chile, 289 pp. (también disponible en <http://www.fao.org/3/a-i3846s.pdf>).

FAO. 2014f. *Compromiso por un futuro sin malnutrición*. Segunda Conferencia Internacional sobre Nutrición. Roma, 19–21 de noviembre, 2014 (también disponible en español <http://www.fao.org/3/i4465s/i4465s.pdf>).

FAO. 2015a. *Post-harvest losses along value and supply chains in the Pacific Island Countries* (también disponible en http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/sap/docs/Post-harvest%20losses%20along%20value%20and%20supply%20chains%20in%20the%20Pacific%20Island%20Countries.pdf).

FAO. 2015b. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación – La protección social y la agricultura: romper el ciclo de la pobreza rural*. Roma (también disponible en español www.fao.org/publications/sofa/2015/es/).

FAO. 2015c. *La guía voluntaria para la formulación de políticas nacionales de semillas*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/3/i4916s/i4916s.pdf>).

FAO. 2016. *Ahorrar para crecer en la práctica: maíz, arroz, trigo - Guía para la producción sostenible de cereales*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/publications/save-and-grow/maize-rice-wheat/es/>).

FAO. 2017a. *Crop Ecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/publications/card/en/c/I7628ES>).

FAO. 2017b. *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación 2017: Aprovechar los sistemas alimentarios para lograr una transformación rural inclusiva*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/3/i7658s/i7658s.pdf>)

FAO. 2017c. *Guide to Conducting Participatory Cooking Demonstrations to Improve Complementary Feeding Practices*. Roma (también disponible en www.fao.org/3/a-i7265e.pdf).

FAO. 2017d. *Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable production in the South East European countries. Principles for sustainable intensification of smallholder farms*. FAO, Roma (también disponible en www.fao.org/3/i6787en/I6787EN.pdf).

FAO. 2017e. *Policy Measures for managing quality and reducing postharvest losses in fresh produce supply chain in South Asian countries*. Roma (también disponible en www.fao.org/3/i7954e/i7954e.pdf).

FAO. 2018a. *Measuring vegetable crops area and production: Technical report on a pilot survey in two districts of Ghana - Final report*. Roma (también disponible en www.fao.org/3/ca6508en/ca6508en.pdf).

FAO. 2018b. *Neglected and underutilized crops species*. Committee on Agriculture. Twenty-sixth Session COAG/2018/INF/7. Roma (también disponible en español www.fao.org/3/mx479es/mx479es.pdf).

FAO. 2018c. *Developing gender-sensitive value chains – Guidelines for practitioners*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/3/i9212es/I9212Es.pdf>).

FAO. 2018d. *Leveraging Small and Medium Enterprises to improve nutrition*. Roma (también disponible en www.fao.org/3/CA2880EN/ca2880en.pdf).

FAO. 2018e. *Case studies on managing quality, assuring safety and reducing post-harvest losses in fruit and vegetable supply chains in South Asian Countries*. By Rolle, S.R. and Esguerra, E.B. Roma, FAO (también disponible en <http://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/1198129/>).

FAO. 2019a. *Voluntary Guidelines for the Conservation and Sustainable Use of Farmers' Varieties/Landraces*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/3/ca5601es/ca5601es.pdf>).

FAO. 2019b. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2019. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/publications/sofa/2019/es/>).

FAO. 2019c. *The International Code of Conduct for the Sustainable Use and Management of Fertilizers*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/3/ca5253es/ca5253es.pdf>).

FAO. 2019d. *Guide for establishing and maintaining pest free areas*. Roma, FAO y la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (IPPC) (también disponible en www.fao.org/3/ca5844en/ca5844en.pdf).

FAO. 2019e. *Strengthening sector policies for better food security and nutrition results – Education*. Roma, FAO y la Unión Europea (también disponible en www.fao.org/3/ca7149en/ca7149en.pdf).

FAO. 2019f. *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*. Bélanger, J. & Pilling, D. eds. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Roma (también disponible en www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf).

FAO. 2020a. WIEWS World Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Roma (también disponible en español www.fao.org/wiews/es/).

FAO. 2020b. *Status of seed legislation and policies in the Asia-Pacific region*. Bangkok (también disponible en <https://doi.org/10.4060/CA7599EN>).

FAO. 2020c. *Policy Brief - Sustainable crop production and COVID-19*. Roma (también disponible en <http://www.fao.org/3/ca8807en/CA8807EN.pdf>).

FAO. 2020d. *Policy Brief - COVID-19 and the role of local food production in building more resilient local food systems*. Roma (también disponible en <https://doi.org/10.4060/cb1020en>).

FAO. 2020e. *Biodiversity for food and agriculture - Frequently asked questions*. Roma (también disponible en español <http://www.fao.org/3/cb1785es/cb1785es.pdf>).

FAO. 2020f. *Año Internacional de las Frutas y Verduras 2021* [en línea]. Roma [citado el 3 de diciembre, 2020]. En español <http://www.fao.org/fruits-vegetables-2021/es/>.

FAO & AfricaSeeds. 2018. *Seeds Toolkit. Module 4: Seed Sector Regulatory Framework*. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/ca1493en/CA1493EN.pdf).

FAO & ICRAF. 2019. *Agroforestry and tenure*. Forestry Working Paper no. 8. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/CA4662en/CA4662en.pdf).

FAO & ICRISAT. 2015. *Community Seed Production*. In Ojiewo, C.O., Kugbei, S., Bishaw, Z. & Rubyogo, J.C., eds. Workshop Proceedings, 9–11 December 2013. FAO, Roma, ICRISAT, Addis Ababa (también disponible en www.fao.org/3/a-i4553e.pdf).

FAO & FIDA. 2019. *United Nations Decade of Family Farming 2019–2028. Global Action Plan*. Roma, FAO (también disponible en español <http://www.fao.org/3/ca4672es/ca4672es.pdf>).

FAO, FIDA & OIT. 2010. *Gender dimensions of agricultural and rural employment: differentiated pathways out of poverty. Status, trends and gaps*. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/i1638e/i1638e.pdf).

FAO, FIDA, OMS, PMA & UNICEF. 2020. *In Brief to The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets*. Roma, FAO (también disponible en <https://doi.org/10.4060/ca9699en>).

FAO & IFOAM. 2018. *Participatory Guarantee Systems (PGS) for Sustainable Local Food Systems*. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/I8288EN/i8288en.pdf).

FAO & INRA (Institut National de la Recherche Agronomique). 2016. *Innovative markets for sustainable agriculture – How innovations in market institutions encourage*. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/a-i5907e.pdf).

FAO & OMS. 2003. (revisado en 2010, 2012, 2017). *Code of Hygienic Practice for Fresh Fruits and Vegetables (CXC 53-2003). Codex Alimentarius, International Food Standards*. Roma. (también disponible en español http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B53-2003%252FCXC_053s.pdf)

FAO & OMS. 2014. *The International Code of Conduct on Pesticide Management*. Roma, FAO (también disponible en español http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Code_Spanish_2015_Final.pdf)

FAO & OMS. 2017. *International symposium on sustainable food systems for healthy diets and improved nutrition: Key messages*. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/a-i8189e.pdf).

FAO & OMS. 2018. *Proceedings of the FAO/WHO international symposium on sustainable food systems for healthy diets and improved nutrition*. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/i9025en/I9025EN.pdf).

FAO & PMA. 2014. *Promoting local food assistance in the African continent: Purchase from Africans for Africa*. Roma, FAO y PMA.

FAO & RUAF. 2018. *Assessing and Planning City Region Food System Kitwe (Zambia)*. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/I8631EN/i8631en.pdf).

Faye, E., Sarron, J., Diatta, J. & Borianne, P. 2019. PixFruit: un outil d'acquisition, de gestion, et de partage de données pour une normalisation de la filière Mangue en Afrique de l'Ouest aux services de ses acteurs. In : AgriNumA 2019 : Symposium "Agriculture Numérique en Afrique", Dakar, Senegal (también disponible en https://agritrop.cirad.fr/592757/1/Re%CC%81sume%CC%81_AgriNumA_Emile_FAYE.pdf).

Fernandez-Stark, K., Bamber, P. & Gereffi, G. 2011. *The Fruit and Vegetables Global Value Chain: Economic Upgrading and Workforce Development*. Center on Globalization, Governance and Competitiveness. Durham, NC, Duke University.

Fernandez-Stark, K., Bamber, P. & Gereffi, G. 2012. *Inclusion of small- and medium-sized producers in high-value agro-food value chains*. Durham, NC, Global Value Chains Center, Duke University (también disponible en <https://globalvaluechains.org/publication/inclusion-small-and-medium-sized-producers-high-value-agro-food-value-chains>).

FIDA. 2016. *Toolkit: Engaging with farmers' organizations for more effective smallholder development*. Roma (también disponible en www.ifad.org/en/web/knowledge/publication/asset/39258128).

Fischer, G., Gramzow, A. & Laizer, A. 2018. Gender, vegetable value chains, income distribution and access to resources: Insights from surveys in Tanzania. *European Journal of Horticultural Science*, 82: 319-327 (también disponible en <https://doi.org/10.17660/eJHS.2017/82.6.7>).

Galindo, A., Collado-González, J., Griñán, I., Corell, M., Centeno, A., Martín-Palomo, M.J., Girón, I.F., Rodríguez, P., Cruz, Z.N., Memmi, H., Carbonell-Barrachina, A.A., Hernández, F., Grondeau, C., Samson, R. & Sands D. 1994. A Review of Thermotherapy to Free Plant Materials from Pathogens, Especially Seeds from Bacteria. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 13: 57-75 (también disponible en <https://doi.org/10.1080/07352689409701908>).

Galindo, A., Collado-González, J., Griñán, I., Corell, M., Centeno, A., Martín-Palomo, M.J., Girón, F., Rodríguez, P., Cruz, Z.N., Memmi, H., Carbonell-Barrachina, A.A., Hernández, F., Torrecillas, A., Moriana, A. & Pérez-López, D. 2018. Deficit irrigation and emerging fruit crops as a strategy to save water in Mediterranean semiarid agrosystems. *Agricultural Water Management*, 202: 311-324 (también disponible en <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.08.015>).

Galluzzi, G., Eyzaguirre, P. & Negri, V. 2010. Home gardens: neglected hotspots of agro-biodiversity and cultural diversity. *Biodiversity and Conservation*, 19: 3635-3654 (también disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-010-9919-5>).

Garner, G. & de la O Campos, A.P. 2014. *Identifying the "family farm": An informal discussion of the concepts and definitions*. ESA Working Paper No. 14-10. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/a-i4306e.pdf).

Geerts, S. & Raes, D. 2009. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. *Agricultural Water Management*, 96 (9): 1275-1284 (también disponible en <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.04.009>).

Genova, C., Schreinemachers, P. & Afari-Sefa, V. 2013. *An impact assessment of AVRDC's tomato grafting in Vietnam*. Research in Action no. 8. AVRDC Publication No. 13-773. Shanhua, Taiwan, AVRDC – The World Vegetable Center (también disponible en <https://avrdc.org/wpfb-file/eb0205-pdf/>).

GFRAS. 2012. *The "New Extensionist": Roles, Strategies, and Capacities to Strengthen Extension and Advisory Services*. Global Forum for Rural Advisory Services.

Global Index Insurance Facility. 2018. *Case Study - Weather Index Insurance Pilot - Chitalmari, Bogra*. Global Index Insurance Facility (también disponible en www.indexinsuranceforum.org/sites/default/files/36572_CaseStudies_Weather_ChitalmariBogra_8.5x11.75_Aug29.pdf).

Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition. 2016. *Food systems and diets: Facing the challenges of the 21st century*. Londres (también disponible en <https://www.glopan.org/reports/foresight>).

Goodwin, I. & Boland, A.M. 2000. Scheduling deficit irrigation of fruit trees for optimizing water use efficiency. *Deficit Irrigation Practices*, pp. 67 -78. Roma, FAO (también disponible en <http://www.fao.org/3/y3655e/y3655e10.htm#j>).

Greatrex, H., Hansen, J.W., Garvin, S., Diro, R., Blakeley, S., Le Guen, M., Rao, K.N. & Osgood, D.E. 2015. *Scaling up index insurance for smallholder farmers: Recent evidence and insights*. CCAFS Report No. 14. Copenhagen, CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CAAFS) (también disponible en https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/53101/CAAFS_Report14.pdf).

Guan Soon, L. 1997. *Consultancy Report of 4th Mission to The Socialist Republic of Vietnam Agricultural Rehabilitation Project, Plant Protection Sub-Component: Integrated Pest Management in Vegetables*. CAB International. IIBC Malaysia Regional Station.

Gyoeri, M., Miranda, A.C. & Soares F. 2016. Linking vulnerable small-scale farmers to school feeding programs: The experience of PAA Africa. *Policy in Focus*, 13 (2). Brasilia, IPC-IG y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP).

Hampel-Milagrosa, A. 2016. Small farmers, big retailers: How to link smallholders to supermarkets. *Rural 21*, 60: 33-35 (también disponible en https://www.researchgate.net/publication/311671083_Small_farmers_big_retailers_How_to_link_small-scales_to_supermarkets).

Hanafi, A. (1999). Needs and challenges of integrated production and protection (IPP) in protected cultivation in Morocco. *ISHS Acta Horticulturae* 491 (también disponible en https://www.actahort.org/books/491/491_70.htm).

Hawkes, C. 2013. *Promoting healthy diets through nutrition education and changes in the food environment: an international review of actions and their effectiveness*. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/i3235e/i3235e.pdf).

Herbel, D., Crowley, E., Ourabah Haddad, N. & Lee, M. 2012. *Good practices in building innovative rural institutions to increase food security*. Roma, FAO & FIDA (también disponible en www.fao.org/3/a-ap096e.pdf).

Hess, U. & Hazell, P. 2016. *Innovations and Emerging Trends in Agricultural Insurance*. Bonn y Eschborn, Alemania, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (también disponible en www.giz.de/de/downloads/giz-2016-en-innovations_and_emerging_trends-agricultural_insurance.pdf).

HLPE. 2013. *Investing in small-scale agriculture for food security. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition*. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/a-i2953e.pdf).

IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements). 2008. *Participatory Guarantee Systems. Case studies from Brazil, India, New Zealand, USA and France*. Bonn, Alemania.

Jarvis, D., Meyer, L., Klemick, H., Guarino, L., Smale, M., Brown, A., Sadiki, M., Sthapit, B. & Hodgkin, T. 2000. *Training Guide for in situ Conservation On-farm, Version 1*. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). Roma.

Joosten, F., Dijkxhoorn, Y., Sertse, Y. & Ruben, R. 2015. *How does the Fruit and Vegetable Sector contribute to Food and Nutrition Security?* LEI Wageningen UR (también disponible en https://knowledge4food.net/wp-content/uploads/2015/07/150630_study-impact-horticulture.pdf).

Junior, A.W.T. & da Silva, F.C. 2014. Colonização nipônica na amazônia: A saga dos imigrantes japoneses no estado do Pará. *R. Pós Ci. Soc.* v.11, n.22, jul/dez. 2014.

Kahane, R., Hodgkin, T., Jaenicke, H., Hoogendoorn, C., Hermann, M., Keatinge, J.D.H. & Hughes, J.d'A. 2013. Agrobiodiversity for food security, health and income. *Agronomy for Sustainable Development*, 33: 671-693 (también disponible en <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0147-8>).

Keatinge, J.D.H., Yang, R.-Y., Hughes, J.d'A., Easdown, W.J. & Holmer, R. 2011. The importance of vegetables in ensuring both food and nutritional security in attainment of the Millennium Development Goals. *Food Security*, 3: 491-501 (también disponible en <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0150-3>).

Kefalidou, A.A. 2016. *Sustainable energy solutions to 'cold chain' food supply issues*. Brief for Global Sustainable Development Report – Update. Nueva York, United Nations Department of Economic and Social Affairs (también disponible en https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/968624_Kefalidou_Sustainable%20energy%20solutions%20to-cold%20chain-food%20supply%20issues.pdf).

Kelly, S. 2012. *Smallholder business models for agribusiness-led development: Good practice and policy guidance*. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/docrep/015/md923e/md923e00.pdf).

Keraita, B., Abaidoo, R.C., Beernaerts, I., Koo-Oshima, S., Amoah, P., Drechsel, P., & Konradsen, F. 2012. Safe Re-use Practices in Wastewater-Irrigated Urban Vegetable Farming in Ghana. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 2(4):147–158 (también disponible en <https://foodsystemsjournal.org/index.php/fsj/article/view/130>).

Key2Market. 2018. *Sudan Seeds Sector Research*. Países Bajos (también disponible en www.netherlandsandyou.nl/documents/publications/2019/05/29/index).

Kharas, H. 2020. *The Impact of Covid-19 on Global Extreme Poverty*. [En línea] Brookings. <https://www.brookings.edu/blog/future-development/2020/10/21/the-impact-of-covid-19-on-global-extreme-poverty/#:~:text=Compared%20to%202019%2C%20poverty%20in,in%20poverty%20could%20be%20permanent>.

Kiggundu, N. & Wanyama, J., Galyaki, C., Banadda, N., & Muyonga, J., Zziwa, A. & Kabenge, I. 2017. Solar fruit drying technologies for small-scale farmers in Uganda. A review of design constraints and solutions. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 18 (4): 200-210 (también disponible en https://www.researchgate.net/publication/311741788_Solar_fruit_drying_technologies_for_smallholder_farmers_in_Uganda_A_review_of_design_constraints_and_solutions).

Kilwinger, F.B.M., Rietveld, A.M., Groot, J.C.J. & Almekinders, C.J.M. 2019. Culturally embedded practices of managing banana diversity and planting material in central Uganda. *Journal of Crop Improvement*, 33(4): 456-477 (también disponible en <https://doi.org/10.1080/15427528.2019.1610822>).

Kitinoja, L. & Kader A.A. 2004. *Small-Scale Postharvest Handling Practices: A Manual for Horticultural Crops* (4th Edition). *Post-harvest Horticulture*, Series No. 8E July 2002, Slightly Revised in November 2003© 2004 Davis, California, University of California.

Kitinoja, L. & Thompson, J. F. 2010. Pre-cooling systems for small-scale producers. *Stewart Postharvest Review* 2010, 6(2):1-14.

Kitinoja, L. 2013. *Use of cold chains for reducing food losses in developing countries*. PEF White Paper No. 13-03. La Pine, Oregon, The Postharvest Education Foundation (PEF) (también disponible en http://www.postharvest.org/Cold_chains_PEF_White_Paper_13_03.pdf).

Lambert, S. & Wagner, M. 2017. Environmental performance of bio-based and biodegradable plastics: The road ahead. *Chemical Society Reviews*, 46(22):6855-6871. (también disponible en <https://doi.org/10.1039/c7cs00149e>).

Lapeña I., Turdieva M., López Noriega I. & Ayad, W.G., eds. 2014. *Conservation of fruit tree diversity in Central Asia: Policy options and challenges*. Bioversity International, Roma. (también disponible en www.bioversityinternational.org/e-library/publications/detail/conservation-of-fruit-tree-diversity-in-central-asia-policy-options-and-challenges/).

Lefranc, L.M., Lescot, T., Staver, C., Kwa, M., Michel, I., Nkapnang, I. & Ludovic, T. 2010. Macropropagation as an innovative technology: Lessons and observations from projects in Cameroon. *Acta Horticulturae*, 879: 727-733 (también disponible en <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.879.78>).

Limpus. S. 2012. *Comparison of biodegradable mulch products to polyethylene in irrigated vegetable, tomato and melon crops*. Final Report HAL Project MT09068. Sydney, Horticulture Australia Ltd. (también disponible en www.melonsaustralia.org.au/wp-content/uploads/2018/12/Comparison-of-biodegradable-mulch-products.pdf).

Lin, L.J., Hsiao, Y.Y. & Kuo, C.G. 2009. *Discovering Indigenous treasures: Promising indigenous vegetables from around the World*. Published by World Vegetable Center (también disponible en <https://avrdc.org/wpfb-file/ebook1-hm/>).

Liu, E.K., He, W.Q. & Yan, C.R. 2014. 'White revolution' to 'white pollution'-agricultural plastic film mulch in China. *Environmental Research Letters*, 9(9): 091001 (también disponible en <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/9/091001>).

Liverpool-Tasie, L.S.O., Wineman, A., Young, S., Tambo, J., Vargas, C., Reardon, T., Adjognon, G.S., Porciello, J., Gathoni, N., Bizikova, L., Galiè, A. & Celestin, A. 2020. A scoping review of market links between value chain actors and small-scale producers in developing regions. *Nature Sustainability* 3, 799–808 (2020) (también disponible en <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00621-2>).

López Camelo, A. F. 2004. *Manual for the preparation and sale of fruits and vegetables - From field to market*. FAO Agricultural Services Bulletin 151. FAO, Roma (también disponible en <http://www.fao.org/3/y4893e/y4893e00.htm>).

Lowder, S.K., Sánchez, M.V. & Bertini, R. 2019. *Farms, family farms, farmland distribution and farm labour: What do we know today?* FAO Agricultural Development Economics Working Paper 19-08. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/ca7036en/ca7036en.pdf).

Lumpkin, T., Weinberger, K. & Moore, S. 2005. *Increasing Income through Fruit and Vegetable Production Opportunities and Challenges*. CGIAR Meetings – Agenda Documents. CGIAR (también disponible en <https://cgispace.cgiar.org/handle/10947/3904>).

Lynam, J., Gilbert, E., Elliot, H. & Bliss, F. 2010. *Evolving a plant breeding and seed system in sub-Saharan Africa in an era of donor dependence*. A report for the Global Partnership Initiative for Plant Breeding Capacity Building. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/a-at535e.pdf).

Maertens, M. 2009. Horticulture exports, agro-industrialization, and farm-nonfarm linkages with the small-scale farm sector: evidence from Senegal. *Agricultural Economics* 40(2): 219-29 (también disponible en <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2009.00371.x>).

Maertens, M., Minten, B. & Swinnen, J. 2012. Modern Food Supply Chains and Development: Evidence from Horticulture Export Sectors in Sub-Saharan Africa. *Development Policy Review*, 30(4): 473-497 (también disponible en <https://doi.org/10.1111/j.1467-7679.2012.00585.x>).

Maher Salman, M., Pek, E. & Lamaddalena, N. 2019. *Field guide to improve water use efficiency in small-scale agriculture – The case of Burkina Faso, Morocco and Uganda*. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/ca5789en/ca5789en.pdf).

Malawi Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development. 2015. *Nutrition Handbook for Farmer Field Schools*. Lilongwe (también disponible en http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/nutrition/docs/education/resources/by_country/Malawi/FFS_Nutrition_Handbook.pdf).

Malézieux, E., Crozat, Y., Dupraz, C., Laurans, M., Makowski, D., Ozier-Lafontaine, H., Rapidel, B., de Tourdonnet, S. & Valantin-Morison, M. 2009. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29, 43–62(2009) (también disponible en <https://link.springer.com/article/10.1051/agro:2007057>).

Mancini, V. & Romanazzi, G. 2013. Seed treatments to control seedborne fungal pathogens of vegetable crops. *Pest Management Science*. 70:860-868. (también disponible en <https://doi.org/10.1002/ps.3693>).

Marec, F. & Vreysen, M. 2019. Advances and Challenges of Using the Sterile Insect Technique for the Management of Pest Lepidoptera. *Insects*, 10(11): 371 (también disponible en <https://doi.org/10.3390/insects10110371>).

Markelova, H & Meinzen-Dick, R. 2009. Collective action for smallholder market access. *Food Policy*, 34: 1-7 (también disponible en <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2008.10.001>).

Martin, T., Simon, S., Parrot, L., Assogba Komlan, F., Vidogbéna, F., Adegbidi, A., Baird, V., Saidi, M., Kasina, M., Wasilwa, L.A., Subramanian, S. & Ngouajio, M. 2015. Eco-friendly nets to improve vegetable production and quality in sub-Saharan Africa. *Acta Horticulturae*, 1105: 221-228 (también disponible en <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1105.31>).

Martin, T., Parrot, L., Belmin, R., Nordey, T., Basset-Mens, C., Biard, Y., Deletre, E., Simon, S. & Le Bellec, F. 2019. Anti-insect nets to facilitate the agroecological transition in Africa. In F.-X. Côte, E. Poirier-Magona, S. Perret, P. Roudier, B. Rapidel & M.-C. Thirion, eds. *The agroecological transition of agricultural systems in the Global South*, pp. 75-87. Versailles, France, Editions Quae.

Mason-D'Croz, D., Bogard, J.R., Sulser, T.B., Cenacchi, N., Dunston, S., Herrero, M. & Wiebe, K. 2019. Gaps between fruit and vegetable production, demand, and recommended consumption at global and national levels: an integrated modelling study. *The Lancet Planetary Health*, 3(7), pp.e318-e329.

Mattern, M. & Ramirez, R.M. 2017. *Digitizing Value Chain Finance for Smallholder Farmers*. Focus Note No. 106. Washington, DC, Consultative Group to Assist the Poor (CGAP) (también disponible en www.cgap.org/research/publication/digitizing-value-chain-finance-smallholder-farmers).

McCulloch, N. & Ota, M. 2002. *Export Horticulture and Poverty in Kenya*. IDS working papers 174. Brighton, Inglaterra, Institute of Development Studies (IDS) (también disponible en <https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/bitstream/handle/20.500.12413/3952/Wp174.pdf?sequence=1>).

McGee, T. 2009. *The Spatiality of Urbanization: The Policy Challenges of Mega-Urban and Desakota Regions of Southeast Asia*. United Nations University – Institute of Advanced Studies. Working Paper No. 161, 38 p.

McGuire, S., & Sperling, L. 2016. Seed systems smallholder farmers use. *Food Security* 8, 179–195 (también disponible en <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0528-8>).

Miller, S.E., Beed, F.D. & Harmon, C.L. 2009. Plant Disease Diagnostic Capabilities and Networks. *Annual Review of Phytopathology* 47: 15-38.

Ministry of Jihad-e-Agriculture. 2011. *Case Study: Estahbanat Rainfed Fig System Iranian Agricultural Heritage System*. Agricultural Planning, Economic and Rural development Research Institute. Irán (también disponible en www.fao.org/fileadmin/templates/gjiahs/PDF/Fig_traditional_system_Final_.pdf).

Minot, N., Smale, M., Eicher, C. Jayne, T., Kling, J., Horna, D. & Myers, R. 2007. *Seed Development Programs in Sub-Saharan Africa: A Review of Experiences*. Preparado por Rockefeller Foundation. IFPRI, Washington, D.C. (también disponible en http://www.aec.msu.edu/fs2/responses/jayne_myers_african_seed_review.pdf).

Momanyi, C., Löhr, B. & Gitonga, L. 2006. Biological impact of the exotic parasitoid, *Diadegma semiclausum* (Hellen), of diamondback moth, *Plutella xylostella* L., in Kenya. *Biological Control*, 38(2), 254–263.

Morlachetti, A. 2016. *The Rights to Social Protection and Adequate Food: Human rights-based frameworks for social protection in the context of realizing the right to food and the need for legal underpinnings*. FAO Legal Papers No. 97. Roma (también disponible en <http://www.fao.org/3/i5321e/i5321e.pdf>).

Neven, D., Odera, M.M., Reardon, T. & Wang, H. 2009. Kenyan Supermarkets, Emerging Middle-Class Horticultural Farmers, and Employment Impacts on the Rural Poor. *World Development*, 37 (11): 1802 – 11. (también disponible en <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2008.08.026>).

Nga, L.T. & Kumar, P. 2008. Contributions of parasitoids and *Bacillus thuringiensis* to the management of Diamondback Moth in highland crucifer production in Da Lat, Viet Nam. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 11(2): 59-64 (también disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2008.05.002>).

Ngo-Samnick, E.L. 2011. *Improved plantain production*. Engineers Without Borders, Cameroon (ISF Cameroun) and The Technical Centre for Agricultural and Rural Co-operation (CTA) (también disponible en https://publications.cta.int/media/publications/downloads/1655_PDF_1.pdf).

Nichols M. & Hilmi, M. 2011. *Growing Vegetables for Home and Market*. Diversification booklet number 11. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/a-i0526e.pdf).

Nordey, T., Basset-Mens, C., De Bon, H., Martin, T., Déletré, E., Simon, S., Parrot, L., Despretz, H., Huat, J., Biard, Y., Dubois, T. & Malézieux, E. 2017. Protected cultivation of vegetable crops in sub-Saharan Africa: limits and prospects for smallholders. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37: 53 20 pp (también disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-017-0460-8>).

Obuobie E., Danso G. & Drechsel, P. 2003. Access to land and water for urban vegetable farming in Accra. *Urban Agriculture Magazine* 11:15–17 (también disponible en https://www.zef.de/uploads/tx_zefportal/Publications/5c3a_UAM%2011-Land.pdf).

OCDE-FAO. 2016. Guidance for responsible agricultural supply chains. Paris, OCDE, Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/documents/card/en/c/eba5f5f1-bbf2-462b-b3f1-3de4049aa381/).

OCDE-FAO. 2020. *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2020-2029*. Paris, OCDE, Roma, FAO (también disponible en español <https://doi.org/10.1787/a0848ac0-es>).

Ogwulumba, S.I. & Ugwuoke, K.I. 2011. The Effect of Coloured Plastic Mulches on the Control Root-knot Nematode (*Meloidogyne javanica* Treub) Infections on Some Tomato (*Solanum lycopersicum*) Cultivars. *International Journal of Plant Pathology*, 2: 26–34 (también disponible en <https://scialert.net/abstract/?doi=ijpp.2011.26.34>).

OIT. 2012. R202 - *Social Protection Floors Recommendation, 2012 (No. 202)*. Ginebra (también disponible en https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_INSTRUMENT_ID:3065524).

OIT. 2019. *Decent and Productive Work in Agriculture: Decent Work in the Rural Economy. Policy Guidance Notes*. Ginebra (también disponible en https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/publication/wcms_437173.pdf).

Okiror, P., Lejju, J.B., Bahati, J., Kagoro-Rugunda, G. & Sebuuwufu, C.I. 2017. Nondestructive maturity assessment tools for commercially viable fruits and vegetables in Uganda. *African Journal of Plant Science*, 11(6): 220-228 (también disponible en <https://doi.org/10.5897/AJPS2017.1559>).

Olle, M. & Williams, I. 2012. Organic Farming of Vegetables. *Sustainable Agriculture Reviews*, pp 63–76 (también disponible en http://link-springer-com-443.webvpn.fjmu.edu.cn/chapter/10.1007%2F978-94-007-5449-2_4).

OMS. 2006. *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater*. Volume II: wastewater use in agriculture. Ginebra. (también disponible en https://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/wuvol2intro.pdf).

OMS. 2010. *Global status report on noncommunicable diseases 2010*. OMS, Ginebra (también disponible en https://www.who.int/nmh/publications/ncd_report_full_en.pdf).

Otieno, P.E., Farnworth, C.R. & Banda, N. 2016. *Involving Men in Nutrition*. Note 26. GFRAS Good Practice Notes for Extension and Advisory Services. Lausana, GFRAS (también disponible en <https://www.g-fras.org/en/good-practice-notes/27-involving-men-in-nutrition.html>).

Padulosi, S., Thompson, J. & Rudebjer, P. 2013. NUS. *Fighting Poverty, Hunger and Malnutrition with Neglected and Underutilized Species: Needs, Challenges and the Way Forward*. Roma, Bioversity International (también disponible en https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Fighting_poverty_hunger_and_malnutrition_with_neglected_and_underutilized_species__NUS__1671_03.pdf).

Pontius, J., Dilts, R. & Bartlett, A., eds. 2000. *Ten Years of IPM Training in Asia: From Farmer Field Schools to Community IPM*. Yakarta, Indonesia, FAO Community IPM Programme (también disponible en www.fao.org/3/ac834e/ac834e06.htm#bm06).

Rao, E.J.O. & Qaim, M. 2011. Supermarkets, Farm Household Income, and Poverty: Insights from Kenya. *World Development*, 39: 784-796 (también disponible en <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.09.005>).

Reardon, T. & Gulati, A. 2008. *The Supermarket Revolution in Developing Countries: Policies for Competitiveness with Inclusiveness*. IPRI Policy Brief 2. Washington, D.C., International Food Policy Research Institute (IFPRI) (también disponible en <https://ebrary.ifpri.org/digital/collection/p15738coll2/id/10353/>).

Reddy, A., Samuel, J., Pushpanjali, P. & Chary, G. 2019. *Rainfed fruit crops - At a glance*. Indian Council of Agricultural Research (ICAR) - Central Research Institute for Dryland Agriculture (CRIDA) (también disponible en <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14318.56648>).

Sarron, J., Malézieux, E., Sane Cheikh Amet, B. & Faye, E. 2018. Mango Yield Mapping at the Orchard Scale Based on Tree Structure and Land Cover Assessed by UAV. *Remote Sensing*, 10 (12):1900, 21 p. (también disponible en <https://doi.org/10.3390/rs10121900>).

Schippers, R.R. 2000. *African Indigenous Vegetables. An Overview of the Cultivated Species*. Chatham, Reino Unido, Natural Resources Institute/ ACP-EU Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation.

Schreinemachers, P., Fröhlich, H.L., Clemens, G. & Stahr, K., 2013. From Challenges to Sustainable Solutions for Upland Agriculture in Southeast Asia. In Fröhlich, H.L., Schreinemachers, P., Clemens, G., Stahr, K., Eds. *Sustainable Land Use and Rural Development in Southeast Asia: Innovations and Policies for Mountainous Areas*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 3-27.

Schreinemachers, P., Afari-Sefa, V., Heng, C.H., Dung, P.T.M., Praneetvatakul, S. & Srinivasan, R., 2015. Safe and sustainable crop protection in Southeast Asia: status, challenges and policy options. *Environmental Science & Policy*. 54, 357-366.

Schreinemachers, P., Patalagsa M.A. & Uddin M.N. 2016a. Impact and cost-effectiveness of women's training in home gardening and nutrition in Bangladesh. *Journal of Development Effectiveness*, 8(4): 473-488 (también disponible en <https://doi.org/10.1080/19439342.2016.1231704>).

Schreinemachers, P., Rao, K.P.C., Easdown, W., Hanson, P. & Kumar, S. 2016b. The contribution of international vegetable breeding to private seed companies in India. *Genetic Resources and Crop Evolution* 64(5), 1037-1049 (también disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s10722-016-0423-y>).

Schreinemachers, P., Chen, H., Nguyen, T.T.L., Buntong, B., Bouapao, L., Gautam, S., Le, N.T., Pinn, T., Vilaysone, P. & Srinivasan R. 2017a. Too much to handle? Pesticide dependence of smallholder vegetable farmers in Southeast Asia. *Science of the Total Environment*, 593-4, 470-477 (también disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717307027>).

Schreinemachers, P., Sequeros, T. & Lukumay, P.J. 2017b. International research on vegetable improvement in East and Southern Africa: adoption, impact, and returns. *Agricultural Economics* 48(6), 707-717 (también disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/agec.12368>).

Schreinemachers, P., Bhattarai, D.R., Subedi, G.D., Acharya, T.P., Chen, H.-p., Yang, R.-y., Kashichhawa, N.K., Dhungana, U., Luther, G.C. & Mecozzi, M. 2017c. Impact of school gardens in Nepal: a cluster randomised controlled trial. *Journal of Development Effectiveness* 9(3), 329-343 (también disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19439342.2017.1311356>).

Schreinemachers, P., Simmons, E.B. & Wopereis, M.W.S. 2018. Tapping the economic and nutritional power of vegetables. *Global Food Security*, 16 (2018): 36-45 (también disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211912417300640>).

Schreinemachers, P., Ouedraogo, M.S., Diagbouga, S., Thiombiano, A., Kouamé, S.R., Sobgui, C.M., Chen, H.-P. & Yang, R.-Y. 2019. Impact of school gardens and complementary nutrition education in Burkina Faso. *Journal of Development Effectiveness*, 11(2), 132-145 (también disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19439342.2019.1624595>).

Sharma, N., Acharya, S., Kumar, K., Singh, N. & Chaurasia, O. 2019. Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview. *Journal of Soil and Water Conservation*, 17(4): 364-371 (también disponible en <https://doi.org/10.5958/2455-7145.2018.00056.5>).

Shaxson, F. & Barber, R. 2003. *Optimizing Soil Moisture for Plant Production - The significance of soil porosity*. FAO Soils Bulletin 79. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/y4690e/y4690e00.htm).

Shelton, A.M. & Badenes-Pérez, F.R. 2006. Concepts and Applications of Trap Cropping in Pest Management. *Annual Review of Entomology*, 51: 285-309 (también disponible en <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.150959>).

Sintondji, L. O., Huat, J., Dossou-Yovo, E., Fusillier, J.L., Agbossou, E., Djagba, J. & Gbaguidi, F. 2016. Scientific Research and Essays Lessons withdrawn from the diversity of inland valleys cultivation at a regional scale: A case study of Mono and Couffo departments in south Benin. *Scientific Research and Essays*, 11(20): 221-229 (también disponible en <https://doi.org/10.5897/SRE2016.6424>).

Slater, R.J. 2001. Urban agriculture, gender and empowerment: An alternative view. *Development Southern Africa*, 18.5 (2001): 635-650 (también disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03768350120097478>).

Sperling, L. & Cooper, D. 2004. Understanding Seed Systems and Strengthening Seed Security: A Background Paper. In Sperling, L., Osborn, T. & Cooper, D., Eds. *Towards Effective and Sustainable Seed Relief Activities*, pp. 7–33. Plant Production and Protection Paper 181. Roma, FAO (también disponible en <http://www.fao.org/3/y5703e06.htm>).

Spielman, D.J. & Kennedy, A. 2016. Towards better metrics and policymaking for seed system development: Insights from Asia's seed industry. *Agricultural systems* 147 (2016): 111-122 (también disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X16301652>).

Srinivasan, R., Su, F.C. & Huang, C.C. 2013. Oviposition dynamics and larval development of *Helicoverpa armigera* on a highly preferred unsuitable host plant, *Solanum viarum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 147(3): 217-224 (también disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/eea.12064>).

Stathers, T., Holcroft, D., Kitinoja, L., Mvumi, B.M., English, A., Omotilewa, O., Kocher, M., Ault, J. & Torero, M. 2020. A scoping review of interventions for crop postharvest loss reduction in sub-Saharan Africa and South Asia. *Nature Sustainability*, 3, 821–835(2020) (también disponible en <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00622-1>).

Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. & Raes, D. 2012. *Crop yield response to water*. FAO Irrigation and Drainage Paper 66. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/i2800e/i2800e00.htm).

Steinmetz, Z., Wollman, C., Schaefer, M., Buchmann, C., David, J., Tröger, J., Muñoz, K., Frör, O. & Schaumann, G.E. 2016. Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long-term soil degradation? *Science of the Total Environment*, 550:690-705 (también disponible en <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.153>).

Sthapit, B., Subedi, A., Jarvis, D., Lamers, H., Rao, R. & Reddy, B. 2012. Community Based Approach to On-farm Conservation and Sustainable Use of Agricultural Biodiversity in Asia. *Indian Journal of Plant Genetic Resources*, 25: 97-110 (también disponible en https://www.researchgate.net/publication/263672919_Community_Based_Approach_to_On-farm_Conservation_and_Sustainable_Use_of_Agricultural_Biodiversity_in_Asia).

Stoilova, T., van Zonneveld, M., Roothaert, R. & Schreinemachers, P. 2019. Connecting genebanks to farmers in East Africa through the distribution of vegetable seed kits. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization* 17(3), 306-309 (también disponible en <https://www.cambridge.org/core/journals/plant-genetic-resources/article/connecting-genebanks-to-farmers-in-east-africa-through-the-distribution-of-vegetable-seed-kits/F7E47A4607579E72CDD8F5AE36AD9F9>).

Sujayanand, G.K., Sharma, R.K., Shankarganesh, K., Supradip, S. & Tomar, R.S. 2015. Crop Diversification for Sustainable Insect Pest Management in Eggplant (Solanales: Solanaceae). *Florida Entomologist*, 98:305-314 (también disponible en <https://doi.org/10.1653/024.098.0149>).

Sulaiman, V. R., & Hall, A. 2002. Beyond Technology Dissemination: Reinventing Agricultural Extension. *Outlook on Agriculture*, 31(4), 225–233 (también disponible en <https://doi.org/10.5367/000000002101294119>).

Taj, S., Aujla, M.K., Sharif, M. & Yasmin, Z. 2007. Gender Dimensions of Labour Participation in Vegetable Farming System in District Attock of Punjab, Pakistan. *Journal of Agricultural Research*, 47(1): 91-100 (también disponible en [https://applyjar.punjab.gov.pk/upload/1383486058_107_Paper_No.11_of_47\(1\).pdf](https://applyjar.punjab.gov.pk/upload/1383486058_107_Paper_No.11_of_47(1).pdf)).

Testen, A.L., Mamiro, D.P., Nahson, J., Amuri, N.A., Culman, S.W. & Miller, S.A. 2018. Farmer-Focused Tools to Improve Soil Health Monitoring on Smallholder Farms in the Morogoro Region of Tanzania. *Plant Health Progress*, 19:56–63 (también disponible en <https://doi.org/10.1094/PHP-08-17-0044-RS>).

Teuten, E.L., Saquing, J.M., Knappe, D.R.U., Barlaz, M.A., Jonsson, S., Björn, A., Rowland, S.J., Thompson, R.C., Galloway, T.S., Yamashita, R., Ochi, D., Watanuki, Y., Moore, C., Viet, P.H., Tana, T.S., Prudente, M., Boonyatumanond, R., Zakaria, M.P., Akkhavong, K., Ogata, Y., Hirai, H., Iwasa, S., Mizukawa, K., Hagino, Y., Imamura, A., Saha, M. & Takada, H. 2009. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364: 2027–2045 (también disponible en <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0284>).

Teutsch, B. 2019. *100 under \$100: Tools for Reducing Postharvest Losses*. The Postharvest Education Foundation (Kitinoja, L. Technical editor) La Pine, Oregon, USA. (también disponible en http://postharvest.org/100_under_100.aspx).

Tripoli, M. & Schmidhuber, J. 2018. *Emerging Opportunities for the Application of Blockchain in the Agri-food Industry*. FAO, Roma; ICTSD, Ginebra (también disponible en <http://www.fao.org/3/CA1335EN/cal335en.pdf>).

Ulian, T., Diazgranados, M., Pironon, S., Liu, U., Davies, L., Howes, M.-J.R., Borrell, J.S., Ondo, I., Pérez-Escobar, O.A., Sharrock, S., Ryan, P., Hunter, D., Lee, M.A., Barstow, C., Łuczaj, Ł., Pieroni, A., Cámara-Leret, R., Noorani, A., Mba, C., Womdim, R.N., Muminjanov, H., Antonelli, A., Pritchard, H.W. & Mattana, E. 2020. Unlocking plant resources to support food security and promote sustainable agriculture. *Plants People Planet*, 2:421-445 (también disponible en <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ppp3.10145>).

Upanisakorn, A., Sammawan, S., Ketelaar, J.W. & Guan-Soon, L. 2011. *Introduction of Diadegma semiclausum with FFS for DBM control in Thailand* (también disponible en https://www.researchgate.net/publication/332877634_Introduction_of_Diadegma_semiclausum_with_FFS_for_DBM_control_in_Thailand).

van Zonneveld M., Kindt, R., Solberg, S., N'Danikou, S. & Dawson, I.K. 2020. Diversity and conservation of traditional African vegetables: Priorities for action. *Diversity and Distributions* (también disponible en <https://doi.org/10.1111/ddi.13188>).

Wasielewski, J. & Balerd, C. 2019. *Tropical and Subtropical Fruit Propagation* [online]. Electronic Data Information Source (EDIS) of the University of Florida/ Institute of Food and Agricultural Sciences (UF/IFAS) Extension. [Citado el 30 de julio, 2020] (<https://edis.ifas.ufl.edu/hs1349>).

Weinberger, K. & Lumpkin, T.A. 2007. Diversification into Horticulture and Poverty Reduction: A Research Agenda. *World Development*, 35(8): 1464-1480 (también disponible en <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2007.05.002>).

Weltzien, R.E., Smith, M.E., Meitzner, L.S. & Sperling, L. 1999. *Technical and Institutional Issues in Participatory Plant Breeding - from the Perspective of Formal Plant Breeding. A Global Analysis of Issues, Results and Current Experience*. CGIAR Systemwide Program on Participatory Research and Gender Analysis for Technology Development and Institutional Innovation. Working Document No. 3. Cali, Colombia (también disponible en https://www.researchgate.net/publication/268397770_Technical_and_Institutional_Issues_in_Participatory_Plant_Breeding_-_from_the_Perspective_of_Formal_Plant_Breeding_A_Global_Analysis_of_Issues_Results_and_Current_Experience).

Winrock. 2009. *Empowering Agriculture: Energy Options for Horticulture*. USAID, Washington, DC.

Wopereis, M.C.S. & Kuo, C.G. 2020. Helping 'local favourites' join the race for healthier diets. *Rural 21*. (también disponible en <https://www.rural21.com/english/news/detail/article/helping-local-favourites-join-the-race-for-healthier-diets.html>).

World Vegetable Center. 2016. *The World Vegetable Center's Approach to Household Gardening for Nutrition*. World Vegetable Center, Shanhua, Taiwán. Publication No. 16-803. 35 p. Taiwan (también disponible en https://avrdc.org/download/publications/medium-term_and_strategic_plans/strategy/eb0270.pdf).

Yahia, E. & Smolak, J. 2014. *Developing the Cold Chain for Agriculture in the Near East and North Africa (NENA)*. Policy Brief. FAO Regional Office for the Near East and North Africa, Agro-Industries and Infrastructure Unit (también disponible en https://www.researchgate.net/publication/278410869_Developing_the_Cold_Chain_for_Agriculture_in_the_Near_East_and_North_Africa_NENA_Policy_Brief).

Yeboah, F.K. & Jayne, T.S. 2016. *Africa's Evolving Employment Structure: Causes and Consequences*. Paper presented at FAO Technical Workshop on Rural Transformation, Agricultural and Food System Transition. 19 de septiembre, 2016, Roma (también disponible en <http://www.fao.org/3/a-bp111e.pdf>).

Yeshanew, S. 2018. *Regulating labour and safety standards in the agriculture, forestry and fisheries sectors*. FAO Legislative Study 112. Roma, FAO (también disponible en www.fao.org/3/CA0018EN/ca0018en.pdf).





Este libro convencerá al lector de la importancia de las frutas y hortalizas, y le hará ver que la producción a pequeña escala de estos cultivos es fundamental para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. A lo largo de sus cinco capítulos, el lector conocerá los desafíos y las recompensas para los productores, los vendedores y los consumidores.

- **Capítulo 1:** definición práctica de las frutas y hortalizas, y justificación del apoyo a los pequeños agricultores y las cadenas de valor.
- **Capítulo 2:** opciones de manejo agrícola para garantizar que la producción sea sostenible, incluyendo recursos genéticos, sistemas de semillas, manejo del agua, suelo, nutrientes y control de las plagas y enfermedades.
- **Capítulo 3:** opciones para integrar a los pequeños agricultores comerciales que cultivan frutas y hortalizas en cadenas de valor socialmente inclusivas, lo que incluye servicios innovadores de manejo poscosecha, vínculos comerciales y reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos.
- **Capítulo 4:** opciones para que los profesionales y los responsables políticos de diferentes niveles gubernamentales, institucionales y sociales promuevan la producción y el consumo sostenibles de frutas y hortalizas seguras, nutritivas y asequibles.
- **Capítulo 5:** intervenciones e innovaciones clave para facilitar la producción sostenible de frutas y hortalizas en los países de rentas medias y bajas de todo el mundo.

Esta publicación lleva al lector a un viaje, presentándole una diversa variedad de frutas y hortalizas a través de estudios de casos ilustrados de todo el mundo. Contiene argumentos a favor de la importancia de estos cultivos y anima a los lectores a desempeñar un papel activo tanto en la promoción de la producción de frutas y hortalizas como a la hora de alentar a la gente a consumirlas.

ISBN 978-92-5-134891-8



9 789251 348918

CB4173ES/1/09.21