

# LA BIODIVERSIDAD DE PLANTAS ALIMENTICIAS Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LAS PRESENTES Y FUTURAS GENERACIONES

Raúl O. Castillo, Ph. D.

Líder, Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos Y Biotecnología, Instituto Nacional  
Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)  
Casilla 17-01-340, Quito-Ecuador. Email: castillo@cip.org.ec

## 1. INTRODUCCIÓN

En general la humanidad basa su vida en las de plantas alimenticias en forma directa, o indirecta a través de otros alimentos de origen animal o de los procesos industriales. El reino vegetal es la base para todas las formas de vida de la tierra. En el mundo existen alrededor de 240000 especies de plantas superiores. Aunque el número total muestra una cantidad considerable, al menos 50000 plantas se encuentran en peligro o pueden extinguirse al final del siglo XX (Raven, 1976). Por lo menos 3000 especies han sido usadas como alimento en diferentes épocas. Sin embargo, los alimentos básicos de la humanidad se han reducido apenas a 15 especies. Actualmente, solo 30 cultivos producen anualmente un exceso de 10 millones de toneladas métricas de alimentos. Siete de estos cultivos (trigo, arroz, maíz, papa, cebada, camote y yuca) son ampliamente cultivados y exceden a una producción de 100 millones de toneladas métricas. En términos de materia seca comestible, los doce cultivos más usados son: trigo, maíz, arroz, cebada, papa, soya, caña de azúcar, sorgo, camote, avena, mijo o miltos y yuca. Todos estos cultivos se originaron de especies silvestres a través de una serie de procesos de domesticación, varios ciclos de selección, mecanismos de dispersión, introgresión e hibridación (Chang, 1985).

Los ecuatorianos usan principalmente cuatro cultivos: trigo, arroz, maíz y papa. El consumo de estos cultivos junto con la leche, avena y algunas leguminosas, significan un gasto de alrededor de 200 millones de dólares americanos. De esta suma, al trigo le corresponde 65 millones, cuyo consumo nacional se basa en la importación, con un porcentaje de al menos 90-93%. Sin embargo, el Ecuador dispone de diversos agroecosistemas donde se pueden cultivar este y otros cultivos para disminuir la dependencia de importación (Castillo, 1990).

La diversidad y disponibilidad de recursos vegetales de interés agrícola es mucho más grande en países como Ecuador, en donde la agricultura no ha tenido un proceso dinámico de desarrollo ni modernización, lo que ha contribuido a que no desaparezcan especies de importancia alimenticia actual y para el futuro. Así mismo, existen áreas de reserva y comunidades nativas que han mantenido las especies silvestres relacionadas a las cultivadas así como los cultivos primitivos o locales, que son muy útiles para los procesos de mejora y ampliación de la base genética de las nuevas variedades.

Todo el proceso de domesticación de plantas, que se relaciona con el origen mismo de la agricultura data aproximadamente desde hace 10 a 12 mil años (Hawkes, 1983; Harlan, 1994). Después que varios grupos humanos dejaron de ser nómadas y pescadores, comenzaron a asentarse en sitios definidos y a recolectar frutos y cultivar la tierra. Aunque este proceso aceleró el crecimiento demográfico en el mundo, desde entonces se comenzó a seleccionar semillas y frutos por su sabor, tamaño, color, valor nutricional, etc. Este proceso de selección ha beneficiado a la humanidad que actualmente disfruta de los cultivos ampliamente usados. El otro proceso que también ha beneficiado a la humanidad, es el manejado por la propia naturaleza, a través de la evolución natural. El proceso evolutivo incluye las mutaciones, hibridaciones, diferenciación genética, dispersión y selección natural. Todos estos sistemas naturales han producido nuevas variedades de plantas, las que actualmente permanecen en los bosques naturales, pocas usadas, otras con la ayuda del hombre seleccionadas y cultivadas.

Gracias a todos estos procesos, el Ecuador dispone de varias plantas de usos alimenticio, industrial, condimentos, colorantes y forrajes. Todo esto manejados dentro de un sistema agrícola tradicional. Algunos cultivos originarios o con amplia dispersión genética son: maíz (*Zea mays* L), chochos (*Lupinus* sp.), frijoles (*Phaseolus* sp.), algodones (*Gossypium* sp.), guabas (*Inga*

sp.), papayuelos (*Carica* sp.), ajíes (*Capsicum* sp.), quinuas (*Chenopodium* sp.), amaranto-sangoracha (*Amaranthus* sp.), zambo-zapallo (*Cucurbita* sp.), tabaco (*Nicotiana* sp.), cacao (*Theobroma* sp.), tomates (*Lycopersicon* sp.), capuli (*Prunus* sp.), tomate de árbol (*Ciphomandra* sp.), tumbos-taxos (*Passiflora* sp.), ubillas (*Physalis* sp.), pepino dulce (*Solanum* sp.), naranjilla (*Solanum* sp.), achogcha (*Cyclanthera* sp.), mortiño (*Vaccinium* sp.), papa (*Solanum* sect. *petota*), melloco (*Ullucus* sp.), oca (*Oxalis* sp.), mashua (*Tropaeolum* sp.), miso (*Mirabilis* sp.), jicama (*Polymnia* sp.), jiquima (*Pachyrrhizus* sp.), zanahoria blanca-arracacha (*Arracacia* sp.), entre otras especies (Castillo, 1995).

## 2. EL MANEJO DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA EN ECUADOR

Numerosas misiones de recolección de variedades locales y especies silvestre, se registran desde hace varios años. En 1958 por ejemplo, se inicia la recolección de germoplasma de papas silvestres en todo el país, dirigidos por el botánico de los Estados Unidos de Norte América Dr. Donovan Correll, que permitió identificar varias especies de *Solanum* sec. *Petota* (Correll, 1962). En los años 50, asimismo se recolectó sistemáticamente las razas y variedades de maíces criollos de la Sierra y Costa del Ecuador dirigidos por el Botánico Mexicano Dr. Xolokobsky Hernandez y luego por varios investigadores del Centro Internacional de Investigaciones de Maíz y Trigo (CIMMYT), lo que permitió identificar varias razas ecuatorianas de maíz (Galarza, 1983). A pesar que en 1980, el Programa de Investigación en Leguminosas del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), reporta un total de 1600 accesiones de frijol, en 1991 este programa dispone de apenas 370 entradas (Peralta y Vázquez, 1991). En la provincia de Loja, también se realizaron una serie de recolecciones dirigidas, este trabajo estuvo a cargo de la Universidad de Loja a través del Instituto de Investigaciones Agrarias, varias colecciones igualmente han perdido el poder germinativo, quedando pocas para usarse en los procesos de fitomejoramiento (R. Morales, com. personal).

Estos y otros esfuerzos por rescatar el germoplasma que de una u otra forma se encontraba en proceso de desaparecer en los campos de agricultores o en zonas con amenaza de deforestación, no tuvieron continuidad de manejo. Esta falta de continuidad de manejo y preservación de germoplasma se debió principalmente a la carencia de facilidades para la conservación del germoplasma y al poco interés prestado hacia la agrobiodiversidad por parte de los investigadores nacionales. Durante estos años, se dió mucho énfasis a la obtención de variedades mejoradas, para aumentar la producción. Es así que únicamente se mantenían las entradas mas útiles, descartando las que no presentaban un carácter de uso práctico para ese instante de trabajo.

En 1982, previo a la realización de la I Reunión Nacional de Recursos Fitogenéticos, se formó en INIAP la Sección de Recursos Fitogenéticos, dentro del Programa de Mejoramiento de Cereales Menores (INIAP, 1983). Las recolecciones y estudios de germoplasma continuaron durante estos años, hasta que en 1986 se crea el Programa de Cultivos Andinos, con una unidad de investigación denominada Unidad de Recursos Fitogenéticos.

El apoyo de organizaciones y técnicos internacionales al INIAP, permitió adoptar y consolidar metodologías y sistemas adecuados de recolección y manejo en general. En Diciembre de 1989, el Consejo de Administración del INIAP aprueba la creación del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología (DENAREF), bajo la filosofía básica de investigación y servicio. Sus principales beneficiarios son: el fitomejorador, el agrónomo y los agricultores. Este Departamento cumple varias funciones, entre ellas la del manejo de un banco de germoplasma que mantiene hasta la fecha alrededor de 11000 entradas de más de 100 géneros diferentes. Si bien esta cifra puede resultar reducida al compararla con otros bancos de germoplasma en otros países, la biodiversidad que este banco mantiene es representativa y básicamente con especies nativas del Ecuador y la región Andina (INIAP-DENAREF, 1996). Adicionalmente, el número de accesiones conservadas en este banco base se incrementa notablemente por el servicio de custodia, es decir, la entrega de las colecciones de trabajo de los fitomejoradores de INIAP (o de otras secciones o entidades, tales como las universidades) para su adecuada preservación. Este es uno más de los principios que respaldó la filosofía de creación y funcionamiento de este Departamento.

La composición de las colecciones nacionales que reposan en las diversas entidades es muy variada, con materiales que incluyen, entre otros, los siguientes: cereales; seudocereales; frutales tropicales, subtropicales y andinos; raíces y tubérculos; especies medicinales y agroindustriales; leguminosas comestibles, etc. Estas colecciones comprenden variedades, cultivares tradicionales o del agricultor, así como materiales silvestres afines a las plantas cultivadas. Aproximadamente el 52% del total de las colecciones conservadas en el banco de germoplasma del INIAP, es material genético autóctono, correspondiendo la diferencia a accesiones introducidos (materiales solicitados por investigadores; o bien, duplicados parciales de ciertos cultivos de mandato de los centros internacionales). En relación a este mismo aspecto, se han enviado también duplicados parciales (i. e: papa, camote, arroz, maíz, entre otros) a centros y entidades internacionales como intercambio de germoplasma (INIAP-DENAREF, 1996).

## **2. LAS COMUNIDADES INDÍGENAS Y LA BIODIVERSIDAD AGRÍCOLA**

La participación y actuación de las comunidades indígenas nativas de nuestras regiones ecológicas, han hecho que diversidad genética de plantas cultivadas en Ecuador sea una de las mas importantes del mundo. Desde épocas muy remotas, la agricultura fue desarrollada en ciertas regiones del mundo, una de esas regionales es la Zona Andina, gracias a la participación directa de las comunidades locales. Los asentamientos humanos primitivos en el Ecuador como Real Alto, Machalilla, Cochasqui y otros, seleccionaron plantas útiles que actualmente se usan en las comunidades locales del Ecuador y otras regiones del mundo (Pearsall, 1992).

Aproximadamente el 40% de la población ecuatoriana está localizada en las comunidades indígenas. Éstas han desarrollado, a través de varias generaciones un conocimiento y manejo tradicional de sus tierras, recursos naturales y el medio ambiente. Sin embargo, su completa participación ha sido limitada, como resultado de diversos factores históricos, sociales y económicos. Sus valores tradicionales, conocimientos y prácticas de manejo armónicas con el medio ambiente, deberían ser reconocidas y promocionadas como contribuciones valiosas hacia el desarrollo sustentable y la preservación de los recursos fitogenéticos.

Por lo dicho, la activa participación de las comunidades indígenas en la formulación de políticas nacionales, leyes y programas relacionados con el manejo de recursos, estrategias de conservación y otros procesos de desarrollo que los afecta directamente, debería ser reforzada. Más aún, en el país estos actores cuentan con el apoyo de organizaciones gubernamentales y privadas que tratan a través de proyectos de hacerlos gestores directos del manejo y control de sus recursos, con el fin de proteger y valorizar sus conocimientos.

El trabajo que ciertas ONG's nacionales realizan con las comunidades indígenas es importante ya que es un grupo que, como se mencionó anteriormente, debe ser incluido en la discusión de la problemática ambiental y de recursos genéticos al estar directamente afectados por ciertas acciones. Algunas organizaciones son la CONAIE, ECUARUNARI, CONFENIAE y numerosas comunidades indígenas y locales. En gran parte, el trabajo que se está ejecutando con las comunidades está encaminado a lograr una mayor concientización del valor de los recursos, y simultáneamente a la capacitación, para que sean ellas mismas las que logren capacidad de autogestión.

## **3. CARACTERÍSTICAS ECOREGIONALES Y DIVERSIDAD GENÉTICA**

Ecuador, con sus impresionantes contrastes geográficos es un importante centro de diversidad biológica. Valles fértiles con específicos microclimas están separados unos de otros por las cordillera Andina. Al este y oeste, las estribaciones de las cordilleras, forman un bosque húmedo subtropical, los que van poco a poco impregnándose en los bosques tropicales de la Amazonía o selva tropical hacia el Pacífico. Esta diversidad ecológica ha concentrado innumerables microclimas del mundo, desde el extremo mas seco al mas húmedo, frío o cálido o el mas bajo o mas alto sobre el nivel del mar. Algunos valles pueden tener suelos ricos y orgánicos, abundante luz solar durante el día, pero severas heladas durante la noche, mientras que otros muy cercanos pueden ser con suelos pobres y con poca luminosidad, y libres de heladas.

El Ecuador se localiza en el extremo occidental de América del Sur, entre 1° 30' N y 5° S de latitud y 75° W y 81° W de longitud, siendo un país pequeño en superficie (275 830 km<sup>2</sup>), pero poseedor de una configuración climatológica, fisiográfica y orográfica destacable, lo cual le

permite disponer de una gama de recursos con singular potencial productivo. El Ecuador se divide en cuatro regiones naturales: las planicies occidentales (Costa o Litoral), la zona altoandina (Sierra), la región amazónica (Oriente) y el Archipiélago de Colón o Galápagos, en el Océano Pacífico (Cañadas, 1983).

La Costa tiene entre 100 y 200 km de ancho y comprende la franja litoral y las tierras bajas en la base occidental de los Andes; las planicies de esta región contienen las mejores tierras de cultivo y producen la mayoría de las exportaciones agrícolas. La Sierra también comprende una zona entre 100 y 200 km de ancho, a lo largo de la cordillera de Los Andes; la actividad volcánica ha dado origen a suelos fértiles, especialmente en los valles, donde se han asentado importantes poblaciones humanas desde épocas precolombinas. El Oriente está inmerso en el sector occidental de la cuenca amazónica y se encuentra atravesado por numerosos ríos que se originan en dicha cordillera; esta zona es una de las más húmedas de la Amazonía y posee una enorme riqueza biológica, así como una amplia diversidad cultural. Finalmente, el Archipiélago de Galápagos está ubicado a una distancia aproximada de 1 000 km del continente, y está constituido por 13 islas mayores, seis menores y 42 islotes de origen volcánico.

El clima del Ecuador varía en relación a la topografía de cada zona y a la temperatura de las corrientes marinas adyacentes. En la zona norte de la Costa la precipitación puede superar los 6000 mm por año, debido a la influencia de la corriente cálida de El Niño. En contraste, la precipitación anual en el suroccidente tan solo alcanza los 355 mm, a consecuencia de la corriente fría de Humboldt. La temperatura media mensual en la Costa se encuentra alrededor de los 27° C, con pequeñas variaciones estacionales. En la Sierra, la estación lluviosa empieza normalmente en octubre y finaliza en mayo, con una precipitación aproximada de 1 500 mm por año. En esta región no existe mucha variación estacional de la temperatura, pero la fluctuación diaria puede superar los 20° C, pudiendo bajar a temperaturas cercanas a los cero grados, especialmente en los páramos. La precipitación en la región amazónica varía entre 2 000 y 5 000 mm por año, igual que las estribaciones de la Cordillera Occidental en el norte del país, sin existir una verdadera estación seca. La temperatura es relativamente uniforme, con un promedio anual de 24° C (Cañadas, 1983). El clima en las Islas Galápagos se caracteriza por la presencia de dos estaciones: una caliente y lluviosa que se prolonga de enero a mayo; y, una estación más fría y con garúa en el resto del año (Porter, 1990).

Los pisos altitudinales en que se ha dividido el país, son similares a las regiones latitudinales que se distribuyen en el globo terrestre. De este modo, la clasificación bioclimática del Ecuador, en función de gradiente térmica, tiene las siguientes categorías: Piso Tropical (para la vertiente Occidental de la cordillera fluctúa de 0 a 300 msnm y para la Oriental de 0 a 600 msnm); Piso Subtropical (de 300 a 2 000 msnm para la vertiente Occidental y de 600 a 2000 msnm para la Oriental); Piso Templado (de 2 000 a 3 000 msnm para las dos vertientes); Piso Sub-templado (de 3 000 a 4 000 msnm); y, Páramo (sobre los 4 000 msnm) (Cañadas, 1983).

Esta amplia gama de condiciones ambientales genera una impresionante diversidad de hábitats y tipos de vegetación. Según la clasificación biogeográfica de Cabrera y Willink (1973), en el Ecuador existen siete de las 35 Provincias Biogeográficas de América Latina. Adicionalmente, el investigador Acosta-Solís (1982), reconoció 18 Formaciones Vegetales y Forestales características, mientras que Harling (1979) identificó 19 tipos de vegetación basándose en consideraciones altitudinales, fitosociológicas y fitogeográficas.

De acuerdo al sistema de clasificación ecológica de Holdridge (1967), en el país existen 25 Zonas de Vida. La cobertura de vegetación refleja los efectos combinados de las variaciones de altitud y precipitación en cada zona. En la región occidental existe una gradiente, desde los desiertos dominados por hierbas anuales que dependen de lluvias ocasionales, hasta bosques muy húmedos tropicales dominados por árboles de gran tamaño que requieren una alta precipitación a lo largo del año. Las estribaciones de los Andes también poseen gradientes, desde bosques húmedos hasta páramos muy húmedos dominados por plantas herbáceas, y desde desiertos bajos hasta desiertos fríos en las altas montañas.

Tal como se ha mencionado, Ecuador es un país con un alto número de especies de plantas por unidad de área en América del Sur. La flora comprende aproximadamente entre 20.000 y 25.000 especies de plantas vasculares, con un endemismo estimado del 20% (Cuadro 1). Los bosques muy húmedos tropicales del noroccidente del Ecuador están considerados entre los

más diversos del mundo, como lo demuestra el registro de más de 1 250 especies de plantas vasculares, pertenecientes a 136 familias, en menos de 1 km<sup>2</sup> en el Centro Científico Río Palenque, uno de los últimos reductos de bosque tropical primario en la provincia de Los Ríos (Dodson y Gentry, 1991).

Cuadro 1. Estimado del número total de especies de plantas vasculares y de especies endémicas, en las tres regiones del Ecuador continental (Dodson, 1989).

REGION	AREA (km <sup>2</sup> )	No. ESPECIES	ESPECIES ENDEMICAS	ENDEMISMO (%)
Occidente (Costa) < 900 m	80 000	6 300	1 260	20
Sierra 900 - 4000 m	102 000	10 500	2 625	25
Oriente (Amazonía) < 900 m	88 000	8 200	1 230	15
<b>TOTALES</b>	<b>270 000</b>	<b>25 000</b>	<b>5 115</b>	<b>20%</b>

El alto número de plantas vasculares, que hace al Ecuador uno de los países megadiversos del mundo, han permitido que la naturaleza y los primeros habitantes de hace miles de años, seleccionaran y domesticaran importantes cultivos, que actualmente son usados para satisfacer las necesidades alimenticias del país y del mundo. Los recursos genéticos de plantas cultivadas por región, así como las de especies silvestres relacionadas a los cultivos, es ampliamente distribuida en todas las ecoregiones, de allí la importancia del manejo sostenible y conservación de estos importantes recursos no renovables.

#### 4. CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD AGRÍCOLA

La erosión genética es uno de los problemas más graves de pérdida de importantes especies alimenticias y forestales en Ecuador. Este es un proceso irreversible, ya que al perderse una especie o población de una especie o raza, nunca se podrá recuperar por ello se clasifica a la biodiversidad como recursos naturales no renovables.

Desafortunadamente, las políticas nacionales de colonización fomentan la invasión de las áreas naturales y la conversión de bosques en pastizales y/o plantaciones. La inseguridad en la tenencia de la tierra promueve la deforestación y debilita los regímenes indígenas de propiedad comunal, los cuales tradicionalmente han fomentado la conservación de los bosques naturales y cultivos autóctonos. A esto se suma la construcción de nuevas vías de acceso, que favorece la introducción de colonos y tecnologías agrícolas que destruyen no solo el ecosistema natural, sino también la microfauna del suelo y la pérdida de la capa arable. Todas estas mejoras de infraestructura y tecnológicas, han hecho que las zonas urbanas se incrementen con la ocupación de suelos agrícolas y destrucción de los bosques naturales.

La conversión de los bosques y la destrucción de otros hábitats naturales también están causando la pérdida irreparable de especies y variedades nativas y silvestres. A ello se puede adicionar el desplazamiento de los cultivos autóctonos, tales como papas nativas (*Solanum* spp.), melloco (*Ullucus tuberosus*), oca (*Oxalis tuberosa*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*), jicama (*Polymnia sonchifolia*), miso (*Mirabilis expansa*) y jiquima (*Pachyrhizus tuberosus*); y, la modernización de las prácticas agrícolas, que están provocando el abandono y la desaparición de muchos cultivares tradicionales, que han sido manejados durante milenios por diversas culturas y comunidades (INIAP, 1985).

Otro factor que se debe tomar en cuenta es el cambio gradual de los hábitos alimenticios que se están dando a nivel no solo de las ciudades, sino también a nivel comunal o campesino. La introducción de alimentos pre-elaborados, han hecho que se abandonen los alimentos tradicionales y autóctonos. Esto crea una falta de demanda en los mercados, factor que determina que menos agricultores cultiven los cultivos nativos y los reemplacen por pastizales u otros cultivos introducidos o variedades uniformes. Todos estos factores y la falta de políticas estatales, han hecho que cada vez mas agricultores abandonen el campo y se trasladen a las grandes urbes, creando los conflictos sociales que cada vez son mas difíciles de solventar.

Varias especies forestales y de uso alimenticio, que pueden formar parte de los sistemas agroforestales se encuentran en peligro de extinción debido a la destrucción de los bosques occidentales. Por ejemplo, *Dicliptera dodsonii* se halla al borde de la extinción debido a la conversión de los bosques muy húmedos de la Costa en plantaciones extensivas de banano, pastos y palma africana. Otras especies han disminuido debido a su explotación indiscriminada, como el guayacán (*Tabebuia chrysantha*), una de las maderas más apreciadas en los bosques secos tropicales. El nogal (*Juglans neotropica*) es otra especie que ha disminuido su extensión cultivada. A pesar de ser una fuente de madera que representa importantes ingresos familiares, su frutos sirven para la alimentación humana, esta especie ha sido reemplazada por el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), con los daños adicionales que esta especie a ocasionado al suelo (Soria, 1991).

Como se puede apreciar, el diagnóstico de la erosión genética no presenta resultados positivas, a lo cual se suman las claras dificultades del Estado para combatir esta pérdida gradual de diversidad genética. Algunos esfuerzos se han observado en estos últimos años por parte de numerosas organizaciones no gubernamentales (ONG's) que, con la ayuda de financiamiento externo, han desplegado acciones en pro de la biodiversidad, del rescate y la documentación de conocimientos y métodos para la conservación y utilización sostenible de estos recursos, entre otras acciones. Estas iniciativas complementan las del sector público, como del INIAP y algunas universidades.

En términos generales, la composición de las colecciones nacionales conservados por las diversas instituciones del Ecuador, es muy variada. Las principales colecciones, entre otros, incluyen: cereales; seudocereales; frutales tropicales, subtropicales y andinos; raíces y tubérculos; especies medicinales y agroindustriales; leguminosas comestibles, etc. Estas colecciones comprenden variedades o cultivares tradicionales o del agricultor, variedades comerciales, así como materiales silvestres afines a las plantas cultivadas. Aproximadamente el 60% del total de estas colecciones es material genético autóctono, correspondiendo la diferencia a materiales introducidos (materiales solicitados por investigadores; o bien, duplicados parciales de ciertos cultivos de mandato de los centros internacionales). En relación al intercambio de germoplasma, se han enviado también duplicados parciales de colecciones de papa, camote, arroz, maíz, entre otros, a centros y entidades internacionales interesados en germoplasma.

Actualmente, el funcionamiento de este banco de germoplasma se financia mediante el aporte del Estado, el mismo que es extremadamente reducido en comparación con el volumen de actividades y recursos necesarios. Los proyectos de investigación se realizan mediante el desarrollo de proyectos, que complementan los presupuestos disponibles y dinamizan las actividades de conservación. Algunos proyectos que podrían mencionarse son: Manejo Integral de Recursos Fitogenéticos de Raíces y Tubérculos Andinos (RTA) en Ecuador (dentro del Programa Regional Colaborativo Biodiversidad de RTA, COTESU - CIP); Estudios Especiales de Germoplasma de RTA (INIAP - CIP - GTZ); Proyecto Passifloras/Red Andina de Recursos Fitogenéticos (REDARFIT) (ejecutado por INIAP y la Universidad Técnica de Ambato, UTA); Proyecto *Pachyrhizus* (ejecutado por INIAP y el Jardín Tropical de Esmeraldas, en calidad de subcontratistas ante la Unión Europea), entre otros. Sin embargo, este financiamiento no es estable y se considera agotable al finalizar los proyectos. Cabe además indicar que si bien el Gobierno confiere gran importancia al tema de la conservación *ex situ*, las asignaciones presupuestarias son mínimas.

## 5. SEGURIDAD ALIMENTARIA Y BIODIVERSIDAD AGRÍCOLA

El Ecuador está catalogado como el país con la más alta densidad poblacional de América del Sur (38,9 hab./km<sup>2</sup>); en los últimos veinte años, la tasa de crecimiento poblacional disminuyó del 2,9% promedio anual al 2,3%, crecimiento que aún ubica al Ecuador entre los países con mayor tasa de crecimiento demográfico en Latinoamérica. Hasta 1995, la población ecuatoriana es de 10'741000 y se espera que alcance los 15 millones en el año 2020. La tasa de mortalidad general que en 1970 era de 12,1/1000, disminuyó a 6,5 en 1990 y a 7,0 en 1991; es decir que se redujo en un 46%. No obstante, la población ecuatoriana se ve afectada por niveles de pobreza resultantes de factores demográficos, económicos, sociales y políticos predominantes en un país en desarrollo (INEC, 1994).

El germoplasma de las plantas cultivadas es sin duda el más importante recurso para la humanidad. Es la base para la producción de alimentos, así como ha sido y es factor importante en la alimentación de la humanidad durante cambios climáticos y medio ambientales. El valor de los recursos genéticos de plantas cultivadas y sus parientes silvestres es cada vez mayor por el permanente crecimiento de la humanidad y una limitada cantidad de suelo apto para agricultura. El bienestar en el futuro de la humanidad depende del mejoramiento de los sistemas de producción y conservación, en el que se incluyen los agricultores. La demanda por recursos genéticos por parte de la ciencia e industria, tiende a incrementarse, debido a las nuevas herramientas de la biotecnología. La conservación de estos recursos a nivel de agricultor ayudará a mantener el proceso evolucionario que genera la diversidad genética, a su vez reconocerá la contribución de los sistemas agrícolas especiales que maneja el agricultor. Pues, una vez que se han perdido los recursos genéticos producto de la evolución a través de miles de años, nunca más se los recuperará.

El incremento de la producción deberá basarse en el incremento de la productividad, y los recursos genéticos son la piedra angular o la base principal para poder alcanzar altos niveles de cosechas. Es muy conocido que un programa de fitomejoramiento debe disponer de una fuente continua y estable de germoplasma. A pesar de su importancia, estos recursos están en peligro de desaparecer. Esta fuente está constituida por las especies silvestres y malezas emparentadas a los cultivos, así como las variedades locales. La amenaza de pérdida del germoplasma es la erosión genética, debido a la eliminación constante de la vegetación natural o silvestre, como también el reemplazo de variedades locales por variedades comerciales producto del fitomejoramiento o cultivos introducidos. Las causas básicas de erosión genética incluye el crecimiento poblacional, reestructura de las economías, y los cambios tecnológicos.

Los recursos genéticos para la agricultura constituyen un tipo especial de recursos biológicos, puesto que son de mutua dependencia entre hombre y planta. Los agricultores de varias culturas nativas son muy orgullosos de su diversidad biológica. El intercambio e introducción de nuevos cultivos y germoplasma han ocasionado revoluciones económicas y demográficas en varios sitios del mundo. Algunos cultivos se han adaptado mejor fuera de su lugar de origen y no en su propio medio ambiente, ello ha causado alteraciones en los patrones de la agricultura y comercio mundiales. Naciones industrializadas y no industrializadas se han beneficiado de los recursos genéticos encontrados en los centros de diversidad y domesticación, como es el caso de la región Andina.

Los recursos biológicos para la agricultura en Ecuador están negativamente afectados por los mismos factores que pesan sobre la diversidad biológica alrededor del mundo: un crecimiento de la población acelerado, incremento de la comercialización, cambios en el medio ambiente, y cambios tecnológicos. Las especies silvestres están siendo amenazadas por la tala de los bosques y la formación de áreas cultivadas, así como la eliminación de áreas de amortiguamiento y el indiscriminado uso de herbicidas alrededor de los campos de cultivo. Los cambios tecnológicos principalmente afectan a las variedades locales debido a la difusión de nuevas variedades que supuestamente producen mejor. Sin embargo, para producir mejor, las nuevas variedades tienen que ir acompañadas de paquetes tecnológicos como mayor cantidad de fertilizantes y aplicación de herbicidas.

La erosión genética envuelve la pérdida de genes muy particulares (alelos y genotipos) así como la pérdida de los ecosistemas que mantienen estos genes; que incluye a los agricultores, su conocimiento sobre los recursos biológicos y las prácticas culturales manejadas a través de los siglos. Reduciendo la erosión genética en áreas críticas podría garantizar una agrobiodiversidad para una población que en los próximos 50 años requerirá 70% más alimentos del que actualmente se produce. La mayoría del incremento de la producción de alimentos en el futuro se basará en altos rendimientos sin incrementar los costos como son: mano de obra, suelo, agroquímicos, agua, etc. Para lograr esto se requerirá de suficiente variabilidad genética que se encuentra precisamente en las variedades nativas y plantas silvestres.

La conservación de germoplasma ha sido reconocido como un importante programa del sector público desde comienzos de esta centuria, es decir desde que su importancia para la genética y mejoramiento de plantas fue evidente. Por otro lado, la conservación fue reconocida internacionalmente cuando la rapidez de los cambios en los sistemas agrícolas y la presión y crecimiento de grandes masas de poblaciones humanas fue evidente. El sistema internacional de conservación de recursos fitogenéticos ahora incluye a un importante sistema de red de bancos nacionales e internacionales para almacenar, caracterizar, distribuir y usar el germoplasma. Aunque, los bancos de germoplasma remueven estos recursos de sus hábitats originales, ello no reduce su importancia como fuente primaria de germoplasma para los usuarios del sector público y privado en los programas de mejoramiento de plantas, así como previenen de una pérdida total de genes.

El uso de variedades locales para alimentación diaria en las comunidades campesinas es aún importante ya que forman parte de su tradición y costumbres. Un programa de conservación *in situ* podría enfocar áreas donde programas de desarrollo agrícola han tenido poco éxito con el reemplazo de variedades locales por las variedades comerciales o modernas. Estas áreas son muy a menudo caracterizadas por los variados y heterogéneos ambientes y áreas de agricultura marginal: montañas, problemas de suelos, y agua de lluvias. Estos ecosistemas son asociadas con grupos culturales nativos quienes han sido marginados del proceso de desarrollo.

Muy pocos casos han sido exitosos o tomados como un proceso a largo plazo de mejoramiento de variedades para zonas frágiles o marginales, debido a que generalmente toman mucho tiempo, y solo benefician a un sistema de producción tradicional y de pequeña escala, el mismo caso se presenta en los cultivos menores. Para obtener resultados, los sistemas de conservación *in situ* deben recoger los criterios de los agricultores e investigadores. La conservación de las variedades nativas en las granjas agrícolas no puede basarse únicamente en la producción de la granja y ganancias o contra el deseo del agricultor. Este sistema de conservación, podría ayudar a los agricultores a mejorar sus sistemas de selección y manejo de variedades locales y obtener alta producción sin el reemplazo de sus variedades.

Los programas de mejoramiento que evalúan variedades locales y usan en sus procesos de mejora podrían aportar significativamente en el proceso de conservación. Al incluir un proceso de mejoramiento descentralizado como parte del proceso *in situ*, los agricultores e investigadores pueden trabajar conjuntamente en los procesos de mejora local para áreas marginales o para cultivos sin mayor importancia para los programas de mejora a nivel nacional. Este sistema de "fitomejoramiento de base" podría construirse en función del conocimiento y habilidades de los agricultores y a su vez participar de este conocimiento con otras comunidades y regiones con similares condiciones ecológicas a través del intercambio de germoplasma. Programas de desarrollo de mercado y procesamiento para las variedades locales ayudarían a obtener ganancias para los agricultores mientras se ayuda a conservar estas variedades. Al mismo tiempo ayudaría a evitar que los agricultores adopten las nuevas variedades y paquetes tecnológicos, que generalmente no son aptos para las condiciones marginales. Esta estrategia sintetiza conservación y desarrollo dentro de un solo proceso.

La utilización de la biodiversidad agrícola, que se encuentra conservada en los diferentes sistemas, es el objetivo final de todo programa de conservación de germoplasma. Los investigadores agropecuarios, pueden incorporar en las nuevas variedades importantes



caracteres tales como tolerancia plagas y enfermedades así como a factores medio ambientales adversos (sequía, salinidad, altas o bajas temperaturas, etc.), mayor rendimiento, caracteres fenotípicos deseables, precocidad, calidad de grano o tubérculo, entre otros. Adicionalmente, la industria química, farmacéutica y alimenticia, también requiere de fuentes permanentes de nuevos y mejores materiales para incrementar su producción y asegurar la materia prima.

En varias ocasiones se han observado catástrofes alimenticias por la vulnerabilidad de las variedades uniformes. El ejemplo más latente de este caso es la hambruna de Irlanda durante 1739 y 1845 a 1846, debido a la presencia de una enfermedad de la papa, que terminó con toda la producción de ese país. Se demostró que toda la superficie cultivada de papa en Irlanda fue en base a un clon introducido de los Andes, y que a través del tiempo perdió resistencia con las consecuencias devastadoras (Salaman, 1987). De allí la necesidad de ampliar la base genética de las variedades comerciales. La única fuente de esa variación está en las colecciones rescatadas de la erosión genética o que aún están en los campos de los agricultores. Todo ello ayudará a asegurar alimentos para una población en crecimiento.

El impacto económico y social de cualesquier germoplasma conservado, dependerá de la facilidad de transferir un gene que gobierna un determinado carácter a una nueva variedad. Existen numerosos ejemplos en el mundo sobre el uso de variedades locales o nativas en la obtención de nuevas variedades comerciales. En Ecuador el uso de variedades locales de papa como "bolona", "chola", "chaucha" y otras han permitido obtener nuevas variedades mejoradas de papa con mayor rendimiento y calidad (INIAP-FORTIPAPA, 1996). En el cultivo de frijol, una variedad local de grano grande manejado por varios años en las fincas de los agricultores, fue seleccionada para satisfacer la demanda en los valles interandinos de la provincia de Loja. Esta variedad seleccionada actualmente cubre el 80% del área cultivada en esta zona (INIAP-PRONALEG, 1996).

A pesar del uso permanente de la agrobiodiversidad en los diferentes programas de investigación, los resultados no son inmediatos. El proceso de obtención de una variedad de alto rendimiento, resistente a plagas o enfermedades, o de calidad industrial y procesamiento, así como de calidad nutritiva, toma varios años, algunos caso puede llegar hasta 10 o 12 años, con un mínimo de 5 años. Se podría concluir entonces que los recursos fitogenéticos es una inversión a largo plazo.

El aporte de la biodiversidad agrícola ecuatoriana en otras regiones del mundo ha sido muy importante. América Latina aporta con el 35% de la diversidad genética de plantas cultivadas alimenticias e industriales a todo el mundo (Kloppenburger y Kleinman, 1987). Algunas especies de tomate riñón silvestre se han usado en los programas de mejoramiento del tomate cultivado de California en Estados Unidos. La especie *Lycopersicon chesmanii* de Galápagos ha aportado con importantes genes de tolerancia a salinidad así como a incrementar los contenidos de sólidos solubles, que son muy importantes para la industria tomatera de esta región. Igualmente, *Lycopersicon pimpinillifolium* de origen ecuatoriano, ha mejorado los sólidos solubles de las variedades comerciales de tomate en California y también en otras regiones de los Estados Unidos (Rick, 1991).

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Solis, M. 1982. Fitogeografía y Vegetación de la Provincia de Pichincha. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Consejo Provincial de Pichincha. Quito-Ecuador.
- Báez, O. 1993. Prioridades de investigación en las áreas protegidas. Páginas 325-332 en P. Mena y L. Suárez (eds.) La Investigación para la Conservación de la Diversidad Biológica en el Ecuador. Memorias del Simposio. Ecociencia. Quito, Ecuador.
- Brush, S. 1991. Farmer conservation of new world crops: the case of Andean potatoes. Diversity 7:75-79.

- CAAM-GNTBD. 1995. Lineamientos para la Estrategia de Conservación y Uso de la Biodiversidad en el Ecuador. Quito, Ecuador
- Cabrera, A. y A. Willink. 1973. Biogeografía de América Latina. Departamento de Asuntos Científicos, OEA. Washington, D.C.
- Cañadas, L. 1983. El Mapa Bioclimático del Ecuador. Banco central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Carrasco, A. 1993. Investigación en Galápagos: un aporte a la conservación. Páginas 151-166 en P. Mena y L. Suárez (eds.) La Investigación para la Conservación de la Diversidad Biológica en el Ecuador. Memorias del Simposio. Ecociencia. Quito, Ecuador.
- Castillo, R. 1996. La biotecnología en la conservación y usos de la agro-biodiversidad. Revista INIAP No.6:5-17.
- Castillo, R. 1995. Plant genetic resources in the Andes: impact, conservation and management. Crop Science 35(2):355-360.
- Castillo, R. 1991. Nuevo departamento de recursos fitogenéticos en Ecuador. Páginas 69-83 en Memorias de la II Reunión Nacional sobre Recursos Fitogenéticos. INIAP. Editorial Porvenir. Quito, Ecuador
- Castillo, R. 1990. Los Recursos Fitogenéticos en Ecuador: Breve Análisis de la Situación y Propuesta para la Conservación y Usos. Informe presentado al CONACYT. Quito, Ecuador (documento no publicado)
- Castillo, R. L. Muñoz y C. Nieto. 1989. Catálogo de Datos Pasaporte de Colecciones de Germoplasma de Varios Cultivos. INIAP. Quito, Ecuador.
- Castillo, R., J. Estrella, y C. Tapia (eds.). 1991. Técnicas para el Manejo y Usos de Recursos Genéticos Vegetales. INIAP. Edit. Porvenir. Quito, Ecuador.
- Chang, T. T. 1985. Principles of genetic conservation. Iowa State Journal of research 59(4):325-348.
- Correll, D. 1962. The Potatoes and its Wild Relatives. Texas research Foundation. A series of Botanical Studies No. 4. Texas, USA.
- Dodson, C. y A. H. Gentry. 1991. Biological extinction in western Ecuador. Ann. Missouri Bot. Garden 78:273-295.
- Dodson, C. y A. H. Gentry. 1993. Extinción biológica en el Ecuador occidental. Páginas 27-60 en P. Mena y L. Suárez (eds.) La Investigación para la Conservación de la Diversidad Biológica en el Ecuador. Memorias del Simposio. Ecociencia. Quito, Ecuador.
- FAO. 1996. Plan de Acción Mundial para la Conservación y Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Documento FAO No. ITCPR/96/5-Rev.2
- Galarza, M. 1983. El maíz, su importancia, conservación y proyecciones en Ecuador y América Latina. Páginas 112-117 en Memorias de la Primera Reunión sobre Recursos Fitogenéticos. INIAP-Estación Santa Catalina. Quito, Ecuador.
- Harlan, J. 1994. Crops and Man. Crop science Society of América. Madison, Wisconsin.
- Harling, G. 1979. The vegetation types in Ecuador: a brief survey. en K. Larsen and L. Holm-Nielsen (eds.) Tropical Botany. Academy Press. London.
- Hawkes, J. 1983. The Diversity of Crop Plants. Harvard University Press. London.
- Holdridge, L. H. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Centre. San José.
- INEC, 1994. Estadísticas Nacionales de Población y Vivienda. Quito, Ecuador.
- INEFAN, 1993. Plan Maestro de Protección de la Biodiversidad Mediante el Fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Quito, Ecuador.

- INIAP, 1983. Memorias de la Primera Reunión Nacional de Recursos Genéticos de las Plantas Cultivadas en Ecuador. INIAP-Unidad de Recursos Fitogenéticos-Estación Santa Catalina. Quito, Ecuador.
- INIAP, 1985. Proyecto Recolección de Varios Cultivos Andinos en Ecuador. Informe Final. INIAP-Unidad de Recursos Fitogenéticos. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador.
- INIAP-DENAREF, 1996. Informe anual del DENAREF: 1995. Estación Santa Catalina. Quito, Ecuador.
- INIAP-FORTIPAPA, 1996. Informe Anual del Programa de Papa: 1995. Estación Santa Catalina. Quito, Ecuador.
- INIAP-PRONALEG, 1996. Informe Anual del Programa de Leguminosas: 1995. Estación Santa Catalina. Quito, Ecuador.
- Kloppenborg, J. y D. L. Kleinman, 1987. Seed wars: common heritage, private property, and political strategy. *Social Rev.* 95:7-41.
- Lescure, J.P., H. Baslev, R. Alarcón. 1987. Plantas útiles de la Amazonía Ecuatoriana. ORSTOM-INCRAE-PUCE-PRONAREG. Quito, Ecuador.
- Mera, R. 1991. Recolección de especies frutales de la región Amazónica. Páginas 59-66 en Memorias de la II Reunión Nacional sobre Recursos Fitogenéticos. INIAP. Editorial Porvenir. Quito, Ecuador
- Muñoz, L., C. Monteros y P. Montesdeoca. 1990. A Cocinar con Quinoa: 92 Recetas Fáciles. INIAP-Santa Catalina. Publicación Miscelánea No. 55. Quito, Ecuador.
- Pearsall, D. M. 1992. The origins of plant cultivation in South América. Páginas 65-83 en C. Wesley and P.J. Watson (eds.) *The Origin of Agriculture: An International Perspective.* Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Peralta, E. y J. Vasquez. 1991 Situación actual del germoplasma de leguminosas de grano comestible: frejol (*Phaseolus vulgaris*), haba (*Vicia faba*), arveja (*Pisum sativum*) y lenteja (*Lens culinaris*), del Programa de Leguminosas de la estación santa Catalina del INIAP-Ecuador. Páginas 84-90 en Memorias de la II Reunión Nacional sobre Recursos Fitogenéticos. INIAP. Editorial Porvenir. Quito, Ecuador
- Porter, D. M. 1982. La geografía y disposición de las plantas vasculares en las Islas galápagos. Páginas 175-178 en *Compendio de Ciencias en Galápagos, 1982.* Publicación de la Estación Charles Darwin.
- Porter, D. M. 1990. Taxonomic status and needs. *Botanical Research and Management in Galápagos.* Monographs Systematic Botany Missouri Bot. Garden 32.
- Raven, P. H. 1976. Ethics and attitudes. Páginas 155-179 en B.J. Simmons et al (eds.) *Conservation of Threatened Plants.* Plenum Press. New York.
- Rick, C. M. 1991 Tomato resources in South América reveal many genetic treasures. *Diversity* 7:54-56.
- Salaman, N.S. 1987 *The History and Social Influence of Potato.* Cambridge University Press. England.
- Soria, J. 1991. Estrategias de conservación in situ de recursos fitogenéticos en Ecuador. Páginas 28-38 en Memorias de la II Reunión Nacional sobre Recursos Fitogenéticos. INIAP. Editorial Porvenir. Quito, Ecuador
- Tapia, C., R. Castillo y N. Mazón. 1996. Catálogo de Recursos Genéticos de Raíces y Tubérculos Andinos en Ecuador. INIAP-DENAREF. Quito, Ecuador.
- The CGIAR System-Wide Genetic Resources Programme, 1996. Annual Report 1995 of the CGIAR System-wide Genetic Resources Programme. IPGRI, Rome, Italy.

The World Bank, 1992. World Development Report 1992. Development and the environment. Oxford University Press. New York.

Zimmerer, K. S. 1993 Soil erosion and labor shortage in the Andes with special reference to Bolivia. 1953-1991: Implications for "comnservation-with-development". World Development 21(10):1659-1675.