

# ASPECTOS TECNICOS, INSTITUCIONALES Y LEGALES EN RELACION CON LA CONSERVACION Y EL INTERCAMBIO DE RECURSOS FITOGENETICOS: EL SISTEMA MUNDIAL DE LA FAO PARA LA CONSERVACION Y UTILIZACION DE RECURSOS FITOGENETICOS<sup>1</sup>

Esquinas-Alcázar, J.T.<sup>2</sup>

## La diversidad biológica y la importancia de los recursos fitogenéticos

A pesar de que la supervivencia del hombre y de su casa, la Tierra, depende de la diversidad biológica, está siendo eliminada rápidamente mientras que la población humana y la demanda de productos procedentes del germoplasma existente en nuestro planeta no dejan de crecer. Los cambios producidos por el hombre en numerosos ecosistemas han destruido los hábitats de muchas especies, reduciendo su diversidad biológica y poniéndolas en algunos casos al límite de su tolerancia. La sobreexplotación y la deforestación de estos hábitats también favorecen los fenómenos de desertificación, pérdida de fertilidad del suelo, inundaciones, etc. Si la degradación de las tierras y la deforestación continúan al ritmo actual, se calcula que en menos de 20 años habremos destruido una tercera parte de las tierras agrícolas arables del mundo y la mitad de los bosques tropicales productivos, con toda la variedad genética en ellos contenida (Interagency Task Force, 1985). Según la misma fuente, en dicho período la población humana aumentaría en un 42 por ciento, de 4.700 millones a 6.600 millones.

Desde el punto de vista utilitarista, los recursos biológicos pueden considerarse como recursos naturales, limitados y perecederos, que proporcionan los genes que, debidamente utilizados y combinados por el hombre, permiten obtener nuevas y mejores variedades. Ellos son la fuente insustituible de características tales como adaptación, resistencia a enfermedades y productividad. La pérdida de diversidad que pone en peligro los recursos genéticos del planeta afecta tanto a los vegetales como a los animales y a los microorganismos.

La mayoría de los animales domésticos se han ido diferenciando de sus antecesores salvajes por miles de

generaciones de selección en cautividad. Dentro de una misma especie, todas las razas son por lo general fértiles entre sí, por lo que los límites entre razas no siempre son claros. Sin embargo, se puede decir que la difusión de razas mejoradas, facilitada por el control de las principales enfermedades, la inseminación artificial y últimamente el desarrollo de las técnicas de uso de embriones congelados, han reducido considerablemente la diversidad genética, al provocar la desaparición de numerosas razas autóctonas. Esto está ocurriendo en todos los continentes y ha dado lugar a esfuerzos deliberados de conservación de razas locales en peligro de extinción.

Como fuente última de la alimentación, los recursos genéticos constituyen la despensa de la Humanidad. Su importancia, tanto real como estratégica, es enorme y su pérdida es una grave amenaza, a medio y largo plazo, para la seguridad alimentaria del mundo.

Los recursos genéticos vegetales incluyen las siguientes categorías de plantas: variedades primitivas y modernas (obsoletas o no) de especies cultivadas; especies silvestres y malas hierbas afines a las especies cultivadas; especies silvestres de valor actual o potencial y, por último, determinadas combinaciones genéticas útiles en los programas de mejora (individuos poliploides, polisómicos, con genes marcadores, ...).

La diversidad genética vegetal no se distribuye al azar en el mundo, sino que está localizada principalmente en zonas tropicales y subtropicales que coinciden en muchos casos con países en vías de desarrollo. Vavilov, pionero en esta materia, identificó ya en la década 1920-30 las áreas geográficas donde la riqueza genética de las plantas alimenticias cultivadas es máxima: América Central y México, área Andina, área Mediterránea, Asia Central, Brasil y Paraguay, Cercano Oriente, Chile, China, Etiopía, India e Indo-Malasia.

1 Las opiniones expresadas en este documento reflejan el pensamiento del autor, y no necesariamente reflejan la política de la FAO y de sus estados miembros

2 Secretario de Recursos Genéticos en FAO. Roma, Italia.

La aparición de la agricultura hace unos 10 000 años en varias partes del globo provocó la ruptura de numerosos equilibrios ecológicos pero, afortunadamente, la lentitud de los procesos de domesticación de plantas permitió alcanzar otros equilibrios estables. A lo largo de este milenario proceso evolutivo, en el que se calcula que el hombre ha utilizado más de 10 000 especies vegetales comestibles, se ha producido una coadaptación entre el *Homo sapiens* y sus plantas cultivadas y entre éstas y su ambiente. Esta coadaptación ha sido determinada localmente, tanto por las condiciones de clima y suelo de cada región como por el tipo de cultura/civilización de sus habitantes. Todo ello ha contribuido decisivamente a que la diversidad genética se mantuviese e, incluso, incrementase durante este largo período. Surgieron distintas especies y variedades cultivadas adaptadas a cada zona y gran heterogeneidad dentro de cada variedad. En cuanto a su productividad, podría no ser elevada, pero la diversidad mencionada confería una gran estabilidad productiva, como convenía al tipo de agricultura local de subsistencia que se practicaba. Esta estabilidad productiva se debía a la coexistencia en un mismo campo de cultivo de plantas resistentes a enfermedades distintas y capaces de soportar bien, unas el frío y otras el calor, unas la humedad y otras la sequía, etc., de tal forma que, aunque la producción individual variara por las condiciones climáticas y las enfermedades aparecieran durante el año agrícola, el rendimiento medio se mantenía año tras año. Otro factor estabilizante característico de este período era el lento crecimiento de la población humana.

En los tiempos modernos los equilibrios ecológicos se han roto de nuevo, y la velocidad con la que se producen ahora los cambios, unida a la reciente explosión demográfica humana, no concede a la Naturaleza el tiempo biológico necesario para restablecerlos. Una característica muy importante de esta nueva etapa es la reducción de la diversidad genética. En efecto, los contactos y choque entre distintas civilizaciones y grupos étnicos han llevado consigo la fusión de sus costumbres y sistemas de vida. Ya en este siglo, el desarrollo de los transportes y comunicaciones ha facilitado aún más el fenómeno de unificación cultural y la imposición de los hábitos alimenticios de la civilización dominante. Actualmente el número de especies ampliamente cultivadas apenas supera las 150 y la inmensa mayoría de la Humanidad vive de sólo 12 especies. Esta reducción de la diversidad no se limita al número de especies sino que se produce también a nivel de variedades agrícolas.

En efecto, la concentración de la población en las ciudades y el incremento creciente de la demanda de alimentos ha obligado a dar prioridad a las características de alta producción sobre las características de producción estable. Al mismo tiempo que la introducción de las máquinas agrícolas y los medios modernos de

comercialización y transporte imponían la necesidad de introducir plantas uniformes y homogéneas. Con el esfuerzo conjunto de los mejoradores de plantas, y las organizaciones oficiales y privadas, se ha conseguido satisfacer la demanda de homogeneidad y productividad. En las especies más importantes, un pequeño grupo de variedades uniformes y generalmente mucho más productivas, han sustituido un enorme mosaico de variedades locales heterogéneas y primitivas. Este fenómeno ha conseguido multiplicar la producción de alimentos en el mundo, pero el precio pagado ha sido ya alto y puede crecer en el futuro. Por una parte, ha aumentado la dependencia energética y tecnológica a través de insumos caros (abonos, pesticidas, riegos, etc.). Por otra parte, se han perdido para siempre numerosas variedades locales heterogéneas.

El problema estriba en que, con la pérdida de una especie o de una variedad local, se elimina de forma irreversible la diversidad genética en ella contenida, que naturalmente incluye genes de adaptación a la zona en la que evolucionó. En Grecia, en los últimos 40 años, se ha perdido irremediamente el 95 por ciento de las variedades nativas de trigo. En España, en 1970, fueron recolectados más de 300 cultivares primitivos de melón; en el proceso de multiplicación se perdieron las semillas procedentes de diez de ellos y, cuando en 1973 se intentó recolectar de nuevo en los mismos lugares, tres de estos diez cultivares habían desaparecido. El problema es similar en muchos otros cultivos.

Esta pérdida de variabilidad, que se conoce como erosión genética, ha reducido peligrosamente la base genética sobre la que actúa la selección natural, aumentando de manera alarmante la vulnerabilidad de nuestros cultivos frente a inesperados cambios ambientales o a la aparición de nuevas plagas y enfermedades. La famosa hambruna que sacudió a Europa en el siglo pasado y produjo la muerte por hambre de unos dos millones de irlandeses fue debida a la estrecha base genética de las patatas cultivadas en ese momento en Europa que, procedentes de una pequeña cantidad de material uniforme traído de América Latina en el siglo XVI, resultaron ser muy susceptibles al tizón tardío de patata (Hawkes, J.G., 1979). En 1970, el tizón de la hoja del maíz destruyó en Estados Unidos más del 50 por ciento de los maizales existentes en el sur del país, debido a que todos ellos procedían de semillas híbridas obtenidas mediante androesterilidad citoplasmática, a partir de una sola variedad que era susceptible a esa enfermedad (National Academy of Sciences, 1972). Muchos casos similares, aunque con repercusiones menos graves, se han multiplicado por doquier en los últimos años, poniendo en peligro la estabilidad económica y social de algunos países (Esquinas Alcázar, J.T., 1993).

Como consecuencia del citado ataque de tizón de la hoja del maíz en 1970, la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos estableció un comité para el es-

tudio de la vulnerabilidad genética de los principales cultivos. El comité encontró que la diversidad genética de muchos de los cultivos importantes de Estados Unidos era peligrosamente estrecha. Por ejemplo, el 96 por ciento de los guisantes sembrados en el país procedían de sólo dos variedades, el 95 por ciento de los cacahuates cultivados, de sólo nueve variedades.

El fenómeno es extrapolable a numerosos cultivos y países, y datos más recientes muestran una clara tendencia al empeoramiento de la situación.

Nadie puede negar, sin embargo, que con una población mundial creciente y subalimentada, la introducción de variedades mejoradas, uniformes y mucho más productivas es hoy esencial para el desarrollo y para la lucha contra el hambre. Pero tampoco se debe ignorar que, en el afán por aumentar la producción, se está quitando a la Naturaleza el mecanismo de seguridad más importante que ha poseído a lo largo de los siglos: la diversidad.

Para no hipotecar el futuro es preciso asegurarse de que los procesos desencadenados sean controlables y reversibles, lo que implica que a través de muestras representativas de las variedades locales substituidas y de las especies amenazadas se mantengan adecuadamente los genes en ellas.

Mediante la mejora genética, el hombre es capaz de modificar los genotipos de las plantas cultivadas introduciendo en ellos genes responsables de los caracteres deseados. Estos genes son previamente identificados entre los recursos genéticos existentes en el campo o en los bancos de germoplasma y transferidos mediante sucesivos cruces sexuales y selecciones a las variedades objeto de mejora. Los ejemplos siguientes prueban la enorme importancia y valor económico de los recursos fitogenéticos y de los bancos de germoplasma vegetal que han sido la base del aumento de la producción agrícola en los últimos años (ver Cuadro 1). Actualmente, el valor del uso de esta materia prima ha aumentado debido a técnicas nuevas, que como la ingeniería genética facilitan el trasvase de genes entre especies distintas haciendo posible la obtención de híbridos somáticos donde no es posible la obtención de híbridos sexuales.

Una variedad primitiva de maíz mexicano, la Zapalote Chico, originada en el sur de México, ha sido la fuente de resistencia a los hongos en los maíces cultivados y en muchos casos ha servido también como fuente para introducir insensibilidad a la longitud del día. La variedad de maíz Ladyfinger, usada para producir palomitas, ha sido ampliamente utilizada como fuente de resistencia a la niebla del maíz y de otros caracteres agronómicos y de calidad (Creech, J.L. *et al.*, 1971).

Cuatro cultivares de sorgo, de endosperma amarillo, colectados en Nigeria en 1951, han sido la fuente in-

discutible utilizada para incrementar el contenido de vitamina A en el cultivo de sorgo (Creech, J.L. *et al.*, 1971).

**CUADRO 1. Evolución de los rendimientos medios (kg/ha) mundiales en siete importantes productos agrícolas (Anuario FAO de la producción)**

	1961-65	1969-71	1974-76	1982	1987
Trigo	1 209	1 540	1 684	2 009	2 342
Cebada	1 466	1 875	1 946	2 068	2 267
Arroz	2 038	2 331	2 471	2 871	3 221
Maíz		2 472	2 722	3 465	3 584
Soja	1 144	1 487	1 538	1 772	1 899
Haba seca	916	961	1 070	1 142	1 371
Patata	11 939	13 855	13 895	14 421	15 680

La variedad primitiva enana del trigo japonés Norin 10, introducida en América en 1946, ha desempeñado un papel clave en la mejora genética de esta especie, al ser utilizada como donante de los genes responsables del enanismo, que permiten aumentar la dosis de abonos nitrogenados y, con ello, la producción (Reitz, L.P., 1970). Una variedad local de trigo procedente de Turquía y colectada por J.R. Harlan en 1948, fue ignorada durante muchos años debido a sus numerosas características agronómicas negativas y sólo en etapa relativamente reciente se descubrió que esta variedad portaba genes de resistencia a la roya estriada, a 35 razas de carbones de trigo, y era además tolerante a algunas especies de hongos nocivos, por lo que ha sido utilizada ampliamente como fuente de resistencia a múltiples enfermedades (Creech, J.L. *et al.*, 1971). La resistencia a distintos tipos de roya se ha introducido en el trigo cultivado a partir de especies silvestres procedentes del Mediterráneo, Medio Este y Asia Menor (Myers, N., 1983).

Una población de un tipo de arroz silvestre procedente de la India Central es la única fuente conocida de resistencia a una de las más serias enfermedades de este cultivo, el Grassy Stunt Virus. Los genes responsables de esta resistencia han sido transferidos a la variedad comercial IR 36 que ha pasado a ser la variedad más solicitada en el mercado internacional (Chang, T.T., 1983). Los cultivares primitivos de arroz, procedentes del Noroeste de la India, están sirviendo como fuente de resistencia a numerosas plagas y enfermedades en otras partes del mundo. En este cultivo, el rendimiento medio en Asia, donde es la base de la alimentación de unos 2 000 millones de personas, ha aumentado en un 60 por ciento entre 1965 y 1987 (Chang, T.T., 1983) (Cuadro 1).

En forrajes, la utilización de genes encontrados en numerosas variedades procedentes de diversos países, ha permitido aumentar los niveles de productividad, adaptación y resistencia a plagas y enfermedades. Al-

gunos ballicos recolectados en Uruguay en los años 50, han sido la fuente de resistencia a la roya coronada. Una variedad local de bromo recolectada en Turquía en 1949, es la responsable del vigor y características agromórficas de la famosa variedad Regar de esta excelente especie producida en Estados Unidos. El importante ecotipo americano comercial de alfalfa AWPX3 procede de 13 ecotipos recolectados en nueve países distinguidos en épocas muy diversas. Un ecotipo primitivo de alfalfa, recolectado en Irán en 1940, ha servido para introducir resistencia a los nemátodos del tallo en esta especie (Creech, J.L. et al., 1971).

La variedad Shogoin de pepino, recolectada en Corea en 1948, ha sido una fuente considerable de esterilidad masculina, una importante característica comercial para la producción de híbridos. Otra variedad de pepino, recolectada en Myanmar en 1952, ha sido la fuente de resistencia a la marchitez bacteriana en Estados Unidos y Canadá. También el pepino, otra variedad recolectada en la India, ha servido para introducir resistencia a la antracnosis en numerosas variedades comerciales (Creech, J.L. et al., 1971).

Una población de melones silvestres, encontrada y recolectada en la India en 1937, ha sido básica en la obtención de resistencia a una nueva raza de *iodium*.

La variedad de lechuga "Rinat Hakfar", recolectada en Israel en 1956, ha permitido alargar el ciclo de producción de este cultivo en Canadá, aumentando su rentabilidad económica.

El género *Lycopersicon* es un claro ejemplo en el que numerosas especies silvestres que cruzan bien con el tomate cultivado (*L. esculentum*) han sido utilizadas con éxito como donantes de genes de resistencia a hongos (*L. hirsutum*, *L. peruvianum*), de resistencia a virus (*L. chilense* y *L. peruvianum*), de resistencia a nemátodos (*L. peruvianum*), de resistencia a insectos (*L. hirsutum*), de mejora de calidad (*L. chmielewskii*), de adaptación a ambientes adversos (*L. cheesmanii*), etc. (Esquinas-Alcázar, 1981). Ejemplos similares se podrían citar para casi todos los cultivos.

También las plantas medicinales tienen una gran importancia. Según la UICN, varios millones de personas, que constituyen entre el 75 y el 90 por ciento de la población rural del mundo, basan su salud en la utilización de plantas medicinales, y la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha reconocido que no es posible ni deseable, al menos en este siglo, sustituir las hierbas medicinales por medicamentos occidentales (WWF et al., 1984).

Desde 1978, se han identificado 20 000 especies de plantas medicinales, y en un estudio realizado por las Naciones Unidas se estima que en 1980, el comercio internacional de plantas medicinales alcanzó los 550 millones de dólares (WWF et al., 1984). Por otra parte,

la mitad de las drogas utilizadas en el mundo proceden de plantas no cultivadas y su comercio se calcula en unos 40 000 millones de dólares por año (Myers, N., 1983).

Los árabes usaban ya el colchico o colquico, diez siglos a.C. para combatir la artrosis; algunos tipos de *Croton* se usan en Perú para tratar el cáncer de estómago; la Jacaranda caucana se usa en América Latina contra la leucemia (WWF et al., 1984), la calchupa o raumolfia se emplea en la India contra el insomnio y contra algunas enfermedades mentales (Lewis, W.H. et al., 1977 y Woodson, R.E.H.W. et al., 1957), y el *Anthurium tessmanii* se usa como anticonceptivo oral (WWF et al., 1984). Según la información recogida por el Dr. Norman Parnsworth, de la Universidad de Illinois, existen varios millares de especies vegetales que se usan en distintas partes del mundo para controlar la fertilidad humana (Bingel, A.S. et al., 1980, Parnsworth, N.R. et al., 1980 y Schultz, R.E., 1980).

Durante un viaje del autor en 1992 a lo largo del río Ucayale y sus afluentes, en la Amazonia peruana, observó que el número de hijos de las pequeñas comunidades que habitan en los meandros del río variaba según se tratase de comunidades blancas de origen occidental o comunidades indígenas nativas. La cantidad de tierra fértil en cada uno de estos meandros es muy limitada y sólo permite alimentar a un pequeño número de personas; si la comunidad crece excesivamente, la alimentación es deficiente y entonces es preciso emigrar. El número de hijos en las comunidades indígenas era bajo, permitiendo mantener la población constante, mientras en las comunidades blancas un número más alto de hijos provoca un crecimiento inadecuado de la población. Según la información obtenida localmente, la diferencia era debida a que las comunidades indígenas, que aún siguen utilizando sus hierbas medicinales, mantienen el equilibrio ecológico con el medio en que viven mediante la utilización de anticonceptivos naturales como el "piripiri", probablemente una cipera y el "juaranhuarango" (árbol propio de los tahuampas). Un concepto de civilización importado y las costumbres occidentales, está llevando a la pérdida de sus tradiciones milenarias, y en las zonas cercanas a las principales ciudades, no sólo ya no se usan estas hierbas anticonceptivas sino que la información se ha perdido definitivamente y el crecimiento desordenado de la población provoca el éxodo de sus habitantes hacia las zonas industrializadas.

Son innumerables las especies, apenas conocidas en el mundo occidental, que se utilizan en diversas partes del mundo por sus características medicinales. El interés de estas especies es universal, trascendiendo a las etnias o a los grupos tribales que las usan. La diosmina extraída de algunas especies silvestres parientes del name, se usa en la fabricación de anticonceptivos hormonales. Dos alcaloides, la vincristina y la vinblasti-



na, obtenidos de la vinca o planta doncella, se usan en el tratamiento de la leucemia y de la enfermedad de Hodgkin. La morfina obtenida de la adormidera es de amplio uso en hospitales como anestésico y para combatir los dolores fuertes. El curare, usado tradicionalmente por las tribus amazónicas para amontar los peces y facilitar su pesca, se está empezando a usar en Occidente con excelentes resultados en cirugía como relajante. En muchos otros casos, el producto químico activo con efectos medicinales ha podido ser identificado en la planta y copiado después sintéticamente. Por ejemplo, el ácido salicílico, identificado primero en la corteza del sauce, que se usó como analgésico durante varios milenios, fue copiado posteriormente en la fórmula de la aspirina y productos análogos (Myers, N., 1983).

La recolección excesiva y/o pérdida de su hábitat son las causas principales de la erosión genética sufrida por las plantas medicinales. En casos como la planta doncella mencionada más arriba, se necesita recolectar unas 500 toneladas de hojas para producir un kilogramo de sulfato de vincristina. Una demanda excesiva de estas especies silvestres puede causar problemas. Según la UICN, el ginseng en China y las especies silvestres parientes del name en los alrededores del Himalaya, están en peligro de extinción (Myers, N., 1983 y WWF *et al.*, 1984).

En el caso de las plantas medicinales, tan importante como la salvaguardia del material vegetal es el rescate de la información sobre sus propiedades y el momento y la forma de su uso. Esta información, adquirida dolorosamente a través de la experiencia de numerosas vidas humanas, ha constituido un legado precioso transmitido por vía oral de padres a hijos, generación tras generación, a lo largo de muchos siglos. La admirable capacidad del hombre de la era industrial para producir algunos productos sintéticos sustitutorios no puede justificar la pérdida irreversible de la valiosa información acumulada por otras culturas. Una actitud inteligente es recoger y documentar esta información junto a las plantas utilizadas antes de que se extingan como grupos étnicos autónomos las razas y tribus que la poseen, conservando ambas cosas (plantas e información) para uso y beneficio de la Humanidad presente y futura.

El germoplasma de las plantas industriales productoras de fibras, aceites, perfumes, maderas, productos agro-energéticos, etc., tiene un valor extraordinario y su comercio internacional representa muchos millares de millones de dólares al año. Según la UICN, el valor de los productos manufacturados procedentes del ratón o caña de Bengala supera los 5 000 millones de dólares al año. Otras plantas sólo han empezado a utilizarse recientemente (WWF *et al.*, 1984). Este es el caso de algunas especies parientes del crisantemo de las que se obtiene la piretrina, producto activo contra los insectos

voladores e inocuo para los mamíferos; o la jojoba que sustituye con ventaja a ciertas especies de ballena en la producción de aceite para aplicaciones en alta tecnología. En todos los casos, la diversidad genética existente ha sido poco utilizada y el espacio para la mejora genética es muy amplio.

En cuanto a las plantas utilizadas para leña, que son las más afectadas por los procesos actuales de deforestación, su valor económico, y sobre todo social, no puede ser exagerado. El Director General de la FAO dijo en la apertura del IX Congreso Forestal Mundial, que se celebró en México en 1985, que "la manifestación más dramática de esta crisis es el problema de la leña", que afecta a unos 2 000 millones de personas, y añadió que "el futuro de los bosques es vital para el porvenir de la Humanidad. No hay un instante que perder" (Saouma, E., 1985).

Tanto entre las plantas de uso industrial como entre las medicinales y algunas ornamentales, abundan las especies utilizadas pero no cultivadas. En estos casos, se puede provocar, sin querer, un tipo de erosión genética selectiva especialmente grave. En efecto, las plantas más codiciadas por sus características son las primeras en ser usadas, siendo por tanto, las plantas de características menos deseadas las únicas que quedan y producen semillas, contribuyendo con sus genes a modificar negativamente el acervo genético de las nuevas generaciones.

### Aspectos técnicos de la conservación de los recursos fitogenéticos

Conservar los recursos fitogenéticos va mucho más allá de salvar las especies. El objetivo debe ser conservar suficiente diversidad dentro de cada especie para asegurarse de que su potencial genético pueda ser utilizado en el futuro. Fue, por ejemplo, una sola población de una especie silvestre de arroz la que proporcionó la resistencia al virus del arroz Grassy Stunt y no la especie como tal. Por otra parte, es mucho más fácil proteger las especies cuando sus poblaciones son aún numerosas que intentar recuperarlas cuando están al borde de la extinción.

La conservación de los recursos fitogenéticos puede realizarse tanto *ex situ* como *in situ*, y ambos sistemas no deben considerarse opuestos sino complementarios.

La conservación *ex situ* implica la recolección de muestras representativas de la variabilidad genética de una población o un cultivar y su mantenimiento en bancos de germoplasma o en jardines botánicos, en forma de semillas, estacas, tejidos *in vitro*, plantas enteras, etc. El periodo de conservación depende de la especie y de la técnica empleada. En muchas especies se puede alargar este periodo reduciendo el metabolismo de

las partes conservadas mediante el control de factores tales como la temperatura y la humedad. El material conservado debe ser multiplicado, en cualquier caso, periódicamente. El uso de la congelación rápida y profunda (crio-preservación) usando por ejemplo el nitrógeno líquido, puede con el perfeccionamiento de las técnicas actuales, prolongar indefinidamente la vida del germoplasma almacenado. La conservación, *ex situ* se emplea sobre todo, para las plantas cultivadas que se multiplican por semilla.

Su gran ventaja es el control del material en un espacio reducido y sometido a cuidados intensivos. Otra ventaja es su fácil accesibilidad para los mejoradores de plantas. Su gran inconveniente es que con el germoplasma se congela también la evolución, deteniendo los procesos naturales de selección y adaptación permanente a su hábitat. Otros inconvenientes son la deriva genética debida a que se recolectan y multiplican muestras necesariamente pequeñas, y la presión de selección debida a que en general el material se multiplica en zonas fitogeográficas distintas a la de recolección. Ambos fenómenos provocan una erosión genética acumulativa que puede llegar a superar en ocasiones a la erosión genética que tiene lugar en el campo.

La conservación *in situ* consiste en la protección de la zona y hábitat en que crece la especie, mediante leyes y medidas proteccionistas. Es el método preferido para las plantas silvestres. Su gran ventaja es que la dinámica evolutiva de la especie se mantiene y su principal inconveniente procede de su precio y de las dificultades sociales y políticas que surgen en ocasiones. Ese sistema puede, sin embargo, considerarse económico si el interés es conservar todas las especies de la zona y no una en particular. La conservación *in situ* de especies importantes para la agricultura, permite proteger simultáneamente la diversidad genética existente en una zona y los sistemas de cultivos que se han desarrollado para su utilización local.

La protección de los recursos fitogenéticos del planeta, sea *ex situ* o *in situ*, no es exclusiva de nuestro siglo ni de nuestra civilización. Los antiguos egipcios, hace más de 3 000 años, cuando despedían a sus faraones que a su muerte partían para las Esperides o paraíso, los hacían acompañar de semillas que les permitiesen cultivar allí las mismas variedades utilizadas en el valle del Nilo. Así, cuando en 1922 Carter descubrió inviolada la tumba de Tutankamon, enterrado en el siglo XVII a.C., encontró intacta una caja de madera con pequeños compartimentos estancos en los que se mantenían separadas semillas de distintas variedades de cebada. Esta caja, que con su contenido se conservan en el museo de El Cairo, puede considerarse el primer banco de germoplasma del que se tiene noticia en el mundo.

Con respecto a la conservación *in situ* existe evidencia documentada de que la necesidad de conservar *in situ* los bosques y los animales que crecían en ellos,

fue reconocida y decretada en algunas zonas tanto de la India como de la China, hacia el año 7000 a.C. (Swa-minathan, M.S., 1983).

No obstante, el concepto actual de conservación de recursos fitogenéticos es mucho más reciente y se deriva principalmente de los trabajos realizados por algunos pioneros como Vavilov (Vavilov, 1926).

### Cooperación internacional

A partir de la década de los años 40, algunos organismos internacionales comenzaron a preocuparse seriamente por la pérdida de los recursos genéticos en el mundo. En 1961 la FAO convocó una reunión que condujo a la creación en 1965 de un Cuadro de Expertos en Prospección e Introducción de Plantas. A partir de entonces, y hasta 1974, él mismo se reunió periódicamente para asesorar a la FAO en estas materias y marcar directrices a nivel internacional para la recolección, conservación e intercambio de germoplasma. Este cuadro de expertos se ocupaba principalmente de cultivos, pero una estructura similar se creó en 1968 para los Recursos Genéticos Forestales. Poco a poco, fueron apareciendo problemas técnicos, económicos y jurídicos.

Los primeros en aparecer fueron los problemas técnicos relacionados con la detección de la diversidad y erosión genética, identificación de los lugares de recolección, técnicas de muestreo, métodos de conservación de germoplasma, métodos de evaluación y documentación de recursos fitogenéticos, etc. Tres conferencias técnicas sobre el tema, convocadas por la FAO en 1967, 1973 y 1981 respectivamente, contribuyeron a aportar soluciones a muchos de estos problemas.

Entre tanto, comenzaron los primeros problemas financieros. En 1968 la FAO estableció la Unidad de Recursos Fitogenéticos y Ecología de Cultivos, cuya misión era organizar y promover actividades relacionadas con la salvaguarda y utilización de los recursos fitogenéticos. A medida que aumentaron las actividades de la nueva unidad, se puso de manifiesto la necesidad de encontrar fuentes de financiamiento adicionales.

En 1972, el Grupo Consultivo de Investigaciones Agrícolas Internacionales (CGIAR) decidió hacer frente a los problemas económicos mediante la creación del Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF), organización no gubernamental, autónoma y con presupuesto propio, que formaría parte del programa internacional del Grupo Consultivo y cuyo Secretariado sería proporcionado por la Unidad de Recursos Fitogenéticos de la FAO. El CIRF nació en 1974, con sede en la FAO, en Roma, y desde entonces ha promovido y realizado numerosas actividades relacionadas con la recolección, conservación, sobre todo *ex situ*, evaluación y documentación de germoplasma vegetal. Tam-

bién ha contribuido, en colaboración con la FAO, a la formación de personal mediante la organización de cursos y la publicación de libros y documentos.

Paralelamente a las actividades de la FAO y del CIRF, y en algunos casos por su efecto catalizador, numerosas organizaciones internacionales, regionales, nacionales y privadas han creado o han reforzado en los últimos años programas orientados a la salvaguardia y utilización de los recursos fitogenéticos, especialmente *ex situ*.

Entre los programas de organizaciones internacionales no gubernamentales cabe destacar los del Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz, para arroz; del Centro Internacional de Agricultura Tropical para *Phaseolus*, mandioca y plantas forrajeras de suelos ácidos; del Centro Internacional de la Papa, para la patata; del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, para trigo y maíz y del Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas, para sorgo, mijo, *Cajanus*, garbanzo y cacahuete. Entre los programas de organizaciones regionales se destacan el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza que incluye diversos países de Centro América y el Caribe; el de los países del Sudeste Asiático; el de las Comunidades Europeas; el de los países escandinavos. Es preciso añadir el Programa Cooperativo Europeo para la Conservación e Intercambio de Recursos Fitogenéticos, que trata de coordinar actividades entre los dos últimos programas mencionados y con otros países europeos. Los programas nacionales más vigorosos son los de Brasil, Canadá, Estados Unidos, India, México y URSS.

Los jardines botánicos, unos 600 en el mundo, también comparten la responsabilidad de la conservación *ex situ*. Según datos proporcionados en el XV Congreso Internacional de Genética, Estados Unidos y Europa mantienen, respectivamente, alrededor de 340 000 y 750 000 muestras de diversos cultivos (Swaminathan, M.S., 1983). Estos datos no incluyen, por carecer de la información, las muestras controladas por organizaciones y compañías privadas. El número de muestras mantenidas en bancos de germoplasma de conservación a largo plazo de algunos cultivos importantes figura en el Cuadro 2.

Las actividades de la FAO relacionadas con la conservación de recursos fitogenéticos *in situ*, están a cargo de su División de Recursos Forestales. También la UNESCO promueve el establecimiento de una red mundial de Reservas de la Biosfera que pretende mantener íntegras las comunidades bióticas de plantas y animales dentro de sus ecosistemas naturales. Muchos países han establecido en sus territorios zonas protegidas como reservas naturales y parques nacionales, que gozan de una legislación especial. Los programas nacionales más sólidos corresponden a la India, con sus

"santuarios genéticos" en el Noreste del país, y a la URSS, que ha establecido 127 reservas naturales distribuidas en todo su territorio para proteger sus especies silvestres. Entre las organizaciones no gubernamentales que se ocupan de la conservación *in situ*, se destacan por su entusiasmo la UICN y el WWF. Todas esas organizaciones participan junto al PNUMA, la UNESCO y la FAO en el Programa de Acción Forestal Tropical, que pone énfasis en la conservación *in situ* y de ecosistemas.

**CUADRO 2. Muestras de germoplasma de cultivos mantenidas en bancos de genes de todo el mundo (Incluidas plantas silvestres afines)<sup>1</sup>**

Cereales	1 056 000 entre ellas:	<i>Amaranthus</i> 2 000; <i>Eragrostis</i> 2 300; <i>Eleusine</i> 3 700; <i>Fagopyrum</i> 2 300; <i>Hordeum</i> 191 500; <i>Oryza</i> 234 200; <i>Pennisetum</i> 35 700; <i>Sorghum</i> 82 400; <i>Triticum</i> 336 200; <i>Zea</i> 101 000
Leguminosas de consumo humano	464 400 entre ellas:	<i>Arachis</i> 24 900; <i>Cajanus</i> 11 200; <i>Cicer</i> 30 700; <i>Cyamopsis</i> 2 000; <i>Glycine</i> 119 300; <i>Lupinus</i> 11 900; <i>Phaseolus</i> 127 000; <i>Pisum</i> 48 000; <i>Psophocarpus</i> 3 700; <i>Vigna</i> 66 300
Raíces y tubérculos	134 300 entre ellas:	<i>Colocasia</i> 5 700; <i>Dioscorea</i> 8 900; <i>Ipomoea</i> 21 000; <i>Manihot</i> 25 400
Hortalizas	265 700 entre ellas:	<i>Abelmoschus</i> 3 800; <i>Allium</i> 10 500; <i>Capsicum</i> 24 800; <i>Cucumis</i> 116 700; <i>Lycopersicon</i> 40 600; <i>Raphanus</i> 3 400; <i>Solanum</i> 65 600
Frutas	49 600 entre ellas:	<i>Anacardium</i> 3 700; <i>Bactris</i> 1 500; <i>Carica</i> 1 000; <i>Citrus</i> 15 500; <i>Durio</i> 1 200; <i>Ficus</i> 15 500; <i>Mangifera</i> 4 800; <i>Musa</i> 5 500; <i>Persea</i> 3 400
Forrajes	230 400	
Industriales	47 990	
Otras	2 700	
Total	2 251 400	

Fuentes: IBPGR Crop Directories y FAO 1989.

<sup>1</sup> Comprende muestras almacenadas a plazo largo, medio y corto.

### Aspectos institucionales y legales

Pronto se puso de manifiesto que los problemas técnicos y financieros no eran los únicos ni los más importantes problemas derivados de la conservación y uso de la diversidad genética vegetal.

Para comprender los aspectos no técnicos relacionados con los recursos fitogenéticos es preciso tener en cuenta que (i) la diversidad genética de las

plantas de interés agrícola no se distribuyen uniformemente en el mundo, sino que se concentra en zonas tropicales y subtropicales donde se encuentran la mayor parte de los países en desarrollo, (ii) ningún país o región puede considerarse autosuficiente en materia de diversidad genética y según diversos estudios académicos recientes, la interdependencia media entre todas las regiones del mundo es de más del 50 por ciento y para algunas regiones puede llegar a ser hasta del 100 por ciento para los cultivos más importantes (Kloppenborg, J.R., 1988). Se trata, por tanto, de un área en que todos los países son, al mismo tiempo, donantes y receptores y donde la cooperación internacional es un imperativo vital.

Se debe también tener en cuenta que en los últimos años ha habido un gran incremento del valor del germoplasma debido, en primer lugar, a la erosión de los recursos genéticos existentes y, en segundo lugar, al incremento de su potencial a través de nuevas y poderosas biotecnologías que hacen posible la transferencia de genes entre especies sexuales no compatibles. Todo ello ha contribuido a un incremento de las restricciones legales o *de facto*, en el libre intercambio de germoplasma. Si tenemos en cuenta que por las mismas razones el valor relativo de los recursos fitogenéticos continuará creciendo rápidamente en el próximo futuro, queda clara la necesidad de acuerdos formales y equitativos desarrollados entre los países donantes y receptores de germoplasma.

Por otra parte, y a medida que el germoplasma de los cultivos más importantes era colectado y conservado en bancos de germoplasma, la seguridad del material, la propiedad de las colecciones, la aparición de leyes nacionales que limiten la disponibilidad del germoplasma y los derechos de propiedad sobre las nuevas variedades, pasaron a ser el objeto principal de los debates (Fowler, C. *et al.*, 1990). También, y a medida que aumentaban las actividades relacionadas con la conservación y el uso de los recursos genéticos se puso de manifiesto la necesidad de una acción coordinada intergubernamental a nivel global, que evitase la duplicación y asegurase la complementariedad de las actividades desarrolladas por otras organizaciones nacionales, regionales e internacionales. Se reconoció que para que un sistema global sobre recursos fitogenéticos fuese estable y duradero, era necesario que este sistema beneficiase a todos sus participantes y tuviese plenamente en cuenta los derechos de los donantes y las obligaciones de los receptores, sea de germoplasma, fondos o tecnologías.

### Sistema Mundial sobre recursos fitogenéticos

Como resultado de estas discusiones y a propuesta de sus países miembros, la FAO ha desarrollado desde 1983 un Sistema Mundial de Recursos Fitogenéticos

(FAO, 1993a) que está basado en los siguientes principios:

- los países tienen derecho soberano sobre los recursos fitogenéticos de sus territorios;
- los recursos fitogenéticos deben estar disponibles sin restricciones, en condiciones concertadas, para fitomejoramiento y con otros fines científicos beneficiosos para la humanidad;
- los recursos fitogenéticos y la información, las tecnologías y los fondos necesarios para conservarlos y utilizarlos son complementarios y de igual importancia;
- todos los países son en potencia donantes y usuarios de recursos fitogenéticos, información, tecnología y fondos;
- la mejor manera de garantizar los recursos fitogenéticos es asegurar la utilización eficaz, duradera y beneficiosa en todos los países;
- los agricultores del mundo han domesticado, conservado, cultivado, mejorado y puesto a disposición recursos fitogenéticos y continúan haciéndolo en la actualidad;
- tanto las tecnologías avanzadas como las rurales locales son importantes, y se complementan, para la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos;
- la conservación *in situ* y *ex situ* constituyen dos estrategias importantes y complementarias para el mantenimiento de la diversidad genética.

Los objetivos del Sistema Mundial son, garantizar la conservación segura y fomentar la disponibilidad sin restricciones y la utilización duradera de los recursos fitogenéticos para las generaciones presentes y futuras, proporcionando un marco flexible para la distribución de los beneficios y las cargas. El Sistema abarca la conservación (*ex situ* e *in situ*) y la utilización de los recursos fitogenéticos -genes, genotipos y acervos génicos- en los planos moleculares, de poblaciones, de especies y de ecosistemas. Un cuadro ilustrativo del Sistema Mundial está presentado en el Apéndice A.

### Componentes del Sistema Mundial

Los componentes institucionales básicos del sistema son los siguientes:

- La Comisión de Recursos Fitogenéticos fue establecida en 1983. Es un foro mundial intergubernamental único, en el que los países que son donantes o usuarios de germoplasma, información, tecnología y fondos, pueden celebrar debates, en un plano de igualdad, con objeto de alcanzar consensos y compromisos en asuntos de interés general relativos a los recursos fitogenéticos; la Comisión recibe informes de las orga-



nizaciones pertinentes que se ocupan de los recursos fitogenéticos y tecnologías relacionadas y formula recomendaciones cuando procede.

- El Compromiso Internacional sobre recursos fitogenéticos fue establecido en 1983. Es un acuerdo no vinculante para asegurar la prospección, recolección, conservación, evaluación, utilización y disponibilidad para fitomejoramiento y otros fines científicos de los recursos fitogenéticos, en particular las especies de importancia económica y social presente o futura. El Compromiso Internacional se ha complementado con tres Anexos negociados por medio de la Comisión y aprobados por unanimidad por los Estados Miembros de la FAO (FAO, 1993b);
- Además, el Fondo internacional para recursos fitogenéticos, tal como se contempla en una Resolución de la Conferencia de la FAO (FAO, 1991), permitirá plasmar de manera práctica el concepto de derechos del agricultor y financiar los programas de conservación y utilización de recursos fitogenéticos, como por ejemplo los indicados en el plan de Acción Mundial.

Hasta el momento son 140 los países que forman parte oficialmente del Sistema mundial, como miembros de la Comisión o porque se han adherido al Compromiso Internacional, o bien, que han adoptado ambas medidas (véase el Apéndice B).

Una de las tareas más importantes de la Comisión ha sido la preparación, como parte del Sistema Mundial, de acuerdos, mecanismos e instrumentos internacionales para facilitar la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos. En los párrafos que siguen se resumen estos otros componentes del Sistema mundial, con referencia a los informes parciales sobre el estado de su preparación que figuran en otras secciones de este documento o en otros documentos distintos.

Los acuerdos internacionales que se están negociando por conducto de la Comisión como complemento del Compromiso y sus Anexos son los siguientes:

- El Código internacional de conducta para la recolección y transferencia de germoplasma vegetal, que constituirá un mecanismo importante de orientación para la recolección y transferencia de recursos fitogenéticos, con objeto de facilitar el acceso a ellos y fomentar su utilización y mejora. El Código fue aprobado por la Comisión en abril de 1993 y adoptado por la Conferencia de la FAO en noviembre de 1993 (FAO, 1993c).
- Un Código de conducta para la biotecnología en cuanto que afecta la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos, que se está preparando a petición de la Comisión.
- Los Acuerdos básicos sobre bancos de genes con más de 30 países e instituciones que se han ofre-

cido a poner sus colecciones base bajo los auspicios de la FAO y con los que han ofrecido espacio en sus bancos de genes para almacenar colecciones internacionales.

Para fomentar la conservación e intercambio de germoplasma y el acceso a los fondos y la tecnología para su gestión y utilización, se están preparando los siguientes mecanismos de ámbito mundial:

- El Sistema de información y alerta sobre los recursos fitogenéticos en el mundo, para recopilar y difundir datos y facilitar el intercambio de información sobre los recursos fitogenéticos y las tecnologías correspondientes, advertir con rapidez de los peligros que puedan amenazar el funcionamiento de los bancos de genes y la pérdida de diversidad genética en todo el mundo.
- Una Red de colecciones base *ex situ* bajo los auspicios de la FAO y con la asistencia técnica del CIRF.
- Una Red de zonas establecidas o demarcadas para la conservación *in situ* de recursos genéticos de plantas silvestres afines a las cultivadas y de especies silvestres o semidomesticadas de valor socioeconómico efectivo o potencial para la alimentación y la agricultura, y la promoción de la conservación y utilización "en las fincas" de variedades locales.

Los instrumentos de alcance mundial para facilitar la racionalización y coordinación de los esfuerzos y la función de supervisión intergubernamental de la Comisión son los siguientes:

- El Estado de recursos fitogenéticos en el mundo, informe periódico que abarcará todos los aspectos de la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos, con objeto de conocer las lagunas, los obstáculos y las situaciones de emergencia.
- Un Plan de acción mundial sobre los recursos fitogenéticos, con programas y actividades destinados a llenar las lagunas, superar los obstáculos y hacer frente a las situaciones de emergencia que se señalen en el Estado de los recursos fitogenéticos en el mundo. Permitirá a la Comisión recomendar prioridades y fomentar la racionalización y coordinación de los esfuerzos en este sector.

El primer informe sobre el Estado de los recursos fitogenéticos en el mundo y el primer Plan de acción mundial se prepararán como parte del proceso preparatorio de la Cuarta Conferencia técnica internacional sobre recursos fitogenéticos (FAO, 1993d), cuya convocatoria está prevista para 1996.

### Los Derechos del agricultor

En el marco de una interpretación concertada del

Compromiso Internacional propuesto por la Comisión, la Conferencia de la FAO reconoció de manera oficial y unánime en 1989: (i) que los derechos del obtentor son compatibles con el Compromiso; y (ii) el concepto de derechos del agricultor en cuanto que tales derechos "proviene de la contribución pasada, presente y futura de los agricultores a la conservación, mejora y disponibilidad de los recursos fitogenéticos, particularmente de los centros de origen/diversidad. Esos derechos se confieren a la comunidad internacional, como depositaria para las generaciones presentes y futuras de agricultores, con el fin de asegurar que esos agricultores se beneficien plenamente y continúen contribuyendo, y velen por el cumplimiento de los objetivos generales del Compromiso Internacional". La resolución sobre los derechos del agricultor contiene una base conceptual concertada para la preparación de mecanismos que permitan promover la distribución equitativa de los beneficios entre los usuarios y los donantes de germoplasma.

Siguiendo la recomendación de la Comisión en su cuarta reunión, la Conferencia de la FAO aprobó también por unanimidad en 1991 una resolución complementaria, preparada por la Comisión de Recursos Fitogenéticos, en cuyos párrafos de la parte dispositiva se suscribe lo siguiente:

- "que los derechos del agricultor se aplicarán por medio de un fondo internacional para los recursos fitogenéticos que apoyará los programas de conservación y utilización, en particular, pero no exclusivamente, en los países en desarrollo;
- que la conservación eficaz y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos son una necesidad apremiante y permanente y que, por tanto, los recursos del fondo internacional y de otros mecanismos de financiación deben ser suficientes, duraderos y basados en los principios de la equidad y transparencia;
- que, a través de la Comisión de Recursos Fitogenéticos, los donantes de recursos genéticos, fondos y tecnología determinarán y supervisarán las políticas, programas y prioridades del fondo y otros mecanismos de financiación, con el asesoramiento de los órganos técnicos apropiados.

Todos estos documentos/resoluciones se han incorporado como anexos al Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos.

En reuniones anteriores de la Comisión se han examinado, sin llegar a ningún acuerdo, asuntos como la cuantía y el carácter de las contribuciones al Fondo internacional y otros mecanismos de financiación mencionados en la Resolución C 3/91 antes mencionada. Sin embargo, se recomendó que se determinasen y cuantificasen las necesidades técnicas y financieras para asegurar la conservación y fomentar la utilización du-

radera de los recursos fitogenéticos del mundo. Por consiguiente, la Comisión, en su cuarta reunión, pidió a la FAO que preparase el primer Estado de los recursos fitogenéticos en el mundo y el Plan de Acción Mundial mediante el proceso preparatorio de la Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos mencionada anteriormente. La Comisión de Recursos Fitogenéticos recomendó un enfoque de abajo hacia arriba durante el proceso preparatorio de la Conferencia Técnica Internacional de Recursos Fitogenéticos, a fin de asegurar la plena participación de los países en la preparación de esos dos documentos. En el Plan de acción se señalarán las actividades, proyectos y programas necesarios para superar los obstáculos actuales, de acuerdo con la parte correspondiente del Programa 21. Con la financiación del Plan de acción mundial por medio del Fondo internacional y otros mecanismos de financiación, tal como se contempla en la Resolución sobre la puesta en práctica de los Derechos del Agricultor (FAO, 1991), la comunidad internacional contribuirá a la aplicación práctica de los derechos del agricultor.

Quedan pendientes varias cuestiones, sin embargo, será necesario abordarlas en el momento oportuno en la Comisión. Entre ellas pueden citarse las siguientes: (i) ¿Cuál es el carácter de la financiación (voluntaria, obligatoria)?; (ii) ¿deben estar las responsabilidades financieras vinculadas a los beneficios derivados del uso de los recursos fitogenéticos como sistema para compartir los beneficios?; (iii) ¿quién deberá hacerse cargo de las responsabilidades financieras (países, usuarios, consumidores)?; (iv) por parte de los receptores, ¿de qué manera se deben estimar las necesidades relativas y los derechos de los beneficiarios, especialmente los países en desarrollo?; (v) ¿cómo se beneficiarán los agricultores y las comunidades locales de la financiación? Han sido numerosos los debates sobre estas y otras cuestiones afines en la FAO, el PNUMA y la CNUMAD, así como en varios foros de ONG. Ya se está llegando a un cierto consenso, y esto se pone de manifiesto en el Programa 21 y en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. No obstante, hay que seguir reflexionando detenidamente para buscar respuesta a estas cuestiones y determinar los mecanismos apropiados para la plena aplicación de los derechos del agricultor.

### **El Sistema Mundial en relación con la CNUMAD y el Convenio sobre la diversidad biológica**

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992, se prestó una gran atención a los recursos fitogenéticos y se respaldó la función central del Sistema Mundial para los Recursos Fitogenéticos y la preparación de sus componentes. El Capítulo 14 del Programa 21, un auténtico plan de acción para el siglo XXI, negociado y aprobado con el consenso de todos los países, contiene un área de pro-

gramas sobre la "Conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la producción de alimentos y la agricultura sostenible". En esta área del programa se pide que se adopten medidas encaminadas al fortalecimiento del Sistema mundial para los Recursos Fitogenéticos y se recomienda, entre otras cosas, lo siguiente: la aceleración de la preparación del Sistema de información y alerta; la adopción de las medidas necesarias para aplicar los derechos del agricultor; la organización de redes para la conservación de los recursos fitogenéticos *in situ* y *ex situ*; la preparación de informes periódicos sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo y de un Plan de acción mundial rotatorio sobre los recursos fitogenéticos; y la convocatoria de una Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos.

Durante la CNUMAD, 154 países firmaron también un Convenio sobre la Diversidad Biológica, de carácter vinculante, que contiene aspectos relativos a la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos. Hasta el 31 de enero de 1994 el Convenio había sido ratificado por 45 países. En el Acta Final de Nairobi, en virtud de la cual se aprobó el Convenio, también figuraba una Resolución sobre la "Relación entre el Convenio sobre la Diversidad Biológica y la promoción de la agricultura sostenible", en la cual reconocía "la necesidad de buscar soluciones a las cuestiones pendientes relativas a los recursos fitogenéticos, en el marco del Sistema Mundial para la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la agricultura sostenible y la alimentación, en particular: el acceso a las colecciones *ex situ* que no hayan sido adquiridas de conformidad con el Convenio (...); y la cuestión de los derechos de los agricultores".

La Quinta Reunión de la Comisión de Recursos Fitogenéticos que tuvo lugar en Roma en abril de 1993 se discutió esta Resolución y solicitó a la FAO que "proporcione un Foro destinado a las negociaciones entre los gobiernos: (i) para la adaptación del Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, en armonía con el Convenio sobre la Diversidad Biológica; (ii) para el examen de la cuestión de acceso en condiciones concertadas mutuamente a los recursos fitogenéticos, incluida las colecciones *ex situ*, no comprendidas en el Convenio; y (iii) para la cuestión de la aplicación de los Derechos del Agricultor". En noviembre de 1993 los países miembros de la FAO aprobaron unánimemente una resolución "Revisión del Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos" que recoge estas recomendaciones y especifica que las negociaciones se llevan a cabo a través de la Comisión de Recursos Fitogenéticos. La Comisión de Recursos Fitogenéticos "observó que en una fase posterior la FAO podría, en el caso en que se le solicitara, transformar el Compromiso Internacional una vez revisado en un instrumento jurídicamente

vinculante, que podría adoptar la forma de protocolo del Convenio" (FAO, 1993c y 1993e).

### Perspectivas de futuro

Hoy día, la diversidad biológica está más amenazada que nunca. Según el Dr. P.H. Ravin, Director del Jardín Botánico de San Louis, Missouri, USA, a mediados del próximo siglo se habrán perdido más de 40 000 especies de plantas, lo que supone una pérdida muy superior a la que tuvo lugar durante la última gran extinción biológica a finales del periodo cretáceo, hace 65 millones de años. Con respecto a los bosques naturales, se estima que debido a la deforestación y a otros fenómenos, las pérdidas han alcanzado el ritmo de 17 millones de hectáreas por año (FAO, 1993f).

El coste de las acciones necesarias para conservar la diversidad biológica es muy alto, pero el coste de no afrontar la crisis de la diversidad biológica sería todavía muchísimo mayor. La principal responsabilidad de la comunidad internacional es la de asegurar la conservación, desarrollo y uso sostenible de la diversidad biológica así como la distribución equitativa de los beneficios, teniendo en cuenta que estos objetivos son inseparables. No debe olvidarse que la conservación es útil principalmente para los que tienen la capacidad tecnológica, económica y humana para hacer uso de ella, y que la conservación sin desarrollo puede convertirse en una carga para los países del Tercer Mundo.

No cabe duda de que en los últimos años se han comenzado a encauzar sistemáticamente algunos problemas; sin embargo, los esfuerzos técnicos, económicos y políticos realizados hasta estos momentos son a todas luces insuficientes.

En lo técnico, la aparición de nuevos métodos de conservación de germoplasma (Chandel, K.P.S. *et al.*, 1991), como el cultivo de tejidos y la crío-preservación, o la posibilidad de almacenar segmentos de ADN, la utilización de semillas certificadas (Redenbaugh, K., 1990), y el uso de encimas para identificar variedades y determinar distancias genéticas entre poblaciones (Esquinas-Alcazar, J.T., 1986) han abierto nuevas perspectivas, pero también ha identificado nuevos y complejos problemas que esperan ser resueltos en un futuro próximo. Hay necesidad de una estrategia integrada para la conservación de los recursos fitogenéticos, planificada a diversos niveles: a) ecosistemas; b) poblaciones; c) individuos; d) tejidos y órganos; e) células; f) segmentos de ADN. En cada nación esta estrategia incluiría niveles de conservación distintos, teniendo en cuenta las necesidades y capacidades del país (Swaminathan, M.S., 1983).

En lo económico, los recursos disponibles tanto para la conservación *ex situ* como *in situ* están muy por debajo de las necesidades actuales. En la conservación *ex situ* el costo de mantenimiento de los bancos de ger-



germoplasma podría reducirse notablemente aprovechando para su establecimiento condiciones ambientales especialmente favorables: cuevas naturales en zonas de hielos permanentes, zonas de puna (desiertos de altura) frías y con bajísimo contenido en humedad, etc. tan abundantes en algunos países en vías de desarrollo. En estos lugares también se reducirían los riesgos debido a los cortes de energía eléctrica en los bancos tradicionales. El problema económico es especialmente grave para las muchas especies silvestres que necesitan ser protegidas y mantenidas *in situ* en sus zonas de máxima variabilidad, situadas muchas veces en países pobres. La falta de recursos económicos en estos países no sólo no les permite este tipo de protección, sino que, en ocasiones y para hacer frente al aumento constante de su población, se ven obligados a talar los bosques y poner en cultivo las zonas que deberían ser protegidas, iniciando un proceso de degradación del terreno que a veces crea un desierto. La protección de estas zonas como medio de conservación *in situ* de valiosísimas especies beneficia a toda la Humanidad presente y futura y no sólo a los países donde están localizadas. Corresponde, por tanto, a todos los países hacer los esfuerzos necesarios para su salvaguardia.

La resolución sobre los derechos del agricultor aprobada por la Conferencia de la FAO en noviembre de 1989 abre nuevos horizontes e importantes perspectivas económicas. Son numerosos los países y personalidades que han defendido estos derechos en diversos foros internacionales con el fin de que no sean simplemente teóricos, sin que su desarrollo esté ligado al Fondo Internacional de Recursos Fitogenéticos y que todos los países tengan la obligación de contribuir al Fondo con cantidades proporcionales a los beneficios que obtienen de la utilización de los recursos fitogenéticos procedentes del resto del mundo. Este mecanismo podría generar cientos o incluso millares de millones de dólares que serían destinados bajo la supervisión de la Comisión de Recursos Fitogenéticos a la conservación del germoplasma en el mundo y a promover programas de mejora genética, biotecnología y producción de semillas en los países en desarrollo. Por otra parte, mediante este mecanismo, se estaría reconociendo que los recursos fitogenéticos no son una renta inagotable como se ha considerado hasta ahora en su tratamiento económico, sino un capital cuyo nivel es preciso mantener si queremos seguir disfrutándolo y que la responsabilidad de mantener este nivel corresponde a toda la humanidad y, sobre todo, a los que más lo utilizan y se benefician de él.

En lo jurídico, la aprobación del Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos en 1983 y de la Convención sobre la Diversidad Biológica en 1992 han sido pasos muy importantes, pero los cauces de cooperación internacional que garantizan su cumplimiento están aun recién nacidos y necesitan desarro-

llarse y enraizarse para dar mejores frutos. Estos acuerdos constituyen un encomiable esfuerzo de coordinación y garantía a nivel internacional. Hay, sin embargo, algunos países que aún no se han decidido a participar en este esfuerzo común. La red de bancos de germoplasma bajo los auspicios y/o jurisdicción de la FAO, que pretende garantizar la conservación de los duplicados más importantes de las colecciones *ex situ*, es aún incipiente y su estructura legal no muy definida. Por otra parte, convenciones internacionales existentes hace tiempo, como la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres en Peligro (CITES), que cubre unas 50 000 especies vegetales, no son suficientemente respetadas, ni lo podrán ser mientras las legislaciones nacionales no se adaptan a las mismas. Por ello, es también necesario incrementar los esfuerzos en el desarrollo de legislaciones nacionales encaminadas a hacer frente a la erosión genética, protegiendo el germoplasma indígena y promoviendo su utilización de forma equitativa.

La obtención de apoyo económico y político pasa en muchos casos por la toma de conciencia de la opinión pública sobre la importancia de la diversidad genética, el peligro de erosión que corre y cómo puede evitarse. La toma de conciencia de que la salvaguardia de la diversidad biológica del planeta es una responsabilidad de la humanidad, ejerce ya hoy un efecto estimulante para la acción de los gobiernos y organizaciones respectivas. La FAO, el PNUMA, el CIRF, la UICN, el WWF, el WRI y numerosas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales han redoblado sus actividades en este campo.

Mientras que no se puede negar hoy día que para mantener la capacidad de desarrollo e, incluso, de supervivencia de los pueblos del planeta, es preciso mantener la diversidad biológica existente, el imperativo de satisfacer urgentes necesidades económicas y sociales obliga, por otra parte, a ejercer sobre los ecosistemas presiones a veces intolerables, que aceleran la pérdida de dicha diversidad. En el caso de numerosos países en desarrollo, el peso de la deuda externa grava dramáticamente esta paradójica divergencia entre lo posible a corto plazo y lo necesario a mediano y largo plazo. Para combatir esta incongruencia en sus raíces es preciso reconocer, como hemos dicho, que la conservación de la diversidad biológica es una preocupación de la humanidad, que está estrechamente ligada al desarrollo sustentable, equitativo y armónico de todos los pueblos.

Por otra parte, no se debe olvidar que la erosión de la diversidad biológica, aún siendo importantísima, es sólo una de las consecuencias de la explotación abusiva de los recursos naturales del planeta que ha provocado la ruptura de los equilibrios estables de muchos ecosistemas terrestres, conduciendo a un deterioro profundo y acelerado del medio ambiente, y en

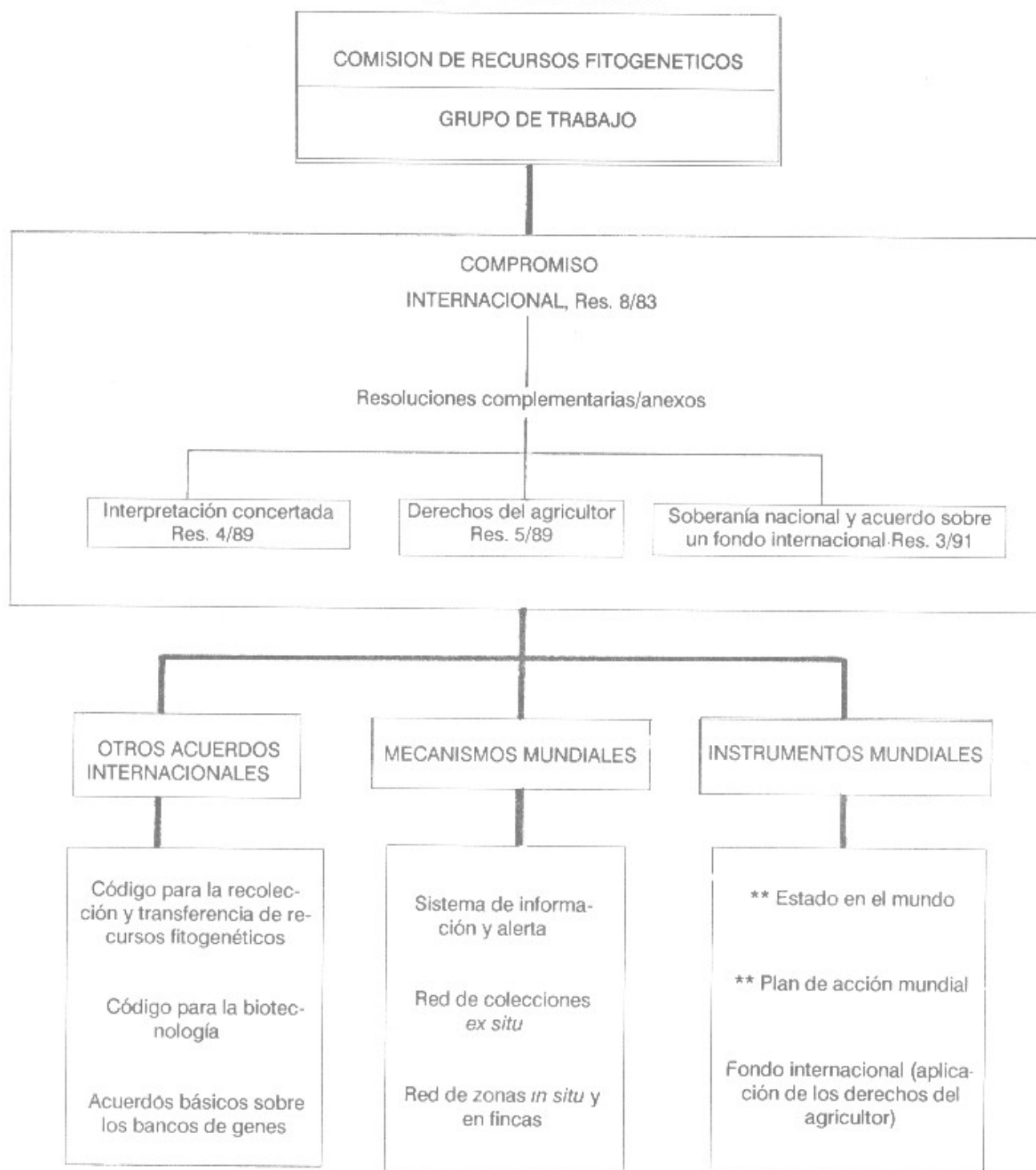


general, de las condiciones de vida de la Biosfera. La salvaguarda mediante su protección *in situ* o *ex situ*, de los recursos genéticos es un factor esencial para asegurarse de que los procesos desencadenados sean en lo posible controlables y reversibles. El problema básico sigue siendo la actitud no solidaria del Hombre frente a la Naturaleza de la que forma parte y cualquier

solución duradera exige una concepción nueva de la relación con nuestro pequeño planeta, entendiendo y reconociendo sus limitaciones y la vulnerabilidad de sus equilibrios. Es importante y urgente, para que la Humanidad tenga un futuro, que este mensaje lo reciba el niño desde la escuela primaria y lo alimente el hombre durante toda su vida.

# APENDICE A

Diagrama del Sistema Mundial



\* sólo con fines ilustrativos.

\*\* el primer informe sobre el Estado en el mundo de los recursos fitogenéticos y el primer Plan de acción mundial sobre recursos fitogenéticos se producirán durante el proceso preparatorio de la Conferencia Técnica Internacional.

# APENDICE B

Noviembre 1993

## PAISES QUE SON MIEMBROS DE LA COMISION DE RECURSOS FITOGENETICOS DE LA FAO Y/O PAISES QUE SE HAN ADHERIDO AL COMPROMISO INTERNACIONAL SOBRE RECURSOS FITOGENETICOS

AFRICA	ASIA Y PACIFICO SUDOCIDENTAL	EUROPA	AMERICA LATINA Y EL CARIBE	CERCANO ORIENTE	AMERICA DEL NORTE
Angola 1/2	Australia 1/2	Alemania 1/2	Antigua y Barbuda 2/	Afganistán 1/	Canadá 1/
Argelia 1/2	Bangladesh 1/2	Austria 1/2	Argentina 1/2	Bahrein 2/	Estados Unidos de América1/
Benin 1/2	China, República Popular de 1/	Bélgica 1/2	Bahamas 1/2	Egipto 1/2	
Botswana 1/	Corea Rep. de 1/2	Bulgaria 1/2	Barbados 1/2	Irán, Rep. Islámica del 1/2,	
Burkina Faso 1/2	Fiji 2/	Comunidad Económica Europea 1/	Belice 1/2	Iraq 1/2,	
Cabo Verde 1/2	Filipinas 1/2	Checoslovaquia 1/2	Bolivia 1/2	Jordania 1/,	
Camerún 1/2	India 1/2	Chipre 1/2	Brasil 1/	Kuwait 2/,	
Congo 1/2	Indonesia 1/	Dinamarca 1/2	Colombia 1/2	Libano 1/2,	
Côte d' Ivoire 2/	Islas Salomón 2/	España 1/2	Costa Rica 12	Libia 1/2,	
Chad 1/2	Japón 1/	Estonia 1/	Cuba 1/2	Omán 2/,	
Etiopía 1/2	Malasia 1/	Finlandia 1/2	Chile 1/2	Siría 1/2,	
Gabón 2/	Myanmar 1/	Francia 1/2	Dominica 1/2	Túnez 1/2,	
Gambia 1/	Nepal 2/	Grecia 1/2	Ecuador 1/2	Yemen 1/2,	
Ghana 1/2	Nueva Zelanda 1/2	Hungría 1/2	El Salvador 1/2		
Guinea 1/2	Pakistán 1/	Irlanda 1/2	Granada 1/2		
Guinea-Bissau 1/	Rep. Pop. Democr. de Corea 1/2	Islandia 1/2	Guatemala 1/		
Guinea Ecuat. 1/2	Samoa 1/2	Israel 1/2	Guyana 1/		
Kenya 1/2	Sri Lanka 1/2	Italia 1/2	Haití 1/2		
Liberia 1/2	Tailandia 1/	Liechtenstein 2/	Honduras 1/2		
Madagascar 1/2	Tonga 2	Lituania 1/	Jamaica 2/		
Malawi 2/	Vanuatu 2/	Malta 1/	México 1/2		
Mali 1/2		Noruega 1/2	Nicaragua 1/2		
Marruecos 1/2		Países Bajos 1/2	Panamá 1/2		
Mauricio 1/2		Polonia 1/2	Paraguay 2/		
Mauritania 1/2		Portugal 1/2	Perú 1/2		
Mozambique 2/		Reino Unido 1/2	Rep. Dominicana 1/2		
Níger 1/2		Rumania 1/2	San Cristóbal y Nieves 1/		
Rep. Centro Africana 1/2		Rusia 2/	San Vicente y las Granadinas 1/		
Rwanda 1/2		Suecia 1/2	Santa Lucía 1/		
Senegal 1/2		Suiza 1/2	Suriname 1/		
Sierra Leone 1/2		Turquía 1/2	Trinidad Tobago 1/2		
Sudáfrica 2/		Yugoslavia 1/2	Uruguay 1/		
Sudán 1/2			Venezuela 1/		
Tanzania 1/2					
Togo 1/2					
Uganda 1/					
Zaire 1/					
Zambia 1/2					
Zimbabwe 1/2					

1/ Miembros de la Comisión.

2/ Países que se han adherido al Compromiso Internacional.

Son en total 140 países y Organización regional de integración económica que se han hecho miembros de la Comisión de Recursos Fitogenéticos (123) o que se han adherido al Compromiso Internacional (110).

## LITERATURA CITADA

- BINGEL, A.S.; N.R. FARNSWORTH. (1980): Botanical Sources of Fertility Regulating Agents: Chemistry and Pharmacology. In *Advances in Hormone/Biochemistry and Pharmacology*. Eden Press, New York.
- CREECH, J.L.; L.P. REITZ. (1971): Plant germplasm now and for tomorrow, pp. 1-49. Academic Press, New York.
- CHANDEL, K.P.S.; R. PANDEY. (1991): Plant Genetic Resources Conservation: Recent Approaches. In *Plant Genetic Resources, Conservation and Management*, Paroda, R.S. and Arora, R.K. (eds), IBPGR/Regional Office for South and Southeast Asia, New Delhi, pp. 247-272.
- CHANG, T.T. (1983): Genetic resources of rice. *Outlook on Agriculture* 12(2): 57-62 Pergamon Press, UK.
- ESQUINAS-ALCAZAR, J.T. (1993): Plant Genetic Resources (pp. 33-51). *Plant Breeding: Principles and Prospects*. Ed. M.H. Hayward, N.O. Bosemark, I. Romagosa. Chapman and Hall, London, U.K.
- ESQUINAS-ALCAZAR, J.T. (1986): Melon's Botanical Varieties: alloenzyme distribution and taxonomic controversies. In *Proceedings of Symposium on Methods of Biochemical Evaluation of Germplasm Collections*, Plant Breeding and Acclimatization Institute, Radzikow, pp. 76-96.
- ESQUINAS-ALCAZAR, J.T. (1981): Genetic Resources of Tomatoes and Wild Relatives, 55 pp. International Board for Plant Genetic Resources. FAO, Rome.
- FARNSWORTH, N.R.; J.M. FARLEY. (1980): Traditional Medicina Programs of the World Health Organization. Department of Pharmacognosy and Pharmacology, College of Pharmacy. University of Illinois at the Medical Center. Chicago, Illinois.
- FAO (1989): CPGR/89/7 - Estimación de la cobertura actual de las colecciones base existentes en el mundo en relación con los cultivos de interés para los países en desarrollo. FAO, Roma.
- , (1991): Informe de la Conferencia de la FAO - 26 Sesión, Noviembre 1991, Roma.
- , (1993a): CPGR/93/5 - Informe parcial sobre el sistema mundial para la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos. Abril 1993, Roma.
- , (1993b): CPGR/93/Inf. 2 - Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos. Abril 1993, Roma.
- , (1993c): Informe de la Conferencia de la FAO - 27 Sesión. Noviembre 1993, Roma.
- , (1993d): CPGR/93/10 - Conferencia Internacional y Programa sobre los Recursos fitogenéticos. Abril 1993, Roma.
- , (1993e): Informe de la Quinta Reunión de la Comisión de Recursos Fitogenéticos. Abril 1993, Roma.
- , (1993f): La Diversidad de la Naturaleza: un Patrimonio Valioso. Oct. 1993, Roma.
- FOWLER, C.; P. MOONEY. (1970): *Shattering. Food, Politics and the Loss of Genetic Diversity*, The University of Arizona Press, Tucson.
- HAWKES, J.G. (1979): Genetic poverty of the potato in Europe. En *Proc. Conf. Broadening the Genetic Base of Crops*, by Zeven A.C. and Van Harten A.M., PUDOC, Wageningen.
- INTERAGENCY TASK FORCE (1985): U.S. Strategy on the conservation of biological diversity. Report to Congress. 54 pp. U.S. Agency for International Development.
- KLOPPENBURG Jr., J.R. (Ed.) (1988): *Seeds and Sovereignty - The Use and Control of Plant Genetic Resources*. Duke University Press, Durham and London.
- LEWIS, W.H.; M.P.F. ELVIN-LEWIS. (1977): *Medical Botany*. John Wiley & Sons, New York.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1972): Genetic vulnerability of food crops. Washington D.C., USA.
- MYERS, N. (1983): *A Wealth of Wild Species*. 274 pp. Westview Press, Colorado.
- REITZ, L.P. (1970): *Science* 169, 952-955.
- REDENBAUGH, K. (1990): Applications of artificial seed to tropical crops, *HortScience*, 25, 251-255.
- SAOUMA, E. (1985): Declaración en el Noveno Congreso Forestal Mundial en 1985 en Ciudad de México, FAO, Roma.
- SCHULTZ, R.E. (1980): The Amazonia as a Source of New Economic Plants. *Economic Botany* 33 (3), 259-266.
- SWAMINATHAN, M.S. (1983): Genetic conservation: microbes to Man. 32 pp. Presidential address in: XV International Congress of Genetics. New Delhi, India.
- VAVILOV, N.I. (1926): Centers of Origin of Cultivated Plants, *Trudi po Prikl. Bot.*, 16(2), 139-245.
- WITHERS, L.A. (1991): Biotechnology and plant genetic resources conservation. In *Plant Genetic Resources Conservation and Management*, Paroda, R.S. and Arora, R.K. (eds), IBPGR/Regional Office for South and Southeast Asia, New Delhi, pp. 273-297.
- WOODSON, R.E.H.W. *et al.* (1957): *Rauwolfia: Botany, Pharmacognosy, Chemistry and Pharmacology*. Little, Brown, Boston, Massachusetts.
- WORLD WILDLIFE Fund/THE INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES (1984): The IUCN/WWF Plants Conservation Programme 1984-85, 29 pp, WWF, UK.