



# Asamblea General

Distr. general  
6 de agosto de 2009  
Español  
Original: inglés

---

## Sexagésimo cuarto período de sesiones

Tema 55 a) del programa provisional\*

### **Desarrollo sostenible: ejecución del Programa 21 y del Plan para su ulterior ejecución, y aplicación de los resultados de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible**

## **Tecnología agrícola para el desarrollo**

### **Informe del Secretario General**

#### *Resumen*

Las tecnologías agrícolas son fundamentales para el desarrollo rural sostenible, tanto para aumentar la productividad agrícola y pecuaria como para fortalecer la capacidad de recuperación de los sistemas agrícolas. En los últimos años ha disminuido la atención que se prestaba tradicionalmente a la optimización del rendimiento y se reconoce cada vez más la necesidad de garantizar la sostenibilidad a largo plazo de las mejoras de la productividad y el mantenimiento de los ecosistemas rurales vitales y sus funciones. La crisis alimentaria reciente y el lento progreso hacia el logro del Objetivo de Desarrollo del Milenio de erradicar el hambre han puesto de relieve las importantes diferencias entre la tecnología utilizada y la productividad alcanzada en los distintos sistemas agrícolas. Aunque la agricultura de gran utilización de insumos y recursos es lo corriente en muchos países desarrollados y en los países en desarrollo de ingresos medianos, muchos países en desarrollo siguen dependiendo de la agricultura de escaso uso de insumos y baja productividad. En tanto que el primer grupo de países debería utilizar métodos que requieran menos recursos y sean más ecológicamente racionales, los agricultores de muchos países en desarrollo se beneficiarían de un mayor uso de insumos. Sin embargo, en principio también podrían aprovechar los conocimientos científicos y pruebas sobre el terreno más recientes de métodos sostenibles que les permitan lograr un rendimiento elevado y estable, así como capacidad de recuperación ante el cambio climático. No obstante, hacerlo exigirá una combinación de medidas, entre ellas el aumento de las investigaciones sobre tecnologías adaptadas a las condiciones agroecológicas locales, servicios de divulgación fortalecidos y reencauzados, una

---

\* A/64/150.



mayor inversión en la educación y capacitación de los agricultores y una interacción más estrecha entre las investigaciones y las comunidades agrícolas.

La decisión adoptada por la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible en su 17º período de sesiones suministra un marco estratégico útil para abordar los desafíos de la tecnología agrícola en sus diversos aspectos.

## Índice

	<i>Párrafos</i>	<i>Página</i>
I. Sinopsis .....	1–3	3
II. Examen de la productividad agrícola y problemas de sostenibilidad .....	4–17	4
III. Apoyo al desarrollo de la tecnología .....	18–33	8
IV. Impulso de la agricultura sostenible .....	34–58	13
V. Resumen de las recomendaciones .....	59–65	23

## I. Sinopsis

1. El presente informe se ha preparado de conformidad con la resolución 62/190 de la Asamblea General, titulada “Tecnología agrícola para el desarrollo”, en que la Asamblea General pidió al Secretario General que le presentara, en su sexagésimo cuarto período de sesiones, un informe sobre tecnologías agrícolas y las condiciones para su despliegue eficaz, y evaluase su contribución al desarrollo.

2. El presente informe tiene por objeto evaluar los datos recientes sobre la forma en que el desarrollo y despliegue de tecnologías agrícolas pueden contribuir al logro de los objetivos de aumentar la productividad y promover el crecimiento y la seguridad alimentaria, especialmente de los sistemas agrícolas de baja productividad, y velar por la capacidad de recuperación y sostenibilidad a largo plazo de la productividad agrícola. Se trata de un tema trillado, que ha sido objeto de distintos estudios e informes de las Naciones Unidas a lo largo de los años. La finalidad del presente informe no es volver a examinar lo que ya se ha dicho, sino analizar la cuestión a la luz de los nuevos desafíos a los que hace frente la agricultura actualmente. Entre ellos cabe señalar los siguientes: a) la crisis alimentaria de 2008 (agravada por una serie de perturbaciones que afectaron a la economía mundial); b) la tasa de productividad agrícola, que sigue siendo baja en África (enfrentada con problemas especiales debido en parte a la diversidad de las condiciones agroecológicas, los cultivos y los sistemas agrícolas); c) los posibles efectos del cambio climático; d) la cuestión de la gestión del riesgo en relación con algunas de las tecnologías prometedoras (de las cuales las mencionadas con mayor frecuencia son los organismos modificados genéticamente y los biocombustibles); e) la crisis ecológica más lenta y, en particular, la falta de sostenibilidad ecológica de la agricultura moderna de gran utilización de insumos; f) la cuestión de la propiedad intelectual y su relación con la tecnología agrícola; y g) las dificultades para atender a los principales grupos, especialmente los pequeños agricultores y las agricultoras. Los encargados de la formulación de políticas a nivel nacional y mundial han instituido distintas medidas de respuesta a estos desafíos por lo menos desde 1992. El objetivo del presente informe es suministrar orientación de políticas a los encargados de la formulación de decisiones sobre un enfoque integrado acerca de las medidas que funcionan y las razones de ello, la forma en que podrían aplicarse en otros lugares las experiencias que han tenido éxito y adaptarlas a la situación local, en especial en entornos de producción difíciles, y otras medidas que podrían adoptarse.

3. El informe se benefició de las aportaciones recibidas del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, y del análisis y las conclusiones que figuran en la Evaluación internacional de la ciencia y la tecnología agrícolas para el desarrollo. También se basó en las conclusiones pertinentes del 17º período de sesiones de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible<sup>1</sup> relativas al despliegue y la ampliación eficaces de tecnologías para la agricultura y el desarrollo rural.

---

<sup>1</sup> *Documentos Oficiales del Consejo Económico y Social, 2009, Suplemento núm. 9 (E/2009/29).*

## II. Examen de la productividad agrícola y problemas de sostenibilidad

4. Aunque a menudo la tecnología agrícola se ha concebido como una combinación de semillas, insumos y prácticas que aumentan el rendimiento potencial de los cultivos y el ganado y permiten zanjar la brecha entre el rendimiento agrícola posible y el rendimiento real, en los últimos años el concepto se ha ampliado y ha incorporado cuestiones relativas a la sostenibilidad, la gestión del riesgo y los conocimientos y prácticas indígenas. En particular, se hace mayor hincapié en las prácticas relativas al suelo y los métodos de conservación del agua.

5. Por consiguiente, conviene pensar en la tecnología agrícola sistémicamente, como un conjunto de instituciones, conocimientos, prácticas y comunidades que colaboran para producir resultados que aumentan la productividad actual y de largo plazo de los recursos naturales, y así responden a las necesidades de desarrollo humano. Por un lado, están las instituciones de investigación agrícola, cuyo objetivo es aumentar los niveles de rendimiento de los establecimientos agrícolas experimentales mediante variedades mejoradas, la modificación genética y técnicas de ordenación sostenible de la tierra y los recursos hídricos. Por el otro, están la institución de divulgación, especialmente los sistemas de extensión que procuran transmitir los conocimientos científicos adquiridos a los agricultores y el sector privado o a otros proveedores de insumos. Lo cierto es que el gran éxito de la revolución verde residió en la velocidad con que se divulgaron los conocimientos (y en consecuencia, mayores niveles de rendimiento). Esta sigue siendo la mayor oportunidad para aumentar la productividad agrícola. Actualmente, mientras que los rendimientos del trigo y el maíz en los Estados Unidos de América y Europa son relativamente altos (aproximadamente el 80% de su potencial)<sup>2</sup>, son mucho más bajos en los países en desarrollo, especialmente en África subsahariana, y en el caso de los cultivos huérfanos<sup>3</sup>. Aunque no se produzcan avances importantes en lo que se refiere a variedades mejoradas, si los niveles de rendimiento de los establecimientos agrícolas de países en desarrollo se acercan a su potencial genético, podrían obtenerse aumentos del 40% al 800% en los rendimientos del maíz<sup>4</sup>, del 500% al 1.000% en los de la mandioca, y del 10% al 60% en los del arroz<sup>5</sup> (gráfico 1)<sup>6</sup>.

<sup>2</sup> Por lo general, los rendimientos agrícolas potenciales son inferiores a los de un entorno controlado en una estación de investigación. Los rendimientos agrícolas reales son aun más bajos y dependen de las prácticas de gestión y del nivel y el momento de la aplicación de los insumos.

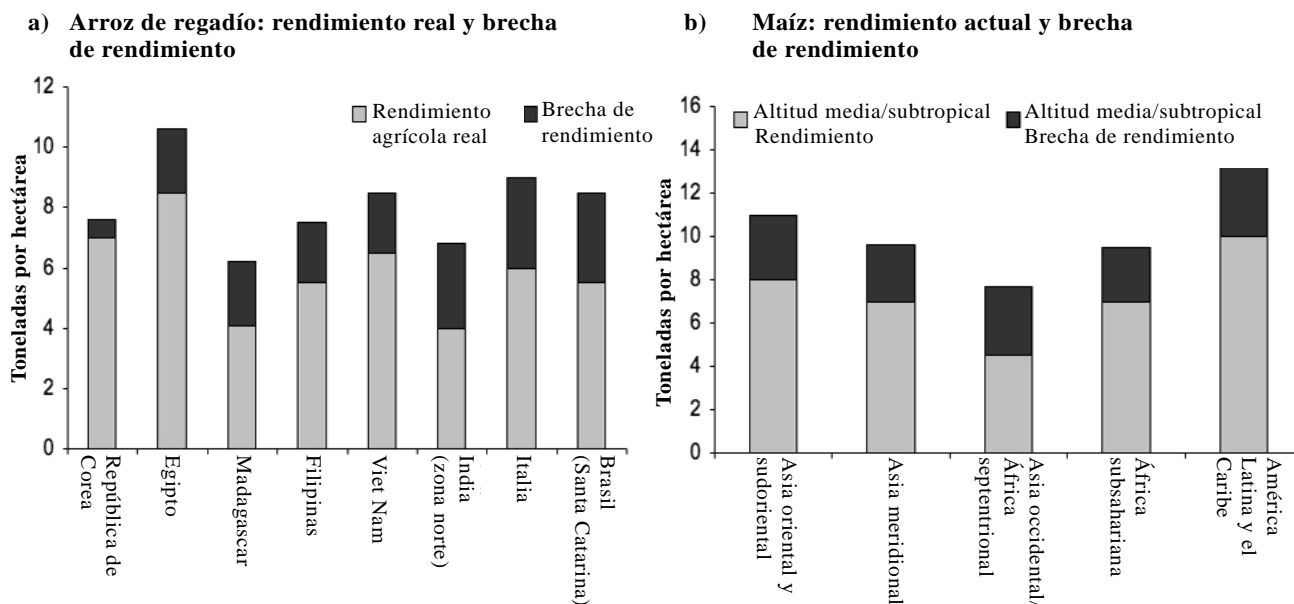
<sup>3</sup> Esto es importante para la seguridad alimentaria de los pobres, aunque recibe escasa atención del sector privado.

<sup>4</sup> Pingali, P. (editor). (2001). Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 1999-2000 *World maize facts and trends. Meeting world maize needs: technological opportunities and priorities for the public sector*. México, D.F.: CIMMYT.

<sup>5</sup> Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2004a). "El arroz y la reducción de la brecha de rendimiento".

<sup>6</sup> InterAcademy Council (2004), "Realizing the promise and potential of African agriculture".

Gráfico 1  
**Rendimiento de los cultivos y brecha de rendimiento del arroz de regadío<sup>7</sup>  
 y el maíz<sup>8</sup>**



6. En el pasado, la investigación agrícola estaba principalmente en manos del sector público, pero esta situación ha cambiado notablemente. En las esferas en que hay una relación más estrecha entre el producto de la investigación y la rentabilidad (especialmente cuando los resultados de la investigación afectan productos tangibles como semillas, fertilizantes, plaguicidas y otros insumos), la mayor parte de la investigación y la divulgación ha pasado al sector privado. Idealmente, la función del sector público podría incluir la promoción directa de la investigación en ámbitos estratégicos y desatendidos, por ejemplo en que los resultados son de carácter menos tangible y es más improbable que se comercialicen los beneficios (es decir, beneficios a más largo plazo, beneficios colectivos y no individuales, y objetivos ecológicos), y en que la relación costo-beneficio es desfavorable (por ejemplo cultivos huérfanos, investigación de las condiciones locales, conocimientos indígenas). El sector público también debería participar más activamente en la regulación de las empresas del sector privado, incluidos la investigación y los servicios de divulgación del sector privado, a fin de garantizar que estos cumplan con los objetivos generales de la sociedad.

7. Otra forma de difusión importante es por conducto de las instituciones de enseñanza agrícola, que capacitan nuevos grupos de científicos y agentes de divulgación. Esta debe complementarse mediante la labor de otras instituciones, incluidas las que suministran insumos, créditos y seguros.

8. Las dos instituciones mencionadas en último término son especialmente importantes en los casos en que los factores de riesgo son el principal elemento en la adopción de decisiones, por ejemplo, en entornos marginales y frágiles como los que

<sup>7</sup> FAO (2004a).

<sup>8</sup> Pingali, P., Pandey, S. (2000), "Meeting world maize needs".

predominan en África, y entre las comunidades rurales pobres. En África los precios de los insumos son tres veces más altos que los del mercado mundial, los rendimientos son sumamente variables debido a la dependencia de la lluvia, y por lo general no se dispone de seguro de cosechas. Las comunidades agrícolas de África aspiran a un rendimiento estable, especialmente en años de malas cosechas, para mantener un nivel mínimo de seguridad alimentaria de los hogares. En lugar de un modelo agrícola de gran utilización de insumos, prefieren sistemas complejos y diversificados de cultivo y de ganadería que reducen el riesgo a un mínimo. Esto desalienta el uso de variedades de mayor rendimiento potencial y prácticas agrícolas con menor capacidad de recuperación. Las razas de ganado locales suelen tener un bajo potencial de rendimiento por razones genéticas, debido a la falta de selección histórica. No obstante, la importación de razas de alto rendimiento con frecuencia exige más insumos nutricionales que los generalmente disponibles en los sistemas de producción local y requiere un mercado propicio y capacidad de elaboración de productos cárnicos y lácteos perecederos. Por otra parte, el germoplasma importado puede no estar bien adaptado al medio local, lo cual exige más insumos para la lucha contra las enfermedades. Todo esto requiere inversiones en técnicas de gestión del riesgo e instrumentos financieros conexos.

9. Algunos cultivos y especies pecuarias caracterizados por grandes brechas de rendimiento, como el maíz o la mandioca y los pequeños rumiantes, desempeñan un papel importante en los medios de subsistencia de los pobres de las zonas rurales de los países en desarrollo. El maíz, por ejemplo, es el principal cultivo alimentario de África y adquiere cada vez mayor importancia para satisfacer la creciente demanda urbana de productos alimentarios de fácil preparación<sup>9</sup> en ese continente. Sin embargo, la producción tradicional de maíz es inherentemente riesgosa, ya que no tolera la sequía ni las precipitaciones irregulares. La mandioca es el segundo alimento básico en importancia de África en función de las calorías per cápita consumidas y también es una fuente importante de pienso. No obstante, la brecha de rendimiento de la mandioca no se ha reducido en el último decenio. Por otra parte, las enfermedades y plagas disminuyen considerablemente los rendimientos reales<sup>10</sup>.

10. Además de requerir condiciones agroecológicas favorables, la productividad también guarda relación con los métodos de gestión, las tecnologías y los conocimientos de los que disponen los agricultores. Aun en las regiones más favorables, en que los agricultores tienen acceso a insumos agrícolas modernos, los rendimientos podrían seguir siendo bajos por falta de conocimientos sobre la gestión de los suelos, los recursos hídricos y los cultivos. Los agricultores no solo deben saber cuánto fertilizante aplicar y estar en condiciones de adquirirlo; también deben saber cuándo y cómo aplicarlo, teniendo en cuenta las precipitaciones, la radiación solar y otros factores. En el caso del ganado, los agricultores carecen de conocimientos y experiencia para equilibrar las raciones adecuadamente, detectar el estro o controlar las enfermedades que a menudo atacan a los animales de mayor rendimiento.

11. Aun en los casos en que disponen de esa información, los agricultores no siempre la utilizan porque además de la falta de instituciones de apoyo, seguridad de la tenencia de la tierra y el agua, y acceso a los mercados, se necesitan conocimientos altamente especializados sobre el lugar acerca de la ordenación de

---

<sup>9</sup> *Ibíd.*

<sup>10</sup> *Ibíd.*

cultivos, suelos, nutrientes y recursos hídricos, así como ganadería, lo cual requiere considerable tiempo para experimentación. Los rendimientos obtenidos a nivel de finca también se ven limitados por la disponibilidad de mano de obra y financiación, la falta de apoyo institucional, las preferencias culturales, las diferencias de género en el uso de tecnología y el acceso a la información. En consecuencia, los beneficios marginales de llevar a cabo investigaciones sobre cultivos huérfanos, como el sorgo, el mijo, la mandioca, el ñame y las legumbres, y sobre pequeños rumiantes y búfalos, son muy importantes porque los estudios de gestión han sido limitados y se han logrado menos mejoras en lo que se refiere al genotipo.

12. En los últimos años, se ha puesto de relieve en varias evaluaciones y foros internacionales la importancia de la agricultura para el desarrollo económico, la seguridad alimentaria, los medios de subsistencia y los servicios de los ecosistemas. Además de la elaboración de productos básicos (alimentos, pienso, fibras, biocombustibles, productos medicinales y objetos de adorno) la agricultura tiene otras funciones, incluidos productos de sectores no vinculados con las materias primas, como el mejoramiento de los medios de subsistencia, el fortalecimiento de los servicios ambientales, la conservación de los recursos naturales y el mantenimiento de las tradiciones sociales y culturales. El incremento de la productividad y la capacidad de recuperación en la agricultura mediante tecnologías eficaces y las prácticas de producción inocuas para el medio ambiente se considera fundamental para el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, así como la adaptación al cambio climático.

13. El crecimiento de la productividad agrícola en África, por ejemplo, es fundamental para alcanzar la seguridad alimentaria porque la agricultura representa el 70% del empleo a jornada completa, el 33% del producto interno bruto y el 40% de los ingresos de exportación<sup>11</sup>. Por consiguiente, la productividad agrícola impulsa el crecimiento económico. Asimismo, más de las tres cuartas partes de los pobres y hambrientos en África subsahariana viven en zonas rurales y dependen de la agricultura para su subsistencia.

14. Los pequeños agricultores dominan el sector agrícola de los países en desarrollo y han mostrado capacidad para adoptar nuevas opciones tecnológicas cuando existen los incentivos y oportunidades de mercado apropiados. Además de las instituciones de apoyo, la creación de mercados de productos agrícolas y pecuarios tradicionales podría tener una repercusión más inmediata sobre los ingresos de los agricultores que la investigación y el desarrollo adicionales sobre variedades y razas mejoradas. La respuesta a los incentivos y las oportunidades de mercado varía según la condición socioeconómica y los valores culturales. Los incentivos deben adaptarse a estas situaciones asignando a las comunidades agrícolas locales un lugar central en los programas de mejora de la productividad.

15. Impulsar la agricultura puede poner en marcha un ciclo virtuoso de crecimiento dinámico. El Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias ha estimado que cada dólar de ingresos adicionales creados en el sector agrícola representará un aumento de unos 2,5 dólares de la economía en general. Debido al efecto multiplicador de la agricultura en el sector no agrícola, los pobres de las zonas urbanas se benefician paralelamente a los pobres de zonas rurales del crecimiento amplio de la productividad agrícola. Así pues, cada 10% de

---

<sup>11</sup> Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias (2002), "Ending hunger in Africa: Only the small farmer can do it".

aumento de la productividad agrícola de los pequeños agricultores en África puede sacar a casi 7 millones de personas del grupo que vive con menos de 1 dólar por día<sup>12</sup>. Aunque las iniciativas anteriores se han centrado en el aumento de los rendimientos en condiciones agroecológicas favorables, las actividades deberán centrarse cada vez más en las tierras degradadas y los pequeños agricultores pobres en recursos que cultivan tierras marginales y más vulnerables.

16. La importancia asignada al aumento de los rendimientos y la productividad debe equilibrarse con la custodia ecológica para evitar que se repitan las consecuencias ambientales negativas anteriores. Históricamente, estas consecuencias solían ser imprevistas, pues se producían a lo largo del tiempo y en algunos casos fuera de los límites tradicionales de los establecimientos agrícolas. La agricultura se ha asociado con la explotación excesiva de los recursos de agua dulce, la contaminación de las cuencas hidrográficas, la deforestación y el cambio perjudicial de uso de la tierra, y las emisiones de gases de efecto invernadero<sup>13</sup>.

17. En los últimos años se han establecido prácticas y modelos agrícolas más sostenibles, aunque muchos de estos se encuentran aún en una fase experimental o de despliegue inicial. El desafío consiste en incrementar y difundir estas prácticas sostenibles en distintas zonas agroecológicas, a fin de suministrar una alternativa fiable al modelo tradicional de gran densidad de insumos. La clave del despliegue amplio de los nuevos modelos es que la sostenibilidad ambiental y los rendimientos elevados demuestren ser compatibles entre sí e incluso reforzarse mutuamente.

### III. Apoyo al desarrollo de la tecnología

18. Las principales evaluaciones llegan a las mismas conclusiones, a saber: a) se requiere una mayor inversión en agricultura; b) los beneficiarios deberían ser los agricultores pobres en recursos, las mujeres y las minorías étnicas; c) se requiere un cambio fundamental en materia de conocimientos, ciencia y tecnología agrícolas si es que han de lograrse los cambios de conocimientos, ciencia y tecnología agrícolas fundamentales para que puedan alcanzarse con éxito los objetivos de desarrollo y sostenibilidad (Evaluación internacional de la ciencia y la tecnología agrícolas para el desarrollo, 2009b; Equipo de Tareas de Alto Nivel sobre la crisis mundial de la seguridad alimentaria; informe sobre el 17º período de sesiones de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible). Ese cambio debe tener en cuenta los servicios de los ecosistemas que apoyan a la agricultura y que dependen de ella, la complejidad de los sistemas agrícolas y las consecuencias ambientales imprevistas en diversos contextos sociales y ecológicos.

19. Los factores que afectan la productividad, la capacidad de recuperación y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas corresponden a las categorías generales<sup>14</sup> que figuran a continuación.

---

<sup>12</sup> *Ibíd.*

<sup>13</sup> Véase el informe de la Evaluación internacional de la ciencia y la tecnología agrícolas para el desarrollo (“Agriculture at a crossroads: global report, 2009”) para los detalles sobre las consecuencias ambientales de las prácticas agrícolas.

<sup>14</sup> FAO (2004a).



## A. Factores biofísicos

20. Los efectos de las variables biofísicas sobre los rendimientos son más difíciles de abordar que los demás factores. La variabilidad meteorológica y climática, los tipos de suelo, la disponibilidad de agua, las presiones de las plagas y las enfermedades y la propensión a las malezas suelen darse por supuesto. Las consecuencias de la variabilidad de las precipitaciones pueden paliarse mediante tecnologías de riego. No obstante, esto requeriría inversiones públicas para la construcción de la infraestructura básica así como también, cuando proceda, las instituciones necesarias para gestionar los derechos de acceso a los recursos hídricos. La composición del suelo, la presión de las plagas y la propensión a las malezas pueden cambiarse con el tiempo mediante programas de ordenación, ya que dependen de la labranza, la aireación, la lucha contra las plagas, los sistemas de cultivo, etc.

## B. Factores técnicos y de gestión

21. Las mejores variedades y razas a menudo no alcanzan su potencial pleno en los campos de los agricultores debido a inversiones insuficientes en el desarrollo y la divulgación de tecnologías de gestión de cultivos complementarios. La investigación y promoción de tecnologías mejoradas de gestión de cultivos y de tierras marcha a la zaga de las variedades mejoradas. Aun cuando se dispone de esta información, su adopción por los agricultores se ha visto limitada por las razones que se detallan más arriba. Los proyectos experimentales y de demostración ejecutados en campos de agricultores vecinos pueden contribuir a superar la resistencia a la adopción de nuevas técnicas agrícolas<sup>15</sup>. Otros factores importantes son la capacitación de los agricultores, el acceso al crédito y el contacto con agentes de divulgación<sup>16</sup>.

22. Es necesario realizar más investigaciones sobre productividad agrícola y pecuaria y los factores que la limitan. Una investigación modelo es la realizada sobre los rendimientos de mandioca en Kenya y Uganda, en la que se determinó que los rendimientos promedios de la mandioca equivalen a menos de una quinta parte de los rendimientos máximos registrados en la misma región. Cuando se aislaron los factores limitantes, se comprobó que la fertilidad del suelo era el principal de esos factores, seguido de las malezas y las precipitaciones, y la textura del suelo y las plagas y enfermedades en último lugar<sup>17</sup>. Esta investigación contradice la creencia generalizada de que la mandioca es tolerante a las malas condiciones del suelo y a la sequía. Asimismo, solo el 12% de los agricultores consideraba que la escarda era importante, en tanto que el 68% pensaba que las plagas y las enfermedades eran factores muy importantes. Aunque los agricultores tenían la posibilidad de duplicar los rendimientos con genotipos mejorados, la gran variación de los rendimientos agrícolas en Uganda indicaba que, aun sin fertilizantes y genotipos mejorados, los

<sup>15</sup> Instituto del Banco Mundial (2008), "Improving rice productivity and achieving water savings. Achieving more with less: SRI – a new way of rice cultivation".

<sup>16</sup> Abdulai, A., Huffman, W.E. (2005), "The Diffusion of New Agricultural Technologies: The Case of Crossbred-Cow Technology in Tanzania", *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 87, núm. 3, págs. 645 a 659.

<sup>17</sup> Fermont, A. M. y otros (2009), "Closing the cassava yield gap: an analysis from smallholder farms in East Africa". *Field Crops Research*, núm. 112, págs. 24 a 36.

rendimientos podrían incrementarse considerablemente. Por consiguiente, mediante los estudios apropiados y servicios de divulgación innovadores, los rendimientos de África expresados en equivalente en grano podrían aumentar unas 3 a 5 toneladas por hectárea en las regiones semiáridas que producen una cosecha por año, y unas 13 a 16 toneladas por hectárea en las regiones húmedas que tienen dos a tres cultivos por año<sup>18</sup>.

### **C. Factores socioeconómicos**

23. La lucha contra las malezas y las prácticas integradas de ordenamiento de la fertilidad de los suelos, que en muchos casos tienen una elevada densidad de mano de obra, también pueden ser un factor importante de limitación del rendimiento, como se indicó en el caso de la producción de mandioca. Aunque el crecimiento incontrolado de malezas puede reducir los rendimientos de un 50% a un 65%, los agricultores realizaban mucho menos que las tres operaciones óptimas de escarda por ciclo de cultivo. Los hogares que carecen de medios tienen más dificultades para incrementar los rendimientos porque están limitados en todos los factores de producción. Además, en un entorno de presiones múltiples, eliminar una fuente de presión incrementará la producción menos que en un entorno sometido a solo una o dos fuentes de presión.

24. Las prácticas simples, como aumentar la densidad de plantas, reduciría las malezas y en consecuencia la demanda de mano de obra. La combinación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, la microdosificación selectiva de fertilizante, los cultivos intercalados de legumbres de doble finalidad y la reducción de la pérdida de nutrientes mediante la provisión de fuentes alternativas de combustible para que los tallos y los residuos de las cosechas permanezcan en el campo, pueden contribuir significativamente a reducir la necesidad de adquisición de insumos. La FAO recomienda conceptos y herramientas agrícolas simples para reducir el tiempo de trabajo necesario para preparar la tierra, plantar y escardar<sup>19</sup>. Entre las herramientas económicas que pueden utilizarse para sustituir los métodos convencionales de preparación del suelo cabe mencionar la sembradora de punta o matraca (que siembra directamente en suelo sin preparación previa) y el arrancador “Magoye” (que permite preparar el suelo y sembrar al mismo tiempo)<sup>20</sup>.

### **D. Factores institucionales, de políticas y de investigación**

25. La investigación para mejorar las variedades como el sorgo, el mijo, la mandioca y el ñame, y las razas de ganado vacuno y caprino, y para adaptar su gestión a zonas agroclimáticas determinadas, no ha recibido la financiación suficiente. Este tipo de investigación ha despertado escaso interés del sector agroindustrial privado, y la financiación de las investigaciones de centros nacionales e internacionales de investigación se ha estancado en los últimos años. En los últimos dos decenios ha disminuido acentuadamente la proporción de asistencia oficial para el desarrollo asignada a la agricultura, aunque esta tendencia podría revertirse a raíz de la crisis alimentaria de 2008: en julio de 2009, los países del

---

<sup>18</sup> Evaluación internacional de la ciencia y la tecnología agrícolas para el desarrollo (2009).

<sup>19</sup> FAO. (2004b), “Economizar tiempo y mano de obra”.

<sup>20</sup> FAO. (2005), “Las tecnologías para el ahorro de trabajo y prácticas para los hogares”.

Grupo de los Ocho prometieron contribuciones de 20.000 millones de dólares para el desarrollo agrícola mundial<sup>21</sup>.

26. El potencial de rendimiento del trigo ha seguido aumentando a razón del 1% anual durante los últimos tres decenios desde la revolución verde<sup>22</sup>. Se prevé que el desarrollo de variedades de arroz y de maíz de rendimiento muy alto utilizando técnicas de cultivo convencionales incrementará el rendimiento de un 15% a un 20%<sup>23</sup>. Estas mejoras se han relacionado con centros de investigación que han desarrollado plantas de resistencia duradera a un amplio espectro de insectos y enfermedades, y que son más tolerantes a distintas presiones físicas. Estos centros también lograron desarrollar granos de cereales de sabor y cualidades nutricionales mejorados. No obstante, con la excepción reciente de la mandioca, el progreso en relación con los cultivos huérfanos ha sido limitado. Además, se han llevado a cabo pocas investigaciones sobre la forma de intensificar de manera sostenible los sistemas que combinan la agricultura y la ganadería, que desempeñan una importante función en la agricultura de pequeñas explotaciones.

## E. Factores de transferencia de tecnología

27. Últimamente, el elevado precio de los fertilizantes ha intensificado el interés ambiental en impulsar la adopción de tecnologías que dependan en menor grado de los fertilizantes para incrementar la productividad, incluidos la gestión integrada de cultivos y el mejoramiento del material genético. La mayoría de las variedades híbridas responden bien a los fertilizantes aunque sus rendimientos son semejantes a los de las variedades tradicionales sin fertilizante. Dado que las semillas híbridas son más costosas, no siempre resulta económico introducirlas si los insumos de fertilizantes son inasequibles o inaccesibles. Podría optarse por otras tecnologías, como el sistema de intensificación del arroz, que obtienen rendimientos más elevados con menos agua y nutrientes mediante un mejor aprovechamiento de la humedad del suelo y la densidad de siembra. Por otra parte, las herramientas modernas de biotecnología complementan los enfoques convencionales de cultivo, no los reemplazan.

28. El enorme éxito de la revolución verde en cuanto al aumento del suministro de alimentos y la seguridad alimentaria en el mundo en desarrollo es un hecho conocido. El desarrollo y la promoción de variedades modernas de alto rendimiento fueron el factor más importante que contribuyó a este éxito, complementado por la ampliación del riego, la mecanización, la especialización y el uso de fertilizantes y plaguicidas químicos. También fue importante una combinación de instituciones y políticas, entre otras de divulgación, investigación, educación, cooperativas y comercialización, y el suministro de insumos. Mientras que la revolución llevó a aumentos extraordinarios de la producción, especialmente en Asia y América Latina en las décadas de 1960 y 1970, la tasa de crecimiento no se mantuvo. El aumento de los rendimientos mundiales de cereales ha disminuido

<sup>21</sup> Glickman, D., Bertini, C. (2009). The G-8 announcement on agricultural development: Can it save the world from hunger? "Global Agricultural Development", *The Chicago Council on Global Affairs*.

<sup>22</sup> Pingali, P., Heisey, W. (1999). *Cereal crop productivity in developing countries: past trends and future prospects*. Working Paper 99-03, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

<sup>23</sup> FAO (2005).

de un promedio del 3,3% anual en la década de 1960 a menos del 1% anual desde 1990<sup>24</sup>. Asimismo, esta combinación de gran densidad de capital y dependencia del riego ha tenido solo repercusión limitada en las zonas marginales de producción en que no se dispone de riego.

29. En su 17º período de sesiones, la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible llegó a la conclusión de que una nueva revolución verde sostenible debería ampliar el alcance de las inversiones agrícolas para que abarque no solo la productividad sino también la capacidad de recuperación y la sostenibilidad a largo plazo, incluidas la protección de las funciones del ecosistema y la mitigación del impacto ambiental. Aun en Asia, donde la revolución verde tuvo mayor éxito, la degradación de la tierra, la expansión de los desiertos, la pérdida de superficie de bosques y la competencia por los recursos hídricos han obligado a los países del continente a producir no solo eficientemente, sino también de formas que no dañen el medio ambiente<sup>25</sup>.

30. Los servicios de divulgación agrícola están entre los servicios rurales más importantes de los países en desarrollo<sup>26</sup>. Los beneficios de la divulgación en muchos casos superan los beneficios de la investigación agrícola. Un análisis de las tasas de rentabilidad social de la investigación y la divulgación en 95 países demuestra que la rentabilidad de la divulgación es del 80% (respecto del 50% en el caso de la investigación)<sup>27</sup>. Los datos indican que la divulgación agrícola también es una inversión pública en favor de los pobres. Por ejemplo, en Etiopía, una sola visita de divulgación agrícola redujo la pobreza un 9,8% y aumentó el consumo un 7,1%<sup>28</sup>, mientras que las visitas de divulgación en Uganda redujeron la pobreza, el retraso del crecimiento infantil y el número de niños menores de 5 años con peso inferior al normal<sup>29</sup>.

31. Los servicios de divulgación han evolucionado con el tiempo. En las décadas de 1990 y de 2000, los gobiernos y los asociados para el desarrollo comenzaron a reformar los servicios de divulgación tradicionales para subsanar sus principales deficiencias<sup>30</sup>. Varios países de África ya están aplicando modelos de divulgación basados en la demanda. Estas reformas tienen por objeto suministrar servicios de divulgación:

<sup>24</sup> Banco Mundial, *Indicadores del desarrollo mundial* (2008).

<sup>25</sup> Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para Asia y el Pacífico (CESPAP) (2009). "Sustainable agriculture and food security in Asia and the Pacific".

<sup>26</sup> Faye, I., Deininger, K. (2006), "Do new delivery systems improve extension access? Evidence from rural Uganda". American Agricultural Economics Association Annual Meeting.

<sup>27</sup> Alston, J. M., Pardey, P. G. (2000). Attribution and other problems in assessing the returns to agricultural R&D. *Agricultural Economics*, núm. 25, págs. 141 a 152.

<sup>28</sup> Dercon, S. y otros. (2008). *The Impact of Agricultural Extension and Roads on Poverty and Consumption Growth in Fifteen Ethiopian Villages*, discusión paper 00840, Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias.

<sup>29</sup> Nkonya, E., Benin, S., Okecho, G. (2009), "Enhancing the use of improved agricultural Technologies", mimeografía del Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias.

<sup>30</sup> Röling, N. (2006), "Conceptual and methodological development in innovation". *Innovation Africa Symposium*, Kampala; Rivera, W., Alex, G. (2004) *Decentralized Systems: Case studies of international initiatives*. Agricultural and Rural Development discussion paper 8(1), Banco Mundial.

- Impulsados en mayor medida por la demanda y participativos;
- Pluralistas en cuanto a los proveedores de servicios de asesoramiento y las fuentes de financiación;
- Destinados a los grupos vulnerables y al empoderamiento de los agricultores para que soliciten y gestionen servicios de asesoramiento;
- Más específicos, utilizando la tecnología según la demanda; y también
- Más limitados en cuanto a la cobertura de los servicios<sup>31</sup>.

32. No hay un modelo único de servicios de divulgación aplicable a todos y aún queda mucho por hacer. Los enfoques participativos han demostrado ser más eficaces que los enfoques que no facilitan la participación de los interesados. Sin embargo, los servicios de divulgación impulsados por la oferta siguen desempeñando una función importante<sup>32</sup>. Por ejemplo, los agricultores podrían no solicitar información sobre prácticas de ordenación sostenible de la tierra debido a sus conocimientos limitados acerca de su eficacia<sup>33</sup>. Es importante incluir este tipo de capacitación en los servicios posteriores a la producción, como información y estrategias sobre precios y comercialización, de las que a menudo se carece. Además, los servicios de divulgación podrían mejorarse mediante los conocimientos indígenas de los agricultores.

33. El apoyo financiero gubernamental a los servicios de divulgación suele ser escaso, ya que estos servicios se financian principalmente mediante donaciones, lo que pone en riesgo su perdurabilidad. La inversión en agricultura debe reactivar los servicios de divulgación pública que complementen los servicios suministrados por las organizaciones no gubernamentales y los proveedores privados que suelen funcionar en zonas que tienen un elevado acceso a los mercados<sup>34</sup>. Debe ampliarse la cobertura en las zonas remotas y entre los agricultores pobres, especialmente las mujeres, en que se necesita más información. Los servicios de divulgación también deben tener en cuenta las condiciones socioeconómicas y centrarse en los recursos disponibles a nivel local. La capacitación de los agricultores para que apliquen prácticas que requieren un número elevado de insumos en las zonas en que estos son sumamente costosos fracasará, como sucedió en el caso de las escuelas sobre el terreno para agricultores en Kenya<sup>35</sup>.

#### IV. Impulso de la agricultura sostenible

34. Si bien se dispone de diversas tecnologías para el logro de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza, estas deben desplegarse en un marco coherente, en combinaciones adecuadas y con el apoyo necesario de las

<sup>31</sup> Nkonya, E. (2009), "Current extension service models, what works and what does not work". Reunión del grupo de expertos de las Naciones Unidas sobre la ordenación de tierras y las prácticas agrícolas sostenibles en África, Universidad de Gotemburgo.

<sup>32</sup> Rivera, W. (2001), "Agricultural and rural extension worldwide: Options for institutional reform in the developing countries", FAO.

<sup>33</sup> Qamar (2006).

<sup>34</sup> Rutatora, D., Mattee, A. (2001), "Major agricultural extension providers in Tanzania", *African Study Monograph*, núm. 22, págs. 155 a 173.

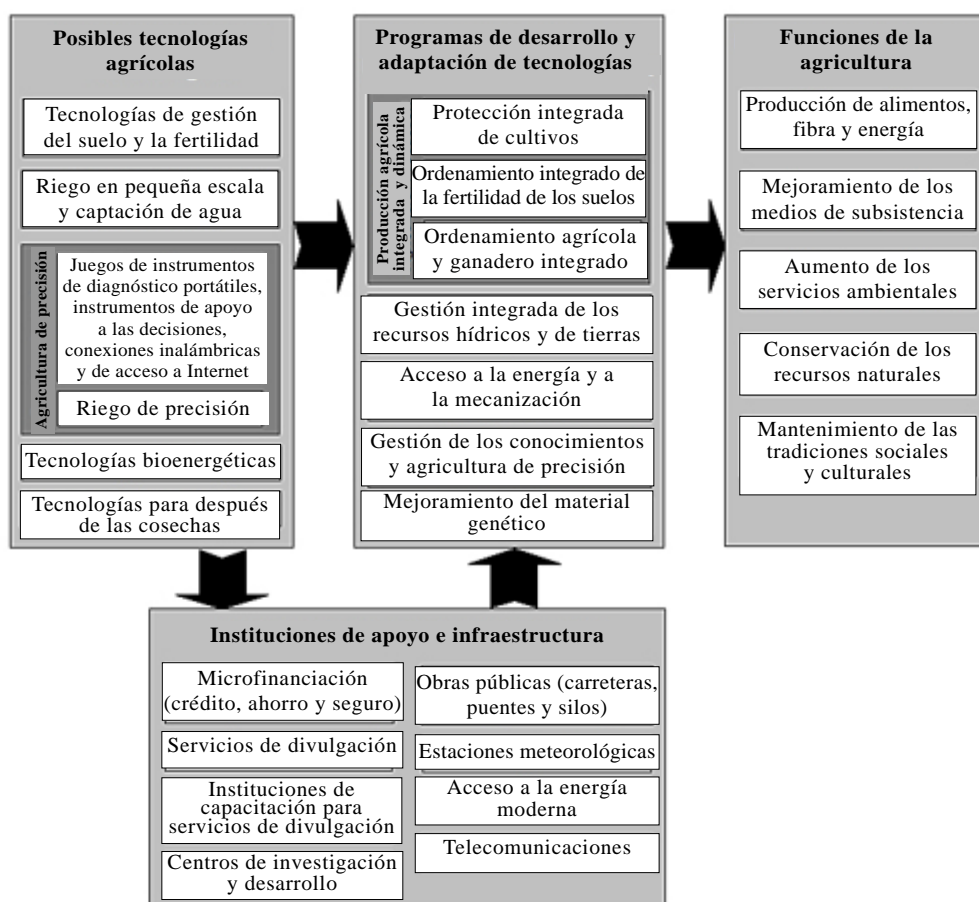
<sup>35</sup> Muli, M. B. y otros (sin fecha), "Enhancing local innovation process", Instituto de Investigación Agrícola de Kenya.

instituciones y la infraestructura apropiadas (gráfico 2), especialmente en los sistemas agrícolas más complejos y diversificados de agricultura de pequeñas explotaciones. Los programas adecuados en el contexto de los países en desarrollo pueden agruparse del siguiente modo:

- La producción agrícola integrada y dinámica, que incluye la protección integrada de cultivos, el ordenamiento integrado de la fertilidad de los suelos y el ordenamiento agrícola y ganadero integrado;
- La gestión integrada de los recursos hídricos y de tierras, con especial atención a la gestión de los recursos hídricos y de tierras de base comunitaria;
- Acceso a la energía y la mecanización;
- Gestión de los conocimientos y agricultura de precisión; y
- Mejoramiento del material genético.

Gráfico 2

**Posibles tecnologías y programas necesarios para impulsar las funciones de la agricultura**



## A. Programas de desarrollo y adaptación de tecnologías

### Producción agrícola integrada y dinámica

35. La producción agrícola integrada y dinámica comprende sistemas de producción mixta (actividades agrícolas y pecuarias) que interactúan en el espacio y en el tiempo. Es dinámica por cuanto incluye una estrategia anual de optimización de la producción, objetivos económicos y de conservación de recursos<sup>36</sup>. La producción agrícola integrada y dinámica incluye los principios de la protección integrada de los cultivos y el ordenamiento integrado de la fertilidad de los suelos.

36. La protección integrada de los cultivos supone la adopción de un enfoque holístico respecto de la lucha adecuada contra las plagas, las malezas y las enfermedades. El ecosistema agrícola se considera un todo interrelacionado que utiliza distintos enfoques físicos, químicos, biológicos, culturales y genéticos para luchar contra las plagas, las malezas y las enfermedades alterando lo menos posible el medio ambiente. La lucha integrada contra las plagas es una de las estrategias de la protección integrada de los cultivos, que puede incluir el uso de sistemas de cultivos múltiples o de policultivos con dos o más especies de cultivos o plantas<sup>37</sup> o utilizando el control biológico clásico mediante la introducción de enemigos naturales de las plagas y las malezas<sup>38</sup> y evitando la introducción de especies foráneas invasoras. Deberían aprovecharse primero las formas naturales de control biológico para reducir al mínimo los problemas relacionados con los efectos sobre el medio ambiente y la salud de las formas químicas y físicas de protección de los cultivos<sup>39</sup>. Aunque la protección integrada de los cultivos se ha aplicado en numerosos entornos agrícolas de distintas partes del mundo, su adopción sigue siendo lenta<sup>40</sup>. Por ejemplo, los pequeños agricultores del África subsahariana siguen siendo renuentes a la adopción de la lucha integrada contra las plagas y el éxito de su adopción en relación con cultivos de alimentos básicos ha sido limitado, aunque se la promueve ampliamente como la principal estrategia de protección de cultivos de la región.

37. Los sistemas integrados de cultivos y cría de ganado, si se gestionan adecuadamente, pueden contribuir a una utilización equilibrada de los recursos naturales, incluidos el agua, los suelos y los nutrientes orgánicos. Desde la perspectiva de la nutrición humana, aun los incrementos pequeños de consumo de productos cárnicos y lácteos, pueden aportar beneficios considerables a la salud pues combaten la malnutrición causada por las carencias de micronutrientes y mejoran la calidad nutricional de las dietas basadas principalmente en cereales y cultivos de raíces y tubérculos. Debería incrementarse la investigación sobre el fomento y la difusión de tecnologías mejoradas para el ordenamiento de los suelos, el agua y los cultivos. Las escuelas agrícolas podrían contribuir a subsanar las deficiencias en relación con las investigaciones y la experiencia sobre el terreno

<sup>36</sup> Hendrickson, J. y otros (2008), "Principles of integrated agricultural systems: introduction to process and definition", *Renewable Agricultural and Food Systems*, núm. 23, págs. 265 a 271.

<sup>37</sup> Bale, J. S. y otros (2008), "Biological control and sustainable food production". *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, núm. 363, págs. 761 a 776.

<sup>38</sup> Orr, A. (2003), "Integrated pest management for resource-poor African farmers: is the emperor naked?" *World Development*, núm. 31, págs. 831 a 845.

<sup>39</sup> Rector, B. (2008), "Molecular biology approaches to control intractable weeds: new strategies and complements to existing biological practices", *Plant Science*, núm. 175, págs. 437 a 448.

<sup>40</sup> Bale y otros (2008).

impulsando una gestión integrada adaptada a las características del lugar sobre la fertilidad del suelo y la lucha contra las plagas.

38. Para los agricultores que están en condiciones de adquirirla, la biología molecular y la biotecnología pueden prestar apoyo a los programas de protección integrada de los cultivos mediante mejoras en los agentes de control biológico, los cultivos afectados y los organismos de que se trata. Esto también incluye la lucha integrada contra plagas basada en la técnica de los insectos estériles, una biotecnología inocua para el medio ambiente que interfiere en la reproducción de las plagas de que se trata<sup>41</sup>. Estas tecnologías dependen de la adquisición de mayores conocimientos científicos sobre las poblaciones de especies afectadas mediante la identificación genética. Esto posibilita la realización de búsquedas directas de agentes de control biológico más eficaces, la identificación de muestras de agentes, la determinación del origen de las invasiones y la vigilancia de la seguridad y la eficacia de los programas de protección integrada de los cultivos<sup>42</sup>. Hasta ahora, las investigaciones de las necesidades de los países en desarrollo respecto de esta tecnología han sido limitadas.

39. La gestión integrada de la fertilidad de los suelos es una práctica cada vez más aceptada en los países en desarrollo, especialmente por los pequeños agricultores. El objetivo es integrar el uso de todas las fuentes naturales y antropogénicas de nutrientes de las plantas para aumentar la productividad de los cultivos de manera ecológicamente sostenible. Emplea distintas estrategias, incluida la aplicación apropiada de nutrientes, la integración del cultivo de la tierra y la cría de ganado, la conservación del suelo y la transferencia de conocimientos sobre prácticas de ordenamiento integrado de la fertilidad de los suelos a las distintas partes interesadas<sup>43</sup>.

40. La adopción de tecnologías establecidas de aplicación de nutrientes y conservación de suelos es indispensable para aprovechar al máximo la absorción de nutrientes por las plantas y la prevención de la pérdida física de suelos y nutrientes. Estas incluyen la modificación del entorno físico del terreno, el uso de la nitrificación biológica, la práctica de cultivos intercalados y la aplicación de abono orgánico y cubierta de restos vegetales<sup>44</sup>. Son especialmente prometedores los cultivos que combinan las cualidades de nitrificación del suelo con valores nutricionales para el ser humano o de mercado, o ambos, que producen los pequeños agricultores y las agricultoras (por ejemplo, el caupí, la soja promiscua y el frijol lablab (*dolichos lablab*)). La producción agrícola integrada y dinámica supone aprovechar las fuentes de nutrientes presentes en todos los sistemas agrícolas, en particular el ganado. Los sistemas integrados de cultivos y cría de ganado facilitarían el uso de residuos de origen vegetal como pienso para animales, en tanto que los residuos de origen animal se utilizarían para la elaboración de abono orgánico. En algunos casos en Asia y

---

<sup>41</sup> Dyck, V. A. y otros (editores). (2005), *Sterile Insect Technique, Principles and Practice in Area-wide Integrated Pest Management*. Países Bajos: Springer.

<sup>42</sup> Rector (2008).

<sup>43</sup> Gruhn P. y otros (2000), "Integrated nutrient management, soil fertility, and sustainable agriculture: current issues and future challenges", *Food, Agriculture and the Environment*, discusión paper 32, Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias.

<sup>44</sup> *Ibíd.*



África esto ha tenido éxito y se ha obtenido una mayor productividad mediante el uso de abono orgánico en pequeñas explotaciones agrícolas<sup>45</sup>.

### Gestión integrada de los recursos hídricos y de tierras

41. Los principios básicos de la gestión integrada de los recursos hídricos y de tierras se basan en la integración de los enfoques de planificación que incorporan estrategias convencionales y no convencionales para subsanar las deficiencias entre la demanda y la oferta de agua y de tierra. Incluye los principios del desarrollo sostenible, la participación de interesados múltiples y el papel de la mujer<sup>46</sup>. La aplicación eficaz de la gestión integrada de los recursos hídricos y de tierras depende, entre otras cosas, de la naturaleza e intensidad de los problemas hídricos, la disponibilidad de recursos humanos, las características y la capacidad de las instituciones, el entorno cultural y las condiciones biofísicas características de los distintos países<sup>47</sup>.

42. Además de precipitaciones escasas, la falta de agua en los países en desarrollo podría ser el resultado de una deficiencia de recursos económicos e incentivos para desarrollar la infraestructura relativa a los recursos hídricos. Por ejemplo, en el caso de los pequeños agricultores de África que viven en zonas semiáridas y áridas, a grandes distancias de masas de agua, el desarrollo agrícola se ve seriamente limitado. La desviación de recursos hídricos a estas zonas remotas requiere la ejecución de importantes proyectos de ingeniería (es decir, sistemas de riego en gran escala) que exigirían un enorme volumen de capital<sup>48</sup>. Por consiguiente, la gestión integrada de los recursos hídricos y de tierras promueve una infraestructura más pequeña de recursos hídricos (por ejemplo, riego en pequeña escala y captación del agua de lluvia), la conservación del agua y el aprovechamiento de la humedad del suelo, así como la gestión de los recursos hídricos a nivel de la comunidad como alternativas viables para abordar el problema de la escasez de agua<sup>49</sup>.

43. El desarrollo de los recursos hídricos en los medios rurales requiere el uso de tecnologías hídricas eficientes de bajo costo que sean relativamente fáciles de mantener y que puedan construirse y gestionarse a nivel de la comunidad<sup>50</sup>. Un ejemplo de tecnología de captación de agua de bajo costo es el de diques de arena que se han puesto extensamente a prueba en varios países de África<sup>51</sup>. El sistema de riego por goteo de baja presión es otra tecnología de bajo costo cuya utilización se promueve actualmente en algunos países en desarrollo. Esta tecnología permite un ahorro de agua superior al 50% respecto de los sistemas de riego de superficie<sup>52</sup>.

<sup>45</sup> Ching, L. L. (2009), "Is ecological agriculture productive?" Briefing paper 52. Third World Network; también Sustainable Development Innovation Brief 7, División de Desarrollo Sostenible, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.

<sup>46</sup> Asociación Mundial para el Agua (2000), "Integrated water resource management".

<sup>47</sup> Funke, N. y otros (2007), "IWRM in developing countries: lessons from the Mhlatuze Catchment in South Africa", *Physics Chemistry Earth*, núm. 32, págs. 1237 a 1245.

<sup>48</sup> Van Koppen, B. (2003), "Water reform in Sub-Saharan Africa: what is the difference?" *Physics Chemistry Earth*, núm. 28, págs. 1047 a 1053.

<sup>49</sup> Evaluación internacional de la ciencia y la tecnología agrícolas para el desarrollo (2009).

<sup>50</sup> Lasage, R. y otros (2008), "Potential for community based adaptation to droughts: Sand dams in Kitui, Kenya". *Physics Chemistry Earth*, núm. 33, págs. 67 a 73.

<sup>51</sup> Lasage (2008).

<sup>52</sup> Maisiri, N. y otros (2005), "On farm evaluation of the effect of low cost drip irrigation on water and crop productivity compared to conventional surface irrigation system", *Physics Chemistry Earth*, núm. 30, págs. 783 a 791.

Actualmente, el Gobierno de Israel, como parte de su Programa de innovación tecnológica de la agricultura para el alivio de la pobreza, está gestionando con instituciones locales y distintas organizaciones para el desarrollo el envío de sistemas de riego por goteo de baja presión a África<sup>53</sup>. Naturalmente, una mayor eficacia del riego no mitiga la necesidad de gestión del uso total de agua a nivel de la cuenca hidrográfica para garantizar la sostenibilidad del recurso.

#### **Acceso a la energía y la mecanización**

44. La mecanización de la agricultura tiene gran potencial para aumentar la producción. Esto requiere un cambio de la energía tradicional (trabajo manual y uso de animales de tiro) a la energía moderna. No obstante, la dependencia de combustibles fósiles costosos podría ser contraproducente en un momento de rápido aumento de los precios a nivel mundial. En cambio, las formas de energía asequibles como la biomasa (incluidos los biocombustibles y el biogás obtenidos de residuos de origen vegetal y de origen animal), la energía solar, la energía eólica y los pequeños proyectos hidroeléctricos, podrían ser más sostenibles.

45. Las tecnologías de energía renovable prometedoras en los sectores agrícolas de los países en desarrollo, en particular de África, incluyen los pequeños proyectos hidroeléctricos, los sistemas modernos de bioenergía y los secadores solares. La generación conjunta mediante la utilización de residuos de origen vegetal, como bagazo, es una tecnología bien establecida en África<sup>54</sup>. Los biocombustibles de producción local para la generación local de energía también han permitido un considerable aumento de la productividad<sup>55</sup>.

#### **Gestión de los conocimientos y agricultura de precisión**

46. La tecnología de la información y las comunicaciones se está convirtiendo en una herramienta indispensable para facilitar la gestión de los conocimientos e impulsar el desarrollo agrícola<sup>56</sup>. La gran distancia que hay entre muchas comunidades rurales y los centros de comercio, finanzas y gobernanza impide la transferencia eficaz de información. Los países en desarrollo carecen de la infraestructura de transporte, los recursos financieros y el tiempo necesarios para facilitar a los habitantes de zonas rurales el acceso a la información y los servicios pertinentes. Las tecnologías móviles y el acceso inalámbrico han resultado ser soluciones prometedoras para aumentar la eficiencia y disminuir los costos de transacción. La tecnología de la información y las comunicaciones permite suministrar a los agricultores información en tiempo real sobre las últimas proyecciones de mercado, pronósticos meteorológicos, alertas de emergencia, tecnologías agrícolas, consultas con expertos, transacciones bancarias, oportunidades de financiación y notificaciones públicas y privadas<sup>57</sup>.

<sup>53</sup> Resolución de Israel sobre la tecnología agrícola para el desarrollo.

<sup>54</sup> Karekezi, S. (2002), "Renewables in Africa – meeting the energy needs of the poor", *Energy Policy*, núm. 30, págs. 1059 a 1069.

<sup>55</sup> Karlsson, G., Banda, K. (2009). "Biofuels for sustainable rural development and empowerment of women". Estudios de casos de África y Asia. *Energía*.

<sup>56</sup> Rao, N. H. (2007), "A framework for implementing information and communication technologies in agricultural development in India", *Tech Forecasting Social Change*, núm. 74, págs. 491 a 518.

<sup>57</sup> Ntaliani, M., Costopoulou, C., Karetos, S. (2008), "Mobile government: A challenge for agriculture", *Government Information Quarterly*, núm. 25, págs. 699-716.

47. La tecnología de la información y las comunicaciones es útil para organizar y analizar la información pertinente sobre la dinámica de los nutrientes y ponerla a disposición de los agricultores. El apoyo para la adopción de decisiones incluye modelos informáticos y sistemas interactivos en Internet, con teleobservación, un registro de rendimientos y mediciones de la cubierta de copas que pueden utilizarse para hacer aplicaciones selectivas de fertilizantes más eficientes. Así pues, la tecnología de la información y las comunicaciones ha permitido hacer evaluaciones rápidas a nivel nacional de la fertilidad de la tierra, la biodiversidad<sup>58</sup> y la dinámica de nutrientes<sup>59</sup> con relativa facilidad.

48. La agricultura de precisión permite reunir datos amplios sobre la variabilidad espacial y temporal de la producción y la aplicación a pequeña escala de factores relativos al suelo y el ganado. También posibilita la utilización eficaz de los insumos agrícolas, la alerta temprana de enfermedades, y hasta la reducción de las emisiones contaminantes<sup>60</sup>. Si bien la agricultura de precisión de alta tecnología está comenzando a utilizarse en sistemas de gran escala en los países en desarrollo, su aplicación por los pequeños agricultores aún constituye un problema. La agricultura de precisión no se limita solo a tecnologías complejas, como satélites de determinación de posiciones a nivel mundial y la teleobservación. Incluye tecnologías más simples y de bajo costo (por ejemplo, juegos de instrumentos de diagnóstico portátiles, como medidores de clorofila y tablas colormimétricas de las hojas), sistemas de apoyo para la adopción de decisiones e incluso conocimientos tradicionales<sup>61</sup>. También puede incluir sistemas integrados de registro de identificación de animales, para aumentar la vigilancia de enfermedades, la selección genética, la vigilancia de la producción y la trazabilidad de los productos.

49. La aplicación mejorada de la tecnología de la información y las comunicaciones para el desarrollo agrícola exige nuevas estrategias y alianzas. Las asociaciones entre los sectores público y privado y la tecnología de la información y las comunicaciones cumplen una función decisiva en lo que se refiere a aumentar la divulgación de la información técnica mediante programas como Research for Life ([www.research4life.org](http://www.research4life.org)). Potencialmente el mayor impacto de la tecnología de la información y las comunicaciones en la generación de tecnología agrícola consistirá en conectar e impulsar la intervención de la comunidad en la innovación agrícola participativa. Mejorar la comprensión y la aplicación apropiada de la tecnología de la información y las comunicaciones en el desarrollo agrícola, independientemente de las fronteras geográficas, requiere el apoyo a las comunidades de práctica, como

---

<sup>58</sup> Gillison, A. (2009), "Bridging the gap between research and farmers". Presentación en la reunión del grupo de expertos de las Naciones Unidas sobre la ordenación de tierras y las prácticas agrícolas sostenibles en África, Universidad de Gotemburgo.

<sup>59</sup> Goulding, K. y otros (2008), "Optimizing nutrient management for farm Systems", *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, núm. 363, págs. 667 a 680.

<sup>60</sup> Wathes, C. M. y otros (2008), "Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall?" *Computers and Electronics in Agriculture*, núm. 64, págs. 2 a 10.

<sup>61</sup> Mondal, P., Basu, M. (2009), "Adoption of precision agriculture technologies in India and in some developing countries: scope, present status and strategies", *Progress in Natural Science*, núm. 19, págs. 659 a 666.

la Comunidad de Expertos en Ciberagricultura, si es que ha de tener la mayor repercusión posible<sup>62</sup>.

### **Mejoramiento del material genético**

50. Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica, idealmente la biotecnología debería incluir gran parte de los conocimientos y tecnologías tradicionales para la producción, elaboración y conservación de los productos agrícolas, así como las herramientas moleculares modernas. Puede contribuir a impulsar la productividad agrícola y fomentar el desarrollo y la sostenibilidad rurales. Una tecnología de probada eficacia que no suscita controversia y que tiene capacidad demostrada para ampliar la adaptabilidad de los cultivos a medios desfavorables y aumentar la eficacia de la absorción de nutrientes y de agua es la inducción de mutaciones aplicada al cultivo de plantas. Una tecnología alternativa es la transgénica (organismos modificados genéticamente), que debe gestionarse cuidadosamente para evitar el riesgo de contaminación en campos en que no se aplica la biotecnología<sup>63</sup>. Hasta ahora la modificación genética de los productos agrícolas se ha centrado, con unas pocas excepciones, en el desarrollo de semillas para plantas resistentes a las plagas o a determinados herbicidas, y en cultivos de gran valor.

51. En el caso del ganado, los programas de mejoramiento del material genético de las razas locales incluyen métodos convencionales (mantenimiento de registros, evaluación genética, inseminación artificial), así como métodos avanzados (genética molecular y genómica), y en general tienen por objeto mejorar la productividad y al mismo tiempo mantener la diversidad y adaptabilidad genéticas. Hasta ahora, se han aplicado para aumentar el crecimiento, la salud y la supervivencia de los animales, en particular la resistencia a los agentes patógenos y las enfermedades<sup>64</sup>. La genómica podría traducirse en un gran aumento de la producción pero se la ha cuestionado sobre la base de los factores de riesgo. En general, la función y el valor de la modificación genética siguen siendo objeto de un encendido debate en las comunidades tanto científica como normativa. En caso de aplicarse, estos programas deben estar acompañados del análisis y el examen apropiados de la seguridad biológica para garantizar la vigilancia y la reducción al mínimo de todo riesgo para la salud del medio ambiente y las personas. Estos programas también deberían complementarse mediante otros programas de identificación y registro de animales a fin de establecer asociaciones entre el genotipo y el fenotipo en los medios locales.

52. Además, el mejoramiento del material genético debe reconocerse solo como un componente de un enfoque integrado para aumentar la productividad de los cultivos y el ganado. Se dispone de otras técnicas de mejoramiento del material genético menos polémicas, como la selección dentro de las razas y entre ellas, y la crucea<sup>65</sup>.

---

<sup>62</sup> Maru, A. y otros (2009), "Information and Communication Technologies – Ways to Mobilize and Transform Agricultural Science for Development", Foro de ciencias del Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales.

<sup>63</sup> Evaluación internacional de la ciencia y la tecnología agrícolas para el desarrollo (2009).

<sup>64</sup> Laible, G. (2009), "Enhancing livestock through genetic engineering – recent advances and future prospects", *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, núm. 32, págs. 123 a 137.

<sup>65</sup> Kosgey, I. S., Okeyo, A. M. (2007), "Genetic improvement of small ruminants in low-input, smallholder production systems: technical and infrastructural issues", *Small Ruminant Research*, núm. 70, págs. 76 a 88.

53. Parte de la controversia respecto de la modificación genética obedece al hecho de que las patentes que protegen las biotecnologías agrícolas en la mayoría de los casos pertenecen a unas pocas empresas multinacionales y están protegidas en virtud del Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio de la Organización Mundial del Comercio (OMC). El pequeño número de competidores, combinado con los derechos de propiedad intelectual, aumenta el costo de las semillas y las tecnologías pertinentes, limitando potencialmente el acceso a estas de los pequeños agricultores<sup>66</sup>. Por ese motivo, el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura ha establecido un Sistema multilateral de acceso y distribución de beneficios de ciertos recursos fitogenéticos<sup>67</sup>. La investigación relativa a los cultivos huérfanos y los cultivos modificados para su adaptación al cambio climático debería llevarse a cabo en el marco del Sistema multilateral para que los fitogenetistas y los agricultores tengan acceso a las nuevas tecnologías. Por otra parte, debería alentarse a los titulares de derechos de propiedad intelectual a que facilitaran a los usuarios de países en desarrollo tecnologías por un período limitado, con la expectativa de recibir el pago una vez que la tecnología se haya adaptado a las condiciones locales.

## B. Instituciones de apoyo e infraestructura

54. Se necesitan distintos tipos de instituciones de apoyo e infraestructura para la aplicación de programas de desarrollo y adaptación de tecnologías. Las instituciones de microfinanciación pueden ofrecer servicios de ahorro, crédito y seguro que aumenten la capacidad de los pobres de zonas rurales de asumir riesgos. Por ejemplo, el microseguro es un medio por el cual pueden atenuarse los riesgos de las condiciones climáticas adversas que amenazan a los pequeños agricultores<sup>68</sup>. Otra institución importante es el proveedor de servicios de divulgación, que ofrece conocimientos e información que pueden mejorar los ingresos y el bienestar de los agricultores<sup>69</sup>.

55. La educación de los agricultores es otro factor importante que las instituciones de apoyo deben tener en cuenta. Un agricultor que ha recibido cuatro años de enseñanza básica tiene una productividad media superior en un 8,7% a la de un agricultor que no ha recibido educación. Así pues, es indispensable aumentar y mejorar la enseñanza básica en las zonas rurales. También debe modificarse la

<sup>66</sup> Lalitha, N. (2004), "Diffusion of agricultural biotechnology and intellectual property rights: emerging issues in India", *Ecological Economics*, núm. 49, págs. 187 a 198; Walker, S. (2001). "The TRIPS agreement, sustainable development and the public interest: discussion paper", Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Gland.

<sup>67</sup> FAO (2001). Informe de la Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 31º período de sesiones, 2 a 13 de noviembre de 2001, Apéndice D: Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, C/2001 REP.

<sup>68</sup> Zeller, M., Sharma, M. (2000), "Many borrow, more save, and all insure: implications for food and micro-finance policy", *Food Policy*, num. 25, págs. 143 a 167; Bryla, E., Syroka, J. (2007) "Developing index-based insurance for agriculture in developing countries", *Innovation Briefs*, núm. 2. División de Desarrollo Sostenible, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.

<sup>69</sup> Anderson, J., Feder, F. (2003), "Rural extension services", Documentos de trabajo del Banco Mundial sobre investigaciones relativas a políticas de desarrollo, núm. 2976.

imagen negativa que se percibe de la agricultura para que se invierta la tendencia actual a la disminución de la matriculación en la enseñanza agrícola<sup>70</sup>. La educación y capacitación agrícolas deben volver a incluirse en el sistema educativo general. Este aislamiento ha llevado a programas poco relevantes y pertinentes, a la baja de los estándares de la educación y la capacitación, al desempleo de los graduados y por tanto a la baja inversión por parte de la ayuda externa<sup>71</sup>.

56. Hay un vínculo directo entre la provisión de infraestructura y el desarrollo rural. Los pobres de las zonas rurales necesitan tener acceso a las obras públicas, la infraestructura agrícola, la energía moderna, el agua y las telecomunicaciones básicas. Este tipo de infraestructura permite reducir los costos al disminuir las pérdidas posteriores a la cosecha y facilitar a los agricultores medios más eficaces de enviar productos y adquirir insumos y servicios a través de grandes distancias<sup>72</sup>.

### C. Adaptación local y participación de la comunidad

57. Los programas de adaptación tecnológica tendrían más posibilidades de alcanzar sus objetivos si las nuevas tecnologías se basaran en el contexto local y las prioridades de los interesados. Las comunidades locales tienen conocimientos indígenas que pueden facilitar la adaptación tecnológica y, en consecuencia, debería dárseles la oportunidad de participar en la planificación y gestión de programas y la evaluación de la aplicabilidad local de las tecnologías agrícolas. Además, las organizaciones y cooperativas agrícolas prestan asistencia a los agricultores para que puedan gestionar mejor sus limitados recursos, obtener insumos a precios más bajos y vender sus productos a precios más altos, realizar el transporte conjunto de su producción para reducir gastos, e incluso desarrollar la capacidad local de elaboración.

58. La adaptación local deberá tener cada vez más en cuenta los efectos del cambio climático sobre la agricultura. Las proyecciones sobre el cambio climático se caracterizan por una acentuada variabilidad e incertidumbre<sup>73</sup>. Aunque se aspira a una mayor previsibilidad de los modelos climáticos, las estrategias de respuesta deberán incorporar las incertidumbres al establecer la capacidad de recuperación de los sistemas agrícolas<sup>74</sup>. Además de realizarse investigaciones sobre el cultivo de variedades adaptadas, deberán integrarse enfoques flexibles en las prácticas de gestión.

<sup>70</sup> Pratley, J.E., Leigh, R. (2008), "Agriculture in decline at Australian Universities".

14ª Conferencia de la Sociedad de Agronomía de Australia, Adelaide.

<sup>71</sup> Gasperini, L. (2000), De la educación agrícola a la educación para el desarrollo rural y la seguridad alimentaria: "Educación y Alimentación para Todos".

<sup>72</sup> Hemson, D. y otros (2004), "Rural development: the provision of basic infrastructure services. Integrated Rural and Regional Development", Human Sciences Research Council.

<sup>73</sup> Giorgi, F. (2005), "Interdecadal variability of regional climate change: implications for the development of regional climate change scenarios", *Meteorology Atmospheric Physics*, núm. 89, págs. 1 a 15.

<sup>74</sup> Howden, S. M. y otros (2007), "Adapting agriculture to climate change", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, núm. 104, págs. 19691 a 19696.

## V. Resumen de las recomendaciones

59. El desarrollo y despliegue de tecnologías, que es fundamental para el logro de los objetivos del desarrollo agrícola, la seguridad alimentaria, la erradicación de la pobreza, la sostenibilidad ecológica y la capacidad de recuperación ante el cambio climático, exigen la adopción de un marco de acción estratégico, que se ha comenzado a esbozar en varios procesos de formulación de políticas, si bien se trata de un programa en evolución. La versión más reciente y perfeccionada figura en la decisión adoptada en el 17º período de sesiones de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible, en la que se inspiran las recomendaciones de política siguientes.

60. El enfoque complementa las medidas nacionales con medidas de cooperación internacional.

### Medidas nacionales

61. Las estrategias nacionales de desarrollo sostenible deberían incorporar la tecnología agrícola y su desarrollo más amplio. Además de la estrategia básica de una revolución verde, en la decisión se insta a adoptar estrategias conexas para la protección de los recursos naturales escasos, incluidos una estrategia integrada para la ordenación sostenible de la tierra y los recursos hídricos, estrategias para abordar el problema de la sequía y la desertificación y para la adaptación al cambio climático, así como una mejor vigilancia como la base para la adopción de medidas para frenar la degradación de la tierra.

62. **Revolución verde sostenible:** La Comisión sobre el Desarrollo Sostenible, en su 17º período de sesiones, formuló un llamamiento a realizar una revolución verde que reactive los sectores agrícolas en los países en desarrollo aumentando la producción, la productividad y la sostenibilidad agrícolas usando criterios científicos y conocimientos locales indígenas de manera que se protejan y conserven los recursos naturales, se limite el uso de los escasos insumos y contaminantes, y se mejore la calidad de los recursos naturales. Los principales elementos de la estrategia son los siguientes:

a) Una mayor inversión en agricultura, investigación y desarrollo agrícola e infraestructura rural decisiva;

b) El establecimiento de una base de conocimientos e información para el desarrollo y el despliegue eficaces de tecnología, entre otras cosas mediante el uso eficiente de la tecnología de la información y las comunicaciones;

c) La inversión en servicios de divulgación que realmente pongan los conocimientos científicos en manos de los agricultores y las comunidades, así como en educación y capacitación de los agricultores para que puedan combinar eficazmente esos conocimientos con los conocimientos tradicionales;

d) La promoción del uso eficiente y eficaz en función de los costos de las tecnologías para la ordenación sostenible de las tierras;

e) El apoyo a la integración nacional e internacional en los mercados, en particular de los pequeños agricultores y los empresarios locales;

f) La inversión en tecnologías e infraestructura para después de las cosechas a fin de reducir el desperdicio en toda la cadena alimentaria

mejorando la manipulación de alimentos, el análisis, el procesamiento, el almacenamiento y el transporte de alimentos;

g) **El Programa Especial para África: La revolución verde de las décadas de 1960 y de 1970 prácticamente dejó de lado a África. La Comisión sobre el Desarrollo Sostenible, en su 17º período de sesiones, procuró garantizar que esta vez el continente se beneficiara de las investigaciones científicas más recientes y que estos beneficios no se obtuvieran a expensas de los servicios ecológicos, las tradiciones culturales y los conocimientos indígenas, y que la agricultura de África tuviera la capacidad para responder al cambio climático y adaptarse a sus efectos.**

63. **Respuesta al cambio climático: La Comisión sobre el Desarrollo Sostenible en su 17º período de sesiones instó a movilizar fondos para la investigación y el desarrollo de variedades de semilla tolerantes a la sequía, promover soluciones y prácticas técnicas innovadoras, combinándolas con los conocimientos tradicionales, para el pronóstico de sequías, la evaluación de los efectos y los sistemas de alerta temprana. También se instó a invertir en agricultura como una forma de abordar el problema del cambio climático.**

64. **La estrategia social para el desarrollo rural sostenible incluye los siguientes elementos:**

a) **Aumento del apoyo a los pequeños agricultores mediante incentivos para que los agricultores pobres tengan recursos para adquirir tecnologías adecuadas y adoptar prácticas sostenibles;**

b) **Protección de la tenencia de tierras, así como seguridad de acceso a los recursos hídricos, especialmente para los pobres y los grupos vulnerables;**

c) **Empoderamiento de las mujeres rurales, que desempeñan un papel decisivo en la producción agrícola y la seguridad alimentaria de los hogares, entre otras cosas mediante la protección de la tenencia de tierras. Los servicios de divulgación deberían destinarse más específicamente a los pequeños agricultores, especialmente las agricultoras, y debería impartirse formación a más mujeres para que se desempeñaran como agentes de divulgación;**

d) **Capital social y ampliación de las mejores prácticas: La Comisión sobre el Desarrollo Sostenible en su 17º período de sesiones reconoció el hecho de que no se han desplegado en una escala apropiada una serie de “mejores prácticas”. Entre ellas figuran, por ejemplo, las medidas para la conservación de los suelos y del agua, el riego eficiente y la captación y el almacenamiento de agua, la gestión integrada de los recursos hídricos y de tierras, la reducción de las pérdidas después de la cosecha, la lucha integrada contra las plagas y el aprovechamiento de las oportunidades del mercado.**

65. **La cooperación internacional será indispensable para poner en práctica estas medidas nacionales. La Comisión sobre el Desarrollo Sostenible en su 17º período de sesiones destacó la importancia de movilizar recursos financieros adicionales de asistencia oficial para el desarrollo asignada a la agricultura y, en particular, para prestar apoyo a la revolución verde en África. Los pequeños agricultores de todo el mundo también requieren mayor protección tanto de las crisis causadas por los precios como por las condiciones meteorológicas, incluidas las que podrían derivarse del cambio climático. El**



apoyo internacional a la investigación y el desarrollo en materia de cultivos huérfanos, el mejoramiento de las razas de ganado locales y las variedades y métodos adaptados al clima serán decisivos si es que los países de África y otros países pobres y vulnerables han de aumentar su seguridad alimentaria. Una mayor cooperación tecnológica en materia agrícola, Norte-Sur, Sur-Sur y triangular, podría contribuir a acelerar la transferencia y el despliegue de tecnología en los ámbitos en que se necesita con urgencia. Las tecnologías para la conservación eficiente del agua y el riego eficaz constituyen un importante ejemplo de los ámbitos en que se ha alcanzado cierto progreso, pero en general se necesita una mayor cooperación tecnológica en la esfera de la agricultura sostenible y la gestión de los recursos naturales. También se requiere cooperación internacional para alcanzar un consenso sobre biocombustibles sostenibles.

---