

# RECURSOS GENÉTICOS Y BIOTECNOLOGÍA EN NICARAGUA

## TABLA DE CONTENIDO

### PRESENTACIÓN

#### **1. Conservación de los Recursos Genéticos**

Introducción

Ecosistemas y Erosión Genética

Situación Actual de los Recursos Genéticos

Recursos Genéticos Vegetales:

Recursos Genéticos Animales

Conservación y Utilización

Conservación in situ

Conservación ex situ

Conservación in Vitro

Investigación y Tecnología

Investigación Tradicional.

Investigación Científica.

Aspectos Etnobotánicos

Manejo y Priorización de Recursos

Diversificación de los Sistemas Productivos

Manejo de Recursos Genéticos.

#### **2. Acceso a los Recursos Genéticos**

Introducción

Bioprospección y Recolección.

Legislación Internacional

Derechos de los Mejoradores

Derechos de Patentes

Derecho de los Agricultores

Propiedad Intelectual relacionados al Comercio (TRIPs).

Derechos de propiedad intelectual y sus particularidades

Naciones Unidas, Ambiente, Desarrollo y sus Implicaciones

Legislación Nacional

Recursos Genéticos Vegetales

Recursos Genéticos Animales

### **3. Biotecnología**

Introducción

Técnicas Biotecnológicas Potenciales.

Estado Actual de la Biotecnología.

Capacidades Técnicas.

Aspectos Legales e Institucionales.

### **4. Líneas de Acción y Actividades**

Conservación y Mejoramiento In Situ

Conservación Ex Situ

Utilización de Recursos Genéticos

Acceso a Recursos Genéticos

Biotecnología

Instituciones y Creación de Capacidad

### **5. Cartera de Proyectos**

### **Bibliografía Consultada**

## PRESENTACIÓN

El equipo de coordinación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad se complace en poner a disposición de todas y todos el trabajo Recursos Genéticos y Biotecnología en Nicaragua. Este documento fue elaborado en cumplimiento por Nicaragua del Artículo nº 6 del Convenio de Diversidad Biológica como una consultoría temática destinada a revisar la situación de nuestros recursos genéticos. El documento también identifica todas las acciones necesarias para la conservación, utilización sostenible y distribución equitativa de los beneficios derivados del uso de los mismos.

Históricamente, el desarrollo de Nicaragua ha estado fundamentado en el aprovechamiento de sus recursos naturales. En mucho casos, esta utilización no ha sido bajo un esquema de uso sostenible, lo que ha traído consigo graves alteraciones a nuestros ecosistemas. Más grave aún ha sido la pérdida de especies y ecosistemas sin tan siquiera haber conocido su potencial para el desarrollo del país.

La Estrategia Nacional de Biodiversidad ha considerado de vital importancia revisar e identificar todas aquellas acciones de carácter institucional, técnico, normativo y/o administrativo en materia de biodiversidad. En esta misma línea, se identificaron a todos los sectores que intervienen de una u otra forma en la utilización de nuestro Patrimonio Natural.

Es nuestro deseo que los aportes que hoy estamos haciendo con la puesta a disposición de este valioso trabajo contribuya a mejorar la toma de decisiones en el ámbito de nuestra biodiversidad, y que todos juntos pongamos nuestros mejores esfuerzos para que nuestra Nicaragüita siga siendo la flor más linda de nuestro querer.

*Equipo Coordinador Estrategia Nacional de Biodiversidad*

# 1. Conservación de los Recursos Genéticos

## CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS

### Introducción

Los científicos, en el ámbito mundial, han señalado que una medida para salvaguardar el futuro del planeta y sus recursos naturales es la conservación de la biodiversidad; esta preocupación es causada por la acelerada extinción de especies y ecosistemas en todo el planeta, así como el creciente valor económico de los materiales genéticos naturales con fines farmacológicos, alimentarios, industriales, etc. (Cardenal, 1992.)

En América Latina y el Caribe la pobreza de ingresos afecta a 110 millones de personas y sigue creciendo según el informe del PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo), de 1997. En su informe de 1998 señala que en los últimos dos decenios América Latina y el Caribe perdieron 7 millones de hectáreas de bosques tropicales. En estos países, esta disminución de la cobertura boscosa incide directamente en las actividades curativas del hombre, ya que desde épocas antiguas el uso de plantas medicinales ha sido constante, debido a la tradición y confianza que las personas les tienen, así como también por el alto costo de los medicamentos de uso comercial.

Para Nicaragua es importante conocer la situación nacional así como el marco internacional en lo relativo al acceso a los recursos genéticos, ya que su condición de centro de origen y diversidad de plantas cultivadas y por ser en general una región de alta diversidad genética, hace al país un área de interés para los países desarrollados en función de extracción y utilización de nuestra diversidad.

Por lo tanto, los recursos genéticos (Biodiversidad) para la alimentación y la agricultura constituyen la base biológica de la seguridad alimentaria mundial. Estos recursos son la materia prima más importante de los fitomejoradores y la aportación más imprescindibles para los agricultores. Por consiguiente, son fundamentales para una producción agrícola sostenible. La conservación, utilización sostenible y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su uso, son objeto de preocupación nacional e internacional.

## ECOSISTEMAS Y EROSIÓN GENÉTICA

La extinción de especies es un fenómeno difícilmente reversible que ocurre cuando las poblaciones naturales de una especie desaparecen por fenómenos naturales, persecución directa o destrucción de su hábitat natural. Soule (1991), hace una identificación inicial de las causas estructurales de la pérdida de especies o degradación biótica. Su análisis de los factores causales revela el impacto ambiental de situaciones y procesos aparentemente poco relacionados con la conservación.

Este análisis ayuda a comprender porqué las estrategias tradicionales de conservación de los recursos genéticos (áreas protegidas, sistemas de conservación in situ, ex situ etc.), no han sido totalmente exitosas en sus propósitos de reducir las tasas de extinción de ecosistemas y especies. Para enfrentar las causas estructurales de la degradación biótica, es necesario diseñar estrategias más integrales que incidan sobre las políticas sociales, económicas y culturales.

La extinción de ecosistemas y especies en Nicaragua es parte del proceso de degradación ambiental que sufre el país, provocado por el uso inapropiado del territorio. Soule (1991), relaciona los factores de degradación y su correspondiente impacto en los ecosistemas (Cuadro No 1). Las causas principales de extinción de especies y ecosistemas en Nicaragua, son muy similares a las planteadas por Soule, pero principalmente tienen su origen en los estilos de desarrollo y los sistemas tecnológicos que se utilizan en el proceso de incorporación de los ecosistemas naturales al desarrollo de la sociedad.

La progresiva urbanización del territorio implica un proceso de cambio de uso de la tierra, por ejemplo; la ciudad de León está creciendo hacia el sureste, lo que trae como consecuencia la pérdida de las tierras agrícolas muy fértiles, similar situación sucede con otras ciudades, por lo tanto es muy importante antes de planificar el desarrollo considerar estos elementos y poder efectivamente hacer una relación armónica entre el Patrimonio Natural

y el desarrollo económico.

Esto trae como consecuencia, que sistemas productivos humanos simplificados transformen y sustituyen extensas superficies de ecosistemas naturales. Estos ecosistemas sufren modificaciones profundas en su estructura, composición y dinámica, perdiendo muchos elementos de su diversidad biológica y la capacidad de auto regenerarse.

Cuadro 1: Relación entre los factores de degradación y su correspondiente impacto en los ecosistemas.

FACTOR	EJEMPLOS DE IMPACTOS EN LA CONSERVACIÓN
Crecimiento poblacional	Presión poblacional por la tierra, energía, recursos...
Pobreza	Hambre, deforestación, comercio de especies amenazadas, falta de apoyo social de base.
Falta de percepción de las escalas temporales naturales	Expectativas de resultados rápidos y desconocimiento de efectos a largo plazo de las intervenciones
Antropocentrismo	Falta de apoyo para propósitos altruistas
Transiciones culturales	Manejo sostenible de recursos durante los procesos de colonización y de rápido cambios sociales
Imperativos de la economía	Fallas en la planificación debido a la internacionalización de los mercados y a los cambios erráticos en los precios de los bienes
Implementación de políticas	Crisis de la sociedad civil, guerras, corrupción, fallas en la aplicación de las leyes.

Los principales factores que causan la erosión en los sistemas agrícolas en el país son los siguientes:

- Destrucción y transformación de hábitats naturales, principalmente por la remoción de la cobertura vegetal en áreas protegidas o insitu.
- Establecimiento de agricultura y pastos, cuando se producen cambios de uso de la tierra de carácter temporal (milpas y otros cultivos migratorios) o permanentes (pastos para ganadería, urbanización), se modifican radicalmente la biota natural y las relaciones ecosistémicas, provocando la desaparición y desplazamiento de especies. (Región Central y Atlántica, donde se pierden anualmente 1.4 millones de hectáreas.
- Incendios forestales, extracción forestal excesiva, introducción de especies exóticas y otras que por su característica es depredadora de recurso.
- Falta del conocimiento de la población hacia la importancia de conservar estos ecosistemas y recursos.

La suma de los efectos provocados por la destrucción de hábitat y el aprovechamiento directo de las especies constituyen el origen de la extinción y amenazas de los recursos genéticos. Los procesos de extinción no son fácilmente perceptibles a simple vista y solo atraen la atención del estado y la sociedad cuando afectan a especies muy conspicuas o de importancia económica, o cuando ya una región extensa demuestra un nivel de degradación tal, que la pérdida de los recursos genéticos es absoluta.

Además de los factores mencionados, existen tendencias y procesos más globales que inciden de manera directa en la destrucción de la biodiversidad. Estos factores son de carácter estructural y obedecen a las tendencias actuales del desarrollo socioeconómico del país, las cuales pueden intensificar los efectos negativos de las formas de explotación directa.

La intensificación de la actividad económica de una población creciente y en estado de pobreza, la reactivación de la agricultura migratoria, la ganadería extensiva, la extracción forestal y leñera así como la urbanización entre otros procesos, están modificando progresivamente el uso de la tierra en el país, reduciendo el espacio físico y ecológico requerido por las especies en general.

Sin embargo, debemos aprender a conservar la biodiversidad (e incluso fomentarla) en los territorios o ecosistemas intervenidos por el hombre. Esto es primeramente válido para el caso de los recursos fitogenéticos, ya que para el mantenimiento de la base genética de muchos cultivos, es importante el permanente trabajo de mejoramiento empírico que hacen los sistemas campesinos de producción, como es el caso de los frijoles y el maíz. Caso concreto podemos citar el maíz criollo nicaragüense, el que hace 20 años en el pacífico y centro del país contaba con una amplia diversidad genética y hoy ha desaparecido completamente. En la actualidad solo se encuentran poblaciones criollas en las profundidades del país, a excepción de la poca variabilidad que se encuentra almacenada en el banco de germoplasma del REGEN, que por cierto necesita urgentemente un proceso de regeneración y multiplicación, además de atravesar por otros problemas estructurales propios de este tipo de actividad.

Existen sistemas de producción campesina (huertos caseros, conservación en fincas etc.), que junto con otras formas de agricultura alternativa y sostenible, deben ser promovidos y fomentados para mantener y desarrollar variedades tradicionales y nuevos cultivos, promover la conservación de áreas silvestres.

Es factible concebir un conjunto de acciones y/o actividades que alcancen los objetivos del desarrollo, respetando las limitaciones ambientales del territorio. Este conjunto de intervenciones constituye el uso sostenible de un territorio, en el que diferentes formas de uso de la tierra, en una correcta ubicación y dimensionamiento de acuerdo a un plan de ordenamiento del territorio, aseguran el sostenimiento y desarrollo de las poblaciones allí asentadas, al mismo tiempo conservan y promueven los recursos genéticos nativos en su ambiente.

Debido a lo anterior, añadimos que el instrumento estratégico principal de conservación de la biodiversidad, es el ordenamiento territorial. Este le permite a la sociedad decidir sobre la asignación de usos y la ubicación de actividades en el espacio físico que habita, con una racionalidad científica y un criterio de uso sostenible. En Nicaragua, este esfuerzo de ordenamiento territorial debe priorizarse al menos en aquellas áreas del territorio que presenta características de fragilidad y diversidad (trópico húmedo), cuya transformación desordenada esta causando severas consecuencias ambientales y económicas, y deben ser manejadas bajo un régimen especial de gestión territorial.

Este régimen de gestión territorial debe apuntalar al establecimiento de zonas de amortiguamiento alrededor de áreas priorizadas, frágiles y/o degradadas, las que deben constituir un elemento importante en una estrategia de estabilización de la frontera agrícola, disminución de la deforestación, control de la erosión, producción de agua e incremento de la actividad pecuaria y forestal entre otros.

## SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RECURSOS GENÉTICOS

### Recursos Genéticos Vegetales:

Recursos genéticos vegetales:

Actualmente en el mundo se conocen cerca de 270,000 especies de las cuales 100,000 especies son hongos y líquenes, 80,000 son protozoos y algas. En Nicaragua se encuentran reportados con material de respaldo unas 6,500 especies de plantas vasculares, donde se incluyen helechos, gimnospermas y angiospermas, distribuidos de las siguiente maneras; 223 familias, de las cuales 6 son gimnospermas, 38 monocotiledoneas y 179 dicotiledoneas. De las 223 familias 42 son monotípicas y 88 están representadas en un solo género. De todas las familias de plantas, más del 30% de los géneros se encuentran en cinco familias; Orquídea, Leguminosa, Asteraceas, Poaceas y Rubiaceas (Grijalva, 1998).

La información recopilada respecto a las especies vegetales de importancia económica y/o potencial de uso, es de 534 especies representando esto el 8.2 % de los datos reales reportados en el país (6,500 especies), o el 4.5 % si utilizamos el supuesto de que en el país existen cerca de 12 mil especies, como lo reportan otros investigadores. Si se hiciera la relación sobre el número de familias, resulta que se ha estudiado el 80% de ellas o sea 177 familias de 223 reportadas. (Cuadro No. 1).

Evidentemente, está información es una aproximación de la situación actual de los recursos fitogenéticos, sin embargo, en ambos casos no se llega al 25% en cuanto al uso y aprovechamiento de la diversidad genética de las especies domesticadas, lo que evidencia la necesidad de realizar acciones tendientes al aprovechamiento y con-

servación de estos y otros recursos.

Uno de los aspectos más importantes del estudio y manejo de la biodiversidad es el relacionado con las especies vegetales y animales domesticadas por el hombre, y que constituyen el sustento de su economía y su dieta alimenticia.

El estudio, clasificación y conservación de los parientes silvestres de las variedades desarrolladas localmente, es una necesidad básica para proteger y mejorar la base genética de estos cultivos (incluyendo los pastos y otras especies forrajeras). La importancia de la diversidad agrícola o sea especies nativas e introducidas, que son utilizadas en la agricultura nacional, se refleja en los registros de los bancos genéticos del país. Hasta el momento este germoplasma ha mostrado adaptabilidad agro ecológica, así como variaciones morfológicas y fisiológicas importantes dentro de cada una de las especies de importancia económica, que han sido desarrolladas por la manipulación consiente o inconsciente de los agricultores.

En estos datos preliminares se muestra el potencial de nuestro patrimonio genético en especies cultivadas, principalmente de aquellas especies originarias de nuestra región biogeográfica (maíz, frijol, cacao, cucurbitáceas y capsicum spp entre otras). El desarrollo de este potencial fitogenético contribuirá a ampliar la oferta de productos vegetales para consumo interno y de exportación, basándose en programas apropiados de selección, mejoramiento genético, producción y conservación de germoplasma y tejidos seleccionados. A continuación, se describen de manera preliminar los principales grupos de especies de importancia económica y/o alimenticias.

Cuadro 2: Relación de uso de la diversidad genética de las especies vegetales y su porcentaje con relación a su centro de origen.

NO.	CULTIVOS	ESPECIES	FAMILIAS	PORCENTAJE
1	Hortícolas	21	7	29
2	Granos Básicos	4	3	50
3	Oleaginosas	7	4	14
4	Raíces y Tubérculos	22	8	5
5	Industriales y Textiles	17	12	29
6	Medicinales	119	46	16
7	Forestales	117	37	31
8	Espicias	26	11	20
9	Frutales	91	28	37
10	Especies forrajeras	37	4	10
11	Abonos Verdes	7	2	71
12	Cultivos no Tradicionales	26	8	
13	Malas Hierbas	40	10	
Total		534	177	28

## Recursos Genéticos Animales

A la fecha se han identificado un poco más de 1,880 especies de vertebrados en el país y aproximadamente 1,400 de especies invertebrados. En el grupo de los invertebrados hace falta mucha investigación para poder describir adecuadamente la biota (Cuadro No 2). Hasta el momento las especies endémicas registradas son 20 en los vertebrados, y en el caso de los invertebrados es difícil especificar una cifra definitiva (Zúñiga 1998).

En cuanto al uso de la diversidad genética animal, esta es aproximadamente la mitad en cuanto a la diversidad vegetal, pero asumiendo que existen 1,200 especies (tal y como esta reportado), la información recopilada

refleja que solamente se ha estudiado el 47 %, sin embargo este dato está sobre valorado, lo cual evidencia, que al igual que los vegetales, existe también una sub utilización de la fauna domesticada. A continuación se describe un poco y de forma general esta diversidad animal.

En Nicaragua, la fauna domesticada ha desarrollado un trabajo de crianza bastante modesto, pero el mismo ha mostrado interesantes resultados, especialmente en el caso del ganado bovino (*Bos taurus*). El ganado criollo nicaragüense ha sido conservado, seleccionado y mejorado hasta dar origen a una raza especial, conocido como ganado Reyna, la que está especialmente adaptada a las rústicas condiciones del trópico Centroamericano y cuyas cualidades productivas han sido elogiadas internacionalmente. En la actualidad se desarrollan esfuerzos para la recuperación del hato puro de esta raza existente en el país. Sin embargo, los esfuerzos son complicados, lentos y algunas veces agotadores. Actualmente existen entre 600 y 800 animales de esta raza (Blandino 1999, Comunicación personal).

Otras especies utilizadas intensamente, aunque no sean sometidos sistemáticamente a trabajos científicos de crianza y mejoramiento son el caballo (*Eguus caballus*), el cerdo (*Sus scrofa*), y la gallina (*Gallus domesticus*), de los cuales existen gran cantidad de variedades criollas que constituyen una importante base genética para el mejoramiento y producción animal. En especial la gallina guinea la cual puede ser sustituta de carne, sobre todo en áreas rurales dado su fácil manejo (Pardo 1996).

En cuanto a los mamíferos, existen 10 especies utilizadas en el país pertenecientes a 9 familias, todos originarios de otros continentes, sin embargo debido a su antigua introducción estas especies tienen representantes criollos o acriollados. De las especies de mamíferos, los más importantes son los vacunos dado que aportan carne para la exportación y el consumo nacional, además de productos lácteos y cuero. En segundo lugar están los cerdos cuya producción de carne es destinada al consumo interno. Las demás especies de mamíferos son de menor importancia, algunos meramente utilizados para el trabajo como los equinos, otros contribuyen a la alimentación como cabros, ovejas y conejos, y finalmente otros como mascotas como perros y gatos.

Igualmente considerándolas como fuente de alimentación, las aves en el país comenzaron a incrementarse a partir de los años setenta, principalmente en pollos de engorde y/o ponedoras, esta actividad aumentó en la década de los años 80, producto de la falta de materias primas de otros rubros pecuarios tradicionales. En la actualidad, este rubro presenta un incremento pero siempre en la línea de producción de carne, huevo y últimamente para alimento en forma de embutido (MAG-FOR 1996).

Se ha reportado que el país cuenta con 676 especies, predominando la familia de los Psitácidos con 13 especies, de las cuales 14 son nativas representando esto el 78% de la variabilidad entre medio-alto en cuanto a tecnología.

En el área de los peces y similares, estos han sufrido un incremento continuo en los niveles de explotación a tal punto que las faenas de pesca han sido extensivas e intensivas y sin control en el tamaño de los especímenes capturados, de forma tal que entre el 20 y 30 % del total de la pesca son individuos fuera de tipo lo que obliga a desecharlos y consecuentemente se produce la erosión de la diversidad genética inter e intra especies, a tal punto que muchas especies han desaparecidos o están a punto de desaparecer.

Existe poca información acerca de la fauna invertebrada terrestre y acuática, siendo esta una de la menos conocida en el país. Hay pocas y limitadas colecciones de referencia, siendo la más importante la del Museo Entomológico de León, aunque existen otras menores en las Universidades de Managua (UCA y UNAN).

La diversidad de especies de insectos en el país es muy amplia. Esta diversidad se refleja en los registros de insectos de importancia económica, como son los que se alimentan de cultivos y granos almacenados. En el país existen alrededor de 350 especies pertenecientes a 42 familias del orden insecta que dañan estos cultivos (Cuadro No 2).

En el país hay 42 cultivos de usos alimenticios entre los que se destacan el frijón, maíz, papa y arroz, que son los que mayormente sufren el ataque de los insectos. Entre los menos afectados, está el banano, sorgo, y rábano (MAG-FOR 1998). Además de los insectos que afectan los cultivos y que por ello son de importancia económica nacional, también se destacan insectos que producen sustancias útiles y de gran valor comercial, por ejemplo: las abejas domesticadas que producen miel y cera. También está el grupo de insectos que juega un papel importante en la polinización de las plantas. No se puede dejar de mencionar a aquellos grupos que hacen aportes como los insectos enemigos naturales de las plagas, los consumidores de carroña, los mejoradores del suelo e insectos de valor estético, entre otros. El cuadro No. 3 nos muestra las principales especies animales y su endemismo en el país .

Cuadro 3:

Número	Taxón	Número especies	Especies endémicas
1	Mamíferos	251	3
2	Aves	676	-
3	Reptiles	172	5
4	Anfibios	62	-
5	Peces	643	12
6	Corales	58	-
7	Moluscos	3716	12
8	Insectos	143	-
Total		5721	32

## Conservación y Utilización

La conservación de los recursos genéticos en Nicaragua se realiza de forma in situ, ex situ e in vitro. Sin embargo el nivel de estudio y la tecnología aplicada varía notablemente de un sistema a otro.

### Conservación in situ

Existen una serie de recursos fitogenéticos, que se conservan de forma espontánea en diferente ecosistemas naturales (áreas protegidas), áreas en regeneración, perturbadas y agro ecosistemas. En las áreas protegidas existen problemas asociados con manejo y estudio, por tanto se desconoce en gran medida su riqueza en cuanto a recursos genéticos. Situación similar ocurre con áreas en regeneración y perturbadas donde frecuentemente crecen especies emparentadas con plantas cultivadas de los géneros Phaseolus, Carica, Zea, Cucurbita, Ipomoea, Manihot, entres otras.

De forma más deliberada y muy ligada a su utilización se conservan en las fincas de los agricultores una buena cantidad de recursos genéticos vegetales y animales, en este sentido el mayor aporte a la conservación, esta hecha por los agricultores tradicionales, quienes en sus agroecosistemas manejan amplia diversidad de especies y de variedades locales (frijoles, maíz, cucurbitas, tubérculos, frutales, etc), o animales (cerdos, gallinas, cabros, etc), sobre estas situaciones la información existente no permite hacer valoraciones concretas de esta diversidad genética.

En un nivel de estudio superior y asociado con su utilización, se puede considerar como conservación in situ los rodales semilleros manejados por el Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semilla Forestal (CMG-BSF) de los que se reportan 56 distribuidos en todo el país. Sin embargo, este centro atraviesa serios problemas presupuestarios lo que hace que el germoplasma que conservan ex situ e in situ, pueda perderse. Prueba de ellos es la constante rotación del personal y finalmente, el despido de una gran parte del personal técnico del centro.

Similar a estos centros se encuentran los hatos de ganados de la raza local Reina, que esta siendo manejada en las fincas de productores y se realizan estudios por la Universidad Nacional Agraria. Igualmente, se han realizado conservaciones in situ en árboles frutales, específicamente en la familia de las sapotáceas con las especies: sapote (Manilkara sapota), nísperos (Achras sapota) y caimito (Crisophyllum cainito), sin embargo este trabajo respondió a una línea de investigación puntual que realizó el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (siglas en inglés IPGRI) en conjunto con el Programa REGEN, debido a lo costoso de este tipo de conservación, la investigación no se continuó, pero si generó muchos elementos para este y otras investigaciones relacionadas al área.

Actualmente se está desarrollando una investigación similar a la anterior, pero con la familia de la Anonáceas, específicamente con el género que comprende cuatro especies: Muricata, Reticulata, Squamosa y Purpúrea. Entre los principales problemas o limitantes que presentan se encuentran los siguientes aspectos:

- Poca o escasa participación y/o apoyo de la población y las autoridades locales en el proceso de conservación.

- Excesiva presión de las comunidades en cuanto a la utilización de los recursos genéticos.
- Falta de políticas económicas y/o administrativas entre instituciones del estado a nivel de territorio, regional y nacional.
- Inseguridad en los aspectos de tenencia de la tierra (falta de títulos de propiedad, inseguridad ciudadana etc.).
- Incumplimiento de normas y reglamentos por parte de instituciones gubernamentales o encargadas de la aplicación de los mismos.
- Falta de promoción de aquellas especies exóticas y/o con potencial de uso.
- Inexistencia de una red o sistema de control o monitoreo de recursos genéticos.

### Conservación ex situ

La conservación ex situ se lleva a cabo mediante la creación de bancos de germoplasma manejados por instituciones públicas y privadas, estas colecciones están conformadas con material genético de procedencia local e introducida. En cuanto a recursos fitogenéticos se reporta la existencia de bancos de germoplasma de 44 especies con accesiones. De ellas 36 son colecciones de campo, 19 en bancos de semilla y tres in vitro; algunas de estas son conservadas en dos sistemas.

La variabilidad genética que se conservan en estas colecciones es limitada, aún para especies con amplia diversidad genética en el país tales como: maíz fríjol, aguacate, cucúrbitas, papaya, etc.

Entre las Instituciones que actualmente están haciendo conservación de recursos fitogenéticos están: el INTA, MARENA, UNA, UNAN-León y algunas ONGs. Ciertas colecciones son manejadas por el sector privado, pero la información sobre las especies y la variabilidad genética contenida en ellas no ha sido documentada en su totalidad, y si lo está, es de difícil acceso lo cual dificulta el trabajo de conservación.

Los recursos genéticos animales no cuentan con un sistema de conservación ex situ establecido, en este caso se reporta la existencia de un banco de semen orientado principalmente a la comercialización de semen de ganado bovino con el fin de mejorar el hato ganadero.

Así mismo existe un sistema de conservación (Zoológicos y Zoocriaderos), que de igual manera enfrentan problemas de financiamiento entre los que se pueden citar:

- Falta de capacidad económica para el mantenimiento de las infraestructuras y los animales.
- Requerimiento de personal técnico capacitado.
- Inadecuada ubicación de las instalaciones físicas del centro de conservación.
- Falta de promoción para incentivar la asistencia a los usuarios.

En general, las pocas instituciones dedicadas a la conservación de recursos genéticos, cuentan con cierta infraestructura para la realización de esta actividad a corto y mediano plazo, esto incluye cámaras frías, áreas especializadas en el secado de semillas y campos para la multiplicación y generación de germoplasma. Es importante señalar que debido a las condiciones en que se encuentran estos bancos, con infraestructura en mal estado, equipos obsoletos, falta de capacidad económicas para desarrollar un buen trabajo, muchas o buena parte de las colecciones actualmente se encuentra en alto riesgo, para ilustrar podemos mencionar al CMG-BSF y el REGEN.

Por otro lado las colecciones de campo a pesar que su manejo no requiere de gran inversión tecnológica, su mantenimiento ha estado asociado al uso de germoplasma para el suministro de material genético a los agricultores. Todas las colecciones fuera de este estatus, frecuentemente están descuidadas o en estado de abandono, y en el caso de especies bianuales se han perdidos bancos de germoplasma completos o se ha reducido notablemente la variabilidad genética contenida en ellos. De igual manera, la conservación de muestras de plantas para efectos educativos - investigativos (herbarios), presentan problemas principalmente en el área de infraestructura, materiales y reactivos (Cuadro No. 4).

Es importante hacer mención que una gran diversidad del germoplasma nacional es conservado en centros internacionales, así se conoce que colecciones de maíz, frijol, camote, son conservadas en el CIMMYT, CIAT, CIP respectivamente, El CATIE también conserva germoplasma nacional de diversas especies.

Cuadro 4: Estado actual y capacidad de las unidades de conservación en seco (herbarios) en Nicaragua

INSTITUCIÓN	UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LEÓN	UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA	TOTAL
Capacidad (muestras)	3,600	15,000	60,000	78,600
Número de muestras	3,100	12,000	60,000	75,100
Muestras en proceso	500	3,000	5,000	8,500
Espacio disponible	Cero	Cero	Cero	Cero
Estado físico	Optimo	Optimo	Optimo	-
Acceso	Libre	Libre	Libre	-

### Principales limitantes en cuanto a la conservación Ex situ:

- Problemas relacionados con la contaminación, robo, plagas y enfermedades en los jardines de colecta o bancos vivos.
- Costos excesivamente altos en equipos de infraestructura para el mantenimiento de las colecciones en los bancos de germoplasma.
- Falta de presupuesto para el proceso de colecta, caracterización y evaluación del germoplasma.
- No existe política estatal o de gobierno en cuanto a la conservación de los recursos genéticos.
- Resistencia de muchos investigadores y/o autoridades gubernamentales en cuanto a la utilización de los recursos genéticos criollos.

### Conservación in Vitro

Este tipo de conservación es extremadamente caro, debido a los altos costos de equipos, la periodicidad de reposición de reactivos y la capacitación del personal. El país cuenta con cuatro laboratorios de cultivo de tejidos, el primero perteneció al CENAPROVE-INTA, y en este momento esta inactivo y casi completamente desaparecido. Un segundo, en la UNAN-León que trabaja específicamente en la conservación y mejoramiento de germoplasma de musaceas; un tercero, en el INTA-Estelí que trabaja en la conservación de germoplasma de papa (*Solanum tuberosum*) para la producción y abastecimiento a los productores de esa zona y el cuarto en la UNA, este último a pesar de las limitaciones se encuentra en el proceso de determinar las formas más adecuadas de conservación, específicamente en las especies de raíces y tubérculos. Aunque su función principal es de conservación, existe la proyección de entrar en el área de comercio, específicamente con la venta de plantas para la producción.

### Principales limitantes en cuanto a la conservación In vitro:

- Altos costos en equipos, infraestructura y reactivos para el mantenimiento de las colecciones en los bancos de germoplasma.
- Falta de espacio disponible para almacenar las muestras en los laboratorios.
- No existe política de gobierno, en cuanto a que y por que conservar.
- Falta de personal capacitado para desarrollar protocolos de conservación por especies.
- Inexistencia de una red o sistema de monitoreo para evaluar y controlar el estado de los recursos genéticos.
- Falta de una instancia facilitadora en cuanto a las definiciones de investigación, producción, etc. en función de las necesidades del país.

## Investigación y Tecnología

Actualmente los sistemas agropecuarios en América se están adaptando a las nuevas tecnologías, sean estas nacionales o introducidas, siempre y cuando estas resuelvan de una u otra manera los agudos problemas que enfrentan el sector, máxime cuando se habla de liberación de precios y mercados, así como el nuevo paradigma de la economía de igualdad o globalización.

Respecto a la tecnología, la falta de atención por parte del gobierno en el desarrollo de nuevas tecnologías agrícolas, explica porque Nicaragua perdió su habilidad de realizar investigaciones agropecuarias o de implementar el riego agrícola. Habiendo estado a la vanguardia de la productividad agropecuaria de algunos cultivos en Centroamérica. Nicaragua hoy día, posee niveles de rendimientos en maíz, arroz y café por debajo de la mitad de los registrados en El Salvador. Solamente un tercio de la tierra irrigada en los años setenta esta siendo manejada de igual manera. El noventa por ciento de las unidades familiares, pequeñas y medianas, trabajan sin asistencia técnica y dependen de tecnologías obsoletas de la revolución verde que han sido transferidas de generación a generación, el resto el resto trabaja con mejores herramientas y maquinarias, así como semillas mejoradas, aunque no siempre las más apropiadas. Esta tecnología inadecuada contribuye a la pobreza rural, incide en los altos precios de los alimentos, en los bajos salarios de los trabajadores urbanos y rurales, también genera una exportación débil, lo que repercute en la erosión de la diversidad genética, por cuanto las comunidades hacen uso para la alimentación de la poca semilla que conservan para sembrar el próximo año (MAG-FOR 1998).

Caso concreto es el hecho de que Nicaragua fue el mayor exportador de granos alimenticios en el ámbito de la región centroamericana, sin embargo, en estos momentos nuestra agricultura ha perdido capacidad de producción por unidad de área, específicamente para el caso del maíz, los rendimientos van progresivamente disminuyendo a pesar que las áreas de siembra han aumentado y se ha mejorado la tecnología (Figura No. 1).

Al menos para los investigadores convencionales (científicos), el estudio de los recursos genéticos es un paso fundamental para su utilización sostenida y su conservación y los costos de estos estudios son parte de los costos de su conservación. Los agricultores tradicionales utilizan recursos genéticos y frecuentemente no se toma en cuenta todo el esfuerzo y la experiencia, que aunque de manera empírica han realizado con sorprendentes resultados en la obtención de razas de animales y variedades vegetales locales, las que hoy en día son la base del mejoramiento genético de esas especies, estos esfuerzos y logros son subvalorados. A fin de identificar más que diferenciar estos dos aspectos, se denominará Investigación Tradicional a la realizada por los agricultores e Investigación Científica a la del investigador formal.

### Investigación Tradicional.

En el país existe una gran variabilidad genética de especies vegetales cultivadas tales como las cucúrbitas, maíz, frijol, aguacates, papayas, sapotáceas, etc. También hay especies animales domesticadas como cerdos, gallinas, patos, bovinos etc. que aún siendo originarias de otras áreas del mundo han estado sometidas a la selección constante por los agricultores. Caso concreto, es el ganado criollo Reina, obtenido a través del esfuerzo e investigación consistente, acuciosa, de un creador tradicional del país. Igualmente ocurre con las variedades locales de especies cultivadas que han sido adaptadas por los agricultores a sus sistemas de producción. Actualmente estas variedades o razas son el sustento de sistemas de producción tradicional y del mejoramiento genético.

Tratando de fortalecer las capacidades de la investigación campesina, promover y mejorar la utilización del conocimiento y los recursos genético locales, han surgido programas impulsados principalmente por ONGs. Tal es el caso del Programa Campesino a Campesino (PECAC) de la UNAG. Frecuentemente estos Programas han establecido vínculos entre campesinos y profesionales del sector. El nivel tecnológico utilizado para estas investigaciones es poco sofisticado, pero debido al intercambio entre agricultores y técnicos se han ido incorporando nuevos elementos tecnológicos.

Estos sistemas presentan algunos elementos de importancia para la conservación que se convierten en fortalezas para la misma, estos son:

- Mantenimiento de la diversidad genética de aquellas especies de importancia económica, y un potencial reservorio de genes en caso de desastres naturales o en caso de plagas y enfermedades.

- Un sistema de retroalimentación de conocimientos entre el campesino y el investigador.
- Punto de referencia para otras comunidades rurales en cuanto a la conservación y uso de los recursos genéticos.

### Investigación Científica.

La investigación y utilización científica de los recursos genéticos ha estado ligados a esfuerzos nacionales y regionales. Generalmente es financiada con recursos económicos externos. Las instituciones involucradas en esta actividad son en su mayoría del estado tales como: el INTA, MAGFOR, MARENA y Universidades del sector público (UNA, UNI, UNAN-LEON, UCA). Recientemente se han incorporado algunas universidades privadas, con la apertura de carreras y/o investigaciones relativas al tema de biodiversidad.

Nicaragua cuenta con 9 estaciones experimentales adscritas al INTA y 13 Laboratorios pertenecientes a diferentes instituciones que incluyen; Cultivo de Tejidos Vegetales, Semillas, Sanidad Vegetal y Animal, Biología Molecular, Bromatología, entre otros.

La utilización de recursos genéticos está frecuentemente vinculada a programas de mejoramiento que tienen en común la introducción y selección de germoplasma. En el caso de las plantas cultivadas este trabajo ha sido más completo, ya que la misma está mejor organizada, sistematizado y con productos más claros que en el caso de los animales domésticos.

El mejoramiento de plantas en particular ha consistido en una dinámica, introducción y selección de germoplasma foráneo, raras veces se utiliza el material nacional. En ese sentido han habido programas de mejoramiento dirigido a unas 22 especies cultivadas. Estas actividades han estado ligadas a esfuerzos regionales y una fuerte incidencia de Centros Internacionales o Regionales de investigación agrícola (CIAT, CIMMYT, CIP, IRRI, ICRISAC, CATIE), quienes suministran el germoplasma y el financiamiento para la investigación. Esto probablemente ha conducido a una pobre utilización del germoplasma nacional. Sin embargo, recientemente ha habido una apertura de parte del INTA en evaluar al germoplasma criollo de frijol.

El mejoramiento animal ha sido menos organizado y apoyado, frecuentemente el soporte financiero es brindado por el estado proveniente de agencias internacionales. La Tecnología ha estado dirigida a la introducción y distribución de animales a los criaderos. Sin embargo, últimamente se están desarrollando esfuerzos en crear capacidades tecnológicas para la conservación y utilización de semen de alta calidad genética, para la mejora de especies animales. Caso concreto, fue la instalación del Centro de Conservación y Mejoramiento de Semen, quienes además de realizar análisis de fertilidad, también cuentan con equipos para la inseminación artificial y transplante de embriones de bovinos.

Igualmente, se han desarrollado líneas de investigación tecnológicas alternativas en recursos genéticos vegetales tales como: evaluación de abonos orgánicos a partir de microorganismos benéficos; utilización de material orgánico (desechos) como fertilizantes; implementación de cultivos orgánicos (café) etc. Sin embargo, estos han tenido un bajo impacto, por cuanto el incremento de los rendimientos es relativamente bajo. Además de presentar una desventaja que es la falta de cultura en usar este tipo de tecnología, en muchos casos los productores consideran que grandes aplicaciones de fertilizantes y/o agroquímicos son necesarias.

### Aspectos Etnobotánicos

En la década de 1980 la OMS estimó que el 80% de la población de los países en vías de desarrollo confiaban en la medicina tradicional. Un 75% de la población mundial depende de plantas o extracto de plantas como fuentes de medicamentos. La mitad de los fármacos que se utilizan en el mundo se utilizan con o sin prescripción. Muchos programas actualmente trabajan en busca de propiedades vegetales antisida y cáncer. Uno de estos es el Instituto Nacional del Cáncer de EEUU (INC), en Bethesda, que ha dedicado unos 8 millones de dólares para un programa de recolección y clasificación de plantas, algas y hongos. (MINSAL 1990).

En esta área en Nicaragua el Centro Nacional de Medicina Popular Tradicional (CNMPT), ha realizado una enorme labor de rescate del conocimiento popular que la población local posee sobre la diversidad genética de las plantas. Actualmente, cuenta con una colección de cerca de 800 especies de las cuales 300 han sido identi-

ficadas taxonómicamente. Los usuarios primarios de estos recursos son los agricultores, quien a la vez los cultivan y abastecen al Centro para su posterior preparación de medicamentos. Igualmente el CNMPT esta realizando investigaciones etnoveterinarias que conduzcan a un mayor conocimiento y difusión de las formas de uso de las plantas medicinales en animales domésticos (MINSA 1990). En total, se logro recopilar 119 especies distribuidas en 51 familias presentando éstas, diversidad de usos, principalmente para enfermedades diarreicas, pulmonares, dermatológicas entre otras.

Dada la cantidad de recursos genéticos propios de esta región, posiblemente exista una mayor cantidad de especies de plantas que presenten algún uso medicinal. Sin embargo, debido a lo difícil de obtener la información solamente se presentan estos datos.

Entre los problemas que este grupo de plantas presenta se pueden mencionar:

- Falta de estudios mas detallados sobre la flora, en especial sobre su posología y derivados.
- Insuficientes políticas nacionales y territoriales en cuanto a la promoción sobre el uso y aprovechamiento de las especies medicinales.
- Falta de una cultura en cuanto al uso de estas especies, sobre todo del sector urbano.
- Falta de incentivos sectorial que permita promocionar estas especies y sus derivados.

## Manejo y priorización de recursos

### Diversificación de los Sistemas Productivos

En el país han existido intentos de introducir o adaptar especies animales o vegetales con la finalidad de incrementar la producción global por unidad de área y también por diversificarla tanto en producción agrícola o pecuaria. En algunos casos los logros alcanzados han sido insuficientes por ejemplo tal es el caso del ganado menor, llamado Ovejas o Pelihuey (*Ovis* sp), el mismo presentaba excelentes características en cuanto a la producción de leche y carne, sin embargo las condiciones del país redujeron su capacidad de adaptación y por tanto el interés de los productores en la continuidad del mismo, en el mejor de los casos fue asumido por ciertos productores con capacidad financiera y tecnológica.

Otros intentos puntuales realizados son: el Búfalo de Agua (*Boballus* sp), el Avestruz (*Strutio* cameluz), que algunos productores han realizado teniendo ellos que costear su transporte y otros menesteres. Durante los últimos años se ha presentado un marcado interés en el uso de microorganismos del suelo, denominados benéficos, se están utilizando compuestos de bacterias para la fijación y/o incorporación de nitrógeno en el suelo en cultivos leguminosos (fríjol y soya), así como de diferentes cepas de hongos en cultivos de gramíneas (maíz y sorgo), los que hasta el momento marchan con buen suceso. Sin embargo se requiere de mayores estudios, recursos y política promocional.

Existen otras especies que debido a su poco conocimiento no son explotadas, caso concreto es una especie de la familia de los roedores, denominado Guatuso o Guatusa, la cual podría ser una alternativa de carne en su hábitat natural (Río San Juan), y por que no en el ámbito nacional. Sin embargo, estas especies con un buen sistema de manejo podrían ser una alternativa para los pequeños productores en las comunidades rurales.

Recientemente, compañías trasnacionales procedente de los Estados Unidos de Norteamérica y del Japón, han utilizado complejos de microorganismos (bacterias, hongos, etc.) en diferentes cultivos de importancia económica, tales como: soya, fríjol maíz entre otros, los que han presentado algunos resultados halagadores, sin embargo la adopción de esta tecnología deberá ser paulatina, para poder adaptarla, así como superar el hábito o la costumbre de los productores en cuanto a que la fertilización inorgánica es la mejor opción para producir.

Recientemente, se redescubrió una especie pariente silvestre del maíz, llamada teocinte (*Zea nicaraguensis*), la cual, debido a sus características particulares que la hacen diferente de las encontradas en México y Guatemala, podría convertirse en la tabla de salvación respecto a plagas y/o enfermedades en el país. Para ello se requiere del diseño de un buen programa de conservación, evaluación y mejoramiento de este importante recursos genéticos. En otros países los parientes silvestres de las especies cultivadas han resuelto serios problemas en este aspecto, por lo tanto, el teocinte representa un alto potencial de explotación.

Un caso concreto de aprovechamiento, lo constituye el hecho que algunas empresas agroindustriales del

Occidente del país, están agregando valor adicional a los productos del campo, especialmente en musáceas, raíces y tubérculos, lo cual le permite a estos productos más acabados, tener mayor nivel de competencia con otros productos de similares características, lo que plantea una pauta para otras especies propias de la región.

La utilización de especies vegetales con fines alimenticios, industriales, medicinales y ornamentales en los últimos 30 años ha tenido muchas variaciones. Estos cambios en la dinámica de algunos cultivos por ejemplo yute (*Corchorus capsularis*) y la Cabuya (*Foureaea* spp) los cuales en la década entre los 40 y los 60 eran sembradas para la obtención de mecates y sacos de yutes. Sin embargo poco a poco estos productos fueron sustituidos por materiales sintéticos elaborados por las industrias petroleras, ocasionando el abandono de esos cultivos. Este cambio generó un impacto en la economía nacional, pues el país debió destinar recursos para adquirir dichos los productos sintéticos, que vinieron a sustituir a los productos fabricados en el país, utilizando la fibra de los cultivos en mencción, y por lo tanto provocaron también la caída de esa producción.

Otro factor que ha provocado cambio en el uso de cultivos útiles, es la necesidad de las industrias químicas, farmacéuticas, alimenticias etc, las que demandan algunas especies para la extracción de alcaloides, pigmentos orgánicos, saponinas u otros tipos de sustancias orgánicas. Algunos cultivos que han incrementando su área de siembra para esta demanda son: la pitahaya, el árbol de teca, el neem y palma africana.

También ha estimulado el uso de muchas especies sobre todo herbáceas, la popularidad de la medicina natural para tratar enfermedades menores. Un efecto contrario a lo mencionado anteriormente es el que se ha presentado en la raicilla, que debido a los bajos precios con que se vende en el mercado nacional e internacional ha disminuido su explotación, y por lo tanto, la búsqueda de nuevos cultivares, los que conlleva al abandono y por lo tanto a la erosión genética de esta especie.

Muchas de las especies medicinales por encontrarse en estado silvestre y/o como malezas a orillas de caminos, en las milpas o como árboles secundarios del bosque, no tienen una verdadera presión, por el contrario los cambios del ambiente causados por la acción del hombre han favorecido su destrucción. Sin embargo algunas plantas como las que crecen dentro del bosque primario, en las áreas vírgenes o fronteras agrícolas, si se encuentran seriamente amenazadas por la destrucción del hombre en búsqueda de áreas de cultivos o de expansión de ganadería y/o explotación maderera.

El uso de plantas medicinales en la vida cotidiana popular, hace que en muchos hogares se promueva el cultivo casero de un gran número de especies medicinales, siendo en la mayoría de los casos el principal propósito para su cultivo, aunque muchas de ellas también pueden ser utilizadas como ornamentales. A la fecha se hace casi imposible hacer un análisis económico comparativo para poder cuantificar el aporte que este rubro medicinal hace a la economía del país.

En el área de la fruticultura, (Munguía 1998), plantea que ha presentado cierta disminución en su diversidad genética en los últimos años, producto de una dispersión de las plantaciones, los bajos niveles de producción así como un nivel de consumo per cápita extremadamente reducido. Entre los principales problemas, pero sobre todo los de orden técnico están:

- Falta de recursos humanos capacitados así como el desconocimiento de la tecnología de punta en cuanto a la producción.
- Necesidad de un buen sistema de almacenamiento y conservación de frutas.
- Incipiente investigación en el área, así como inadecuada multiplicación del material vegetativo lo que repercute en los bajos niveles de producción.
- Desconocimiento del posible valor económico que se puede agregar a las especies.

### **En cuanto a los aspectos socio económicos;**

- La actual política crediticia no permite un respaldo a la actividad frutícola, dado que es escaso, inoportuno, con altos intereses así como elitista.
- Falta de asistencia técnica de parte del sector gubernamental.
- Políticas que protejan al productor en cuanto a las exportaciones y sus ventajas de apertura de mercado nacional e internacional.
- Falta de promoción de frutas nativas y/o exóticas con un alto potencial de explotación, caso concreto la familia de las sapotáceas.

## Manejo de Recursos Genéticos.

En el caso del ganado vacuno en términos globales este se ha incrementado en los últimos años, sin embargo, la poca diversidad genética criolla han sido desplazada y los hatos de estos son muy reducidos (como el ganado Reyna) y en otro han desaparecido.

Especies animales silvestres como: Loras, Lapas, Garrobos, Tucanes, se han visto reducidos en su población por el incremento de su captura para exportarlos o comercializarlo a lo interno del país. Otras especies animales también se han visto disminuida en su población, sobre todo especies cuyo hábitat es el agua dulce, tales como: peces y crustáceos, debido a la contaminación de las aguas, por desechos industriales, excesivo uso de pesticidas y por la contaminación de desechos orgánicos llegados de las ciudades o poblados.

Respecto a las alternativas en la población o diversidad genética animal, las características propias de la ganadería en el país, son los bajos niveles de productividad (producción y reproducción) que es el factor que más limita la capacidad de competencia e impide alcanzar niveles mínimos de rentabilidad. Entre los principales problemas de orden tecnológico que enfrenta este sector, se encuentran:

- Deficiente alimentación del ganado, por lo tanto bajo niveles de productividad.
- Falta de un adecuado manejo del ganado lo que causa altas tasas de mortalidad, inapropiada alimentación, así como mal manejo de animales gestantes.
- Sub-utilización de la capacidad genética, debido al incongruencia de los otros elementos o etapas del sistema.
- Altas incidencias de enfermedades y falta de control de las mismas.

En el Pacífico la explotación del camarón de manera artesanal es un factor que esta contribuyendo a la erosión genética de esa especies. Es por todos conocido que el establecimiento de estanques en sitios de manglares rojo es antieconómico y antiecológico. La destrucción de la fauna de acompañamiento en el proceso de capturas de post larvas, se debe a una falta de capacitación técnica adecuada. De igual manera estos ecosistemas proveen áreas de viveros y alimentación para una diversidad de especies de fauna costeras. Por ejemplo, cuatro de las seis especies de camarones comercialmente importantes en el Pacífico, requieren en su ciclo vital arribar a zonas de manglares, que además forman parte de la cadena alimenticia de los peces de interés comercial. Igualmente, se presenta la contaminación de materia orgánica e inorgánica (alimentos y fertilizantes), provenientes de estanques camarones con un manejo inadecuado.

El auge de la camaronicultura en los últimos años, representa un cambio importante en los recursos naturales del Pacífico (20 empresa establecidas), dentro de ellos existe diversas formas de explotación: extensivas, semi-extensivas, semi-intensivos e intensivos, donde las condiciones ecológicas facilitan altos rendimientos y productividad.

En el área caribeña los factores económicos y sociales han influido indirectamente en la conservación de los ambientes marinos y por lo tanto, en la eliminación de la diversidad genética. A pesar de la poca actividad humana en la zona, el ambiente costero está amenazado por la sobre explotación de la pesca y la creciente erosión ocasionada por la deforestación. Los recursos langosteros están muy cerca de su óptimo límite de acopio (tal como lo evidencia la drástica reducción en la captura por unidad de esfuerzo durante los últimos tres años). La captura indiscriminada y sin regulación de la langosta, los tiburones y la fauna acompañante son las razones principales del acelerado descenso de muchos recursos marinos (MAG-FOR 1996).

La explotación no planificada de los recursos naturales ha conducido a que, varias poblaciones de flora y fauna hayan disminuido considerablemente en nuestro país. Esto es especialmente evidente en el sector forestal, donde las repercusiones dentro de la economía se están comenzando a sentir, de tal manera que la disminución de las especies maderables de gran importancia comercial, está provocando una presión sobre aquellas especies arbóreas de madera de menor calidad o importancia comercial.

Caso contrario sucede con aquellas especies de interés comercial (venta de semillas en el ámbito nacional e internacional), donde los volúmenes de venta se han incrementado hasta en un 20% para las especies exóticas y el 48% en especies de la región.

Por ejemplo, el volumen total de venta en el Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales en 1987 fue de 3,320 Kg de semilla multiplicado por US. \$45.00 como promedio de sus precios, generó

la cantidad de US. \$149,400.00, sin embargo para 1995 se esperaba un volumen de venta de 5,200 Kg lo que generaría la cantidad de US. \$ 234,000.00. Estos recursos financieros evidentemente aportan cifras importantes a la economía del país (BSF-CB 1998).

Durante los últimos quince años las exportaciones de productos no tradicionales en Latino América y el Caribe, principalmente hacia los Estados Unidos y otros países desarrollados han mostrado un notable crecimiento. En 1970 Latino América y el Caribe exportaron US. \$200 millones de dólares y para 1993 US. \$ 1.65 billones de dólares.

A pesar de que ha existido mucho riesgo en su producción y comercialización, los niveles de rentabilidad promedio, superiores a los de cultivos tradicionales siguen incentivando el aumento de áreas de siembra y producción.

## 2. ACCESO A LOS RECURSOS GENÉTICOS

### Introducción

Los recursos genéticos vegetales incluye las variedades cultivadas, primitivas y los parientes silvestres de los cultivos. Sin embargo también incluyen los materiales genéticos especiales, líneas avanzadas usadas en la producción de híbridos y variedades mejoradas, estas últimas propiedad de las compañías productoras de semillas. Mientras que los primeros son generalmente de libre acceso, los segundos no lo son.

Otro aspecto importante de analizar es la distribución de los recursos genéticos de las principales especies cultivadas. El científico ruso Vavilov (1900), con sus estudios demostró que estos recursos no están distribuidos al azar, sino que existen regiones específicas donde las plantas se domesticaron por primera vez, denominados Centros de Origen o Centros de Diversidad Genética. De tal manera que ningún país puede señalarse como autosuficiente en materia de recursos genéticos por lo que unos dependen de otros en este aspecto.

La distribución de la biodiversidad vegetal en el mundo y su utilización en la producción de alimentos y en la industria, demuestran que existe interdependencia entre las regiones. Por ejemplo, se estima que la región latinoamericana aporta al resto del mundo 35% de los cultivos utilizados en la elaboración de alimentos (principalmente maíz, frijol, papa, yuca, frutas, camote entre otros), pero depende en un 35% de la producción de alimentos de otras regiones (trigo, cebada y arroz). Respecto a los principales cultivos industriales, la región latinoamericana aporta 34% al mundo (cacao, algodón, hule y tabaco), pero depende en un 72% de cultivos de otras regiones (Kloppenburg y Kleinman 1987)

Bajo esta premisa, se puede decir que tanto los países desarrollados como los en vías de desarrollo, necesitan los beneficios que proporciona la biodiversidad. En tal sentido es necesario revisar la situación actual con respecto a quien es dueño de la biodiversidad. La resolución 8/83 de la FAO no es práctica desde cualquier punto de vista, dado que ningún otro recurso natural (minerales, madera, petróleo etc.) es considerado patrimonio de la humanidad. Por lo tanto, debe existir un mecanismo conciliatorio que permita la utilización racional de la biodiversidad para una distribución justa y equitativa. La prospección de la biodiversidad (Bioprospección) es la exploración, extracción y selección de la diversidad biológica y del conocimiento indígena en busca de recursos genéticos y/o bioquímicos de valor comercial.

Actualmente, un número creciente de corporaciones farmacéuticas, compañías de biotecnología y sus intermediarios están asechando las selvas, los campos y las aguas de los países en desarrollo, sus riquezas biológicas y su conocimiento indígena. Instituciones con sede en el norte buscan el acceso a la biodiversidad tropical, con el principal propósito de desarrollar productos patentables y lucrativos, no importando cuán convincente sea su retórica, la conservación y la equidad son temas secundarios. Bajo la gran mayoría de los actuales acuerdos de bioprospección, cada vez que los pueblos indígenas comparten información o materiales genéticos, de hecho pierden el control sobre dichos recursos, sin importar si son o no compensados por ello (RAFI 1993).

Por lo tanto se estima que las plantas medicinales y los microorganismos provenientes del sur contribuyen por lo menos, con 30 billones de dólares al año a la industria farmacéutica internacional. Se estima de manera conservadora, que el mercado para los especímenes de productos naturales para la investigación.

De manera tal que en los actuales momentos la conservación y uso sostenible, así como el empleo de los

beneficios obtenidos en bien de la sociedad, es un reto a enfrentar.

El país no cuenta con un sistema nacional que desarrolle la prospección de la biodiversidad con aplicación de los conceptos anteriormente señalados. Se sabe que existen universidades que desarrollan investigación básica y pocas veces aplicada. También hay laboratorios privados que se dedican a la colecta de especies silvestres y/o domesticadas para su utilización inmediata o añadiéndole un valor agregado. Estas actividades reflejan el papel que juegan los intermediarios, dentro de los cuales se encuentran científicos que de forma individual o institucional se han convertido en verdaderos corredores de bolsa (obtención de regalías) que realizan el trabajo de exploración, recolección y envío de muestras y materiales genéticos a los laboratorios extranjeros. No existen registros que muestren con certeza el uso que se le da a esa diversidad genética, a pesar que es obvio que se utiliza intensivamente. No existe control a nivel de campo, carreteras y aduanas, la mayoría de las veces el único requerimiento es el certificado fitosanitario, documento que no tiene que ver nada con la legalidad o ilegalidad de las muestras de los recursos genéticos que están siendo exportados.

Como consecuencia, no se tiene evidencia o control que regule el uso sostenible de estos recursos. Los beneficios obtenidos son recibidos por grupos minoritarios, sin retribuir parte de los mismos al Estado o las comunidades rurales a partir de los cuales obtuvieron el conocimiento popular y/o material genético. Por lo tanto, no es posible presentar datos concretos sobre las organizaciones, entidades y/o personas involucradas en la exportación de la biodiversidad.

El desarrollo de la investigación básica y aplicada en recursos genéticos requiere muchas veces de la participación de instituciones nacionales e internacionales. En ese sentido, en el país se han desarrollado actividades de prospección de materiales genéticos cultivados y parientes silvestres desde principio de siglo, cuando Wellhausen (1945) realizó colectas de maíz (*Zea mays*), así como en la Costa Caribe cuando la transnacional EMERY CO, comenzó a extraer recursos genéticos forestales en el año de 1894. La bibliografía reporta importantes expediciones de recurso genéticos tales como frijol, camote etc. (León 1987).

Los objetivos de dichas exploraciones, respondían en principio a los intereses de instituciones internacionales en coleccionar, conservar y utilizar los recursos genéticos de las plantas cultivadas en sus centros de origen o diversidad. A partir de los años 80s el convencimiento en el ámbito nacional de la importancia que representa la conservación y utilización de la riqueza genética de la cual el país es poseedor, trajo como resultado el que se comenzara a estudiar y aprovechar con más interés nuestra biodiversidad. Prueba de ello fue la creación de instancias o ministerios que desarrollaron acciones de protección de esos recursos. Igualmente las Universidades y posteriormente los ONG's iniciaron trabajo en esa línea.

En la actualidad el procedimiento que han usado los investigadores y/o instituciones extranjeras y que no se encuentra registrado en ningún manual de procedimiento institucional pero que debería institucionalizarse es el siguiente:

- Tanto científicos nacionales como extranjeros deben ponerse de acuerdo en las especies de interés.
- Los costos deben ser pagados en la mayoría de casos por las instituciones internacionales.
- Se debe cumplir con los lineamientos planteados en el código de recolección.
- El 50% del material colectado en el país debe quedar en el territorio nacional, así como la información recabada durante la recolección.
- Debe existir un claro compromiso de compartir los méritos académicos entre los participantes.
- Las autoridades respectivas de las instituciones nacionales deben conocer y autorizar las actividades en las que están participando sus científicos.
- No se debe coleccionar en áreas protegidas sin su respectiva autorización.
- Se solicitan certificados fitosanitarios para los productos vegetales obtenidos.
- En todos los casos se deben compartir los resultados.

Sin embargo en medio de este descontrol, se puede decir que las actividades de bioprospección científica, es decir, aquellas en las que participan científicos nacionales y algunas veces extranjeros, solo son registradas en el centro de trabajo o en la institución que impulso la gira de bioprospección, y pocas veces la información se distribuye para conocerse. Además que las mismas no tienen como objetivo la obtención de ganancias de tipo económico ( Ver Cuadro No. 5).

La prospección y colecta en el país ha estado principalmente enfocada al conocimiento y conservación del germoplasma, por cuanto, ha sido una investigación para determinar la diversidad genética existente y sus formas de conservarla. Por tal razón, es necesario proponer acciones y líneas de trabajo en función de conocer y explotar los compuestos químicos (posología) de estos recursos genéticos, en función de resolver los agudos problemas que atraviesa la población. También el gobierno debe fomentar medidas económicas y/o estructurales en beneficio del estudio, conservación y exploración de los recursos genéticos.

Entre los principales problemas o limitantes que se presentan en esta actividad, se pueden citar:

1. Falta de una instancia de carácter nacional que norme y/o regule toda actividad de bioprospección en el país.
2. No existe un acuerdo multinacional en cuanto a la distribución de los beneficios que se derivan del uso y aprovechamiento de los recursos genéticos.
3. Falta de promoción de la reintroducción de especies o cultivares erosionados o en peligro de extinción en determinadas zonas, tales como frijol, maíz, cucúrbitas etc.
4. No existe una relación de coordinación (financiera, organizacional o comunicativa), entre las diferentes instancias involucradas, tales como; INTA, MAG-FOR, MARENA, Instituciones involucradas u ONG´s en general.
5. Desconocimiento de los aspectos jurídicoslegales que regulan el acceso y utilización de los recursos genéticos en el país, entre las principales instituciones involucradas.

Cuadro 5: Estado de la Bioprospección (exploración, colecta y caracterización) de los recursos genéticos en el país.

ENTIDAD	ESPECIE/RAZA	OBJETIVO	REGION	AÑO
REGEN UNA	Ipomoea batata	Diversidad genética Conservación	Todo el país	1999
REGEN UNA	Pouteria sapota P. campechiana P. viridis Chrisophyllum Cainito Manicara Sapota	Diversidad genética Conservación y Caracterización	Todo el país	1995-7
REGEN UNA	Anona muricata Anona reticulata Anona squamosa Anona purpurea	Diversidad genética Conservación y Caracterización	Todo el país	1999-2000
Welhausen et al	Zea mays	Colecta	Todo el país	1952-56
Dávila M. et al UNAN-LEON	Saval mexicana Cucurbitas	Diversidad genética Conservación	Occidente	1999
REGEN UNA	Jikama Zea nicaraguensis	Conservación Diversidad genética	Todo el país Occidente	1992
REGEN UNA	Ipomoea batata	Diversidad genética Conservación	Todo el país	1998 1994

## LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

### Derechos de los Mejoradores

Los recursos genéticos han sido interpretados como un bien común, herencia de la humanidad. Por otro lado, desde el punto de vista de los mejoradores, los genotipos por ellos producidos tienen un valor comercial. Con la comercialización de la agricultura y el incremento de la importancia de las variedades mejoradas, la diversidad genética vegetal se está convirtiendo en un recurso altamente valuable.

Para proteger sus inversiones, existen los derechos de los mejoradores (plant breeder rights PBR), los cuales han sido conferidos en algunos a los mejoradores de plantas con lo que excluyen a otros de producir y vender material propagativo de una variedad protegida durante un periodo de 15 - 20 años, siendo por lo tanto, una variedad mejorada y protegida legalmente propiedad del mejorador.

Este principio fue desarrollado por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). Para poder ser elegible a esta protección (PBR) una variedad deberá ser distinta, uniforme y estable, además de no ser comercializada en cierto periodo antes de liberarse. En un principio, el concepto de uso único por parte del propietario trajo mucha controversia, por lo que fue necesario emitir el concepto conocido como excepción para los mejoradores, el cual consiste en que cualquier mejorador puede utilizar este material genético para futuros trabajos de mejoramiento, de igual manera se ha permitido a los agricultores reutilizar parte de la semilla producida para la siguiente siembra.

Los privilegios del agricultor han sido seriamente restringidos en la versión de la UPOV de 1991. Sin embargo, los países están libres de reglamentar el derecho del agricultor de usar su propia semilla. Actualmente hay 21 países miembros que han adoptado la convención revisada de la UPOV, principalmente países europeos, Estados Unidos, Canadá y Japón. Actualmente está abierto a todos los países.

En el tratado de libre comercio de los Estados Unidos de Norte América (NAFTA) existe un acuerdo en donde los países signatarios aceptan la convención de UPOV, aunque dejan abierta la posibilidad de proteger las obtenciones vegetales con patentes o como protección sui generis.

La discusión de los Sistemas de Propiedad Intelectual relacionados con el comercio (TRIP), desarrollados bajo el Acuerdo General sobre Tarifas e Intercambio Comercial (GATT) obliga a los firmantes del mismo introducir aspectos relativos a la legislación, para garantizar la protección de la propiedad intelectual de variedades mejoradas. Argentina y Paraguay fueron los primeros países en desarrollo, en iniciar el proceso de adhesión a la Convención de UPOV, otros países como Chile, Cuba tienen un sistema análogo de protección (Collins 1994).

### Derechos de Patentes

Las patentes son derechos conferidos por los gobiernos, por cierto periodo de tiempo, típicamente 15 - 20 años, en reconocimiento a la contribución intelectual en la invención de un producto o de un proceso con aplicación industrial. Para poder ser elegible y obtener una patente, la creación debe ser nueva, no ser obvia para una persona entrenada en el campo respectivo y debe presentar alguna aplicación industrial.

La oficina de comercio y patentes de los Estados Unidos (USPTO) antes de 1977 consideraba a los productos naturales y procesos como productos de la naturaleza, por lo tanto no podían calificar para ser patentados. Sin embargo, después de este año, la Corte de Consumo estableció, que se pueden patentar nuevas formas o composiciones de productos naturales, estableciéndose claramente, que la patente no se puede otorgar a productos de la naturaleza per se. Como resultado, productos naturales purificados aislados de la materia viviente fueron considerados como nuevos y de esta forma calificar para patentes. Basados en esta decisión, patentes en materias vivientes fueron autorizadas en USA. La Corte Suprema de Estados Unidos autoriza la primera patente para una bacteria transformada en 1980. En abril de 1987 la USPTO permitió la autorización para que todos los organismos vivientes multicelulares, incluyendo animales (excepto al hombre) pudieran ser patentados.

En la actualidad existe controversia en los criterios establecidos para considerar la patente de un material biológico. Por ejemplo, ¿Cuanto difiere un proceso de otro para ser considerado como nuevo?

A pesar que en la actualidad, se reconoce el derecho de los mejoradores y los derechos de los agricultores,

los avances en la biotecnología y la posibilidad de patentar secuencias genéticas y genes ponen en peligro dichos derechos. Caso concreto, para el desarrollo de una variedad transgénica se requiere de inventos intermedios que pudieron haber sido patentados previamente, por ejemplo, el procedimiento que identificó el gen de interés, el gen mismo, el proceso de transformación empleado, y los mecanismos de expresión del gen. Por lo tanto, el desarrollo de una nueva variedad va a estar en función del permiso otorgado por los dueños de las patentes que resguardan los procesos previos a la conformación final que es la nueva planta transgénica (Collins 1994).

Como resultado de las tendencias en el ámbito mundial en cuanto a sistemas de patentes, patrocinados por los países desarrollados, el concepto de soberanía nacional ha comenzado a ser utilizado por los países afectados, en función de definir la propiedad sobre los recursos que se encuentran dentro de sus límites, los cuales a su vez han sido declarados de importancia nacional.

Actualmente algunos países permiten la recolección y salida de ciertos materiales genéticos a cambio de entrenamiento, tecnología u otra clase de capacitación para programas nacionales. Esta política ha encontrado soporte en la elaboración por parte de FAO del Código de Conducta para Colección y Transferencia de Germoplasma Vegetal y la Conservación de Diversidad Biológica (CBD)

### Derecho de los Agricultores

En el marco resolutivo de la FAO, esta define a los derechos de los agricultores como: derechos que se originan por la contribución en el pasado, presente y futuro de los agricultores en conservar, mejorar y hacer disponible los recursos genéticos vegetales, especialmente aquellos en los centros de origen y diversidad genética.

A la luz de los acuerdos mundiales, aun los países firmantes del convenio de 1991 de UPOV, pueden retener la llamada excepción de los agricultores. Es decir, el acta de 1991 permite a los países desarrollar legislaciones relativas a los derechos de los agricultores.

A pesar de reconocer la necesidad de distribuir los beneficios del uso de germoplasma vegetal entre los agricultores, existe controversia respecto a sí en realidad este derecho puede concebirse como parte de la propiedad intelectual.

De acuerdo a Brush 1992, existen muchas razones que indican que el uso del concepto convencional de propiedad intelectual no es aplicable a los derechos de los agricultores.

Por lo que concluye, que la mejor forma de interpretar los derechos de los agricultores es no considerarlo propiamente dentro del concepto de derechos de propiedad intelectual. Sugiere que este derecho sea recompensado con un fondo destinado para programas de conservación in situ, para complementar los esfuerzos de los bancos genéticos existentes (ex situ). El tipo de conservación in situ sugerida es la que en los momentos actuales están desarrollando los agricultores que utilizan sistemas de producción basados en tecnología agrícola tradicional, localizados principalmente en los centros de origen y diversidad de plantas cultivadas.

### Propiedad Intelectual relacionados al Comercio (TRIPs).

Este acuerdo responde básicamente a los intereses de los países desarrollados, los cuales como ya ha sido mencionado, consideran de libre intercambio los materiales genéticos que no han sufrido mejora según el concepto occidental y están presentes en los centros de origen y diversidad de plantas cultivadas, mientras que restringen el acceso a los materiales genéticos mejorados, los cuales han tenido su fundamento en los provenientes de los países en desarrollo.

En particular el artículo 27 del convenio UPOV obliga a los países a establecer en sus respectivas constituciones elementos referentes a propiedad intelectual. Se resumen los siguientes elementos:

- Se debe reproducir el régimen de derechos de propiedad intelectual de los países industrializados.
- Se debe extender el derecho de patentes a los microorganismos y formas de vida modificados.
- Obliga a las naciones a autorizar patentes u otra forma de protección a las variedades de plantas.
- Extiende los derechos de patentes alrededor del mundo de los productos farmacéuticos.
- Incrementa el tiempo de protección de las patentes hasta 20 años.

- Otorga protección indefinida para los secretos tecnológicos.  
  
Estos elementos tienen su efecto negativo sobre la biodiversidad, los cuales son resumidos por Singh (1996).
- La destrucción de los derechos, conocimiento, innovación y tipo de vida tradicional de las comunidades, así como el hecho de no reconocer el conocimiento de los sistemas tradicionales, lo cual conllevará a la destrucción de la biodiversidad y las comunidades tradicionales, las cuales son las que nutren la riqueza biológica.
- La usurpación del conocimiento e innovación de las comunidades indígenas y otras comunidades locales.
- Se está creando una nueva forma de proteccionismo tecnológico.
- Negación del acceso al conocimiento y los sistemas tradicionales de producción.
- Se favorece al sistema de monocultivo
- Los derechos de propiedad intelectual en plantas, animales y microorganismos del suelo transgénicos, son un atentado contra la biodiversidad.
- Afecta los valores culturales de las sociedades de los países en vías de desarrollo, las cuales realizan libre intercambio de sus materiales, conocimiento, información, semillas e introduce conceptos de (propiedad sobre las formas vivientes) que son incompatibles con sus valores y forma de ver al mundo.

Por lo tanto, los países en desarrollo necesitan prepararse para la revisión de estos acuerdos en el futuro. Se piensa crear un sistema propio (sui generis) que responda a las necesidades y características de cada país, como una manera más equitativa en cuanto al uso de la biodiversidad.

### **Derechos de propiedad intelectual y sus particularidades**

Debido a los problemas existentes en materia de propiedad de los recursos genéticos, se han desarrollado foros de discusión desde 1983 dentro de la FAO, dando como productos, el establecimiento de la Comisión de Recursos Genéticos Vegetales.

Esta Comisión es el foro donde donantes y usuarios de germoplasma, fondos y tecnología discuten en igualdad de condición, todos los problemas mencionados, respecto a la propiedad de los mismos. Esta comisión se ha reunido en los años 1985, 1987, 1991 y 1993.

La principal función de la Comisión es monitorear la implementación de los principios del Acuerdo Internacional sobre Recursos Genéticos establecidos en 1983. El acuerdo tiene como objetivo, asegurar que dichos recursos, especialmente las especies de importancia social y económica para el presente y futuro, sean identificadas, colectadas, conservadas, evaluadas y puestas a disposición sin ninguna restricción. Hasta la fecha 110 países se han adherido al acuerdo (Collins 1994).

En el acuerdo mencionado, el concepto de recursos genéticos vegetales comprende variedades cultivadas actualmente y las nuevas en desarrollo, cultivares obsoletos, cultivares primitivos (landraces), especies silvestres y especies emparentadas con las especies cultivadas, stocks genéticos especiales (líneas elites, líneas desarrolladas por mejoradores etc). Como era de esperarse, muchos países desarrollados se opusieron a incluir los stocks especiales en el acuerdo, debido a que según ellos, en los países industrializados dichos materiales estaban incluidos en la ley de propiedad intelectual y además estaban sujetos a patentes o a derechos de los mejoradores. Por otro lado, los países en desarrollo argumentaron que los stocks genéticos especiales se han derivado básicamente a partir de germoplasma originado dentro de sus fronteras, por lo que debería de estar disponible sin ningún costo, tal como el material fundador u original lo fue en un inicio.

La problemática fue planteada y discutida en los foros realizados después de 1983, dando como resultado un sistema aparentemente más justo que incluía el concepto de Derechos de los Mejoradores y Derechos de los Agricultores, con la adición del concepto aceptado de la Soberanía Nacional sobre los recursos genéticos. El resultado de esta acción fue el establecimiento de un Fondo Internacional para los Recursos Genéticos Vegetales. Para establecer las necesidades del fondo, tanto la FAO como el IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) están encargados de preparar un reporte sobre el estado mundial de los recursos genéticos y la preparación de un plan de acción global, el cual fue desarrollado en Leipzig, Alemania en 1996 (FAO 1996). Sin embargo en los

documentos resultantes de dicha reunión, no se presenta ninguna resolución y plan a seguir en materia de legislación en propiedad intelectual (FAO 1996).

### Naciones Unidas, Ambiente, Desarrollo y sus Implicaciones

El debate discutido con anterioridad respecto a la propiedad de los recursos genéticos vegetales no excluye de ninguna manera los conceptos referentes a flora silvestre o bien biodiversidad en general. Este tema ha sido tratado con amplitud desde que se desarrolló la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en Río de Janeiro, Brasil en Junio de 1992. Esta Convención (CBD), reconoce la biodiversidad como un elemento común (common concern) antes que herencia común (common heritage) de la humanidad.

El artículo 15 relativo al acceso a los recursos genéticos establece el reconocimiento de los derechos de soberanía de los estados sobre sus recursos naturales, la autoridad para determinar el acceso a los recursos genéticos será definido por los estados, estando sujetos a la vez, a la legislación nacional.

La legislación nacional deberá promover la distribución justa de los beneficios obtenidos a partir del uso comercial de los recursos. Los artículos 15 y 16, definen las formas en las cuales un país determinado puede ser beneficiado:

- Participación en la investigación usando los recursos generados
- Recibiendo tecnología que usa como materia el recurso
- Compartiendo los recursos financieros generados por la explotación comercial del recurso.

Collins (1993) hace un análisis de la Convención sobre Diversidad Biológica y los derechos de propiedad intelectual, arribando a las siguientes conclusiones:

- La convención promueve el libre comercio de los recursos genéticos y de las tecnologías pertinentes para esos recursos.
- Establece un mecanismo para financiar la conservación y el desarrollo de la biodiversidad, y fija la obligación de los países desarrollados para financiar estas actividades y tomar medidas que promuevan la transferencia de tecnologías para la conservación y uso de la biodiversidad.
- La convención mostró resultados satisfactorios para la mayor parte de los países.
- La convención proporciona una guía a los países que deseen promover políticas de prospección de biodiversidad adecuadas.
- Código de conducta respecto al intercambio de recursos genéticos.

El código elaborado por FAO en 1989, tiene como objetivo conformar una herramienta importante en la regulación de la recolección e intercambio de recursos genéticos así como su información asociada, la cual incluye conocimiento indígena. El primer tratado fue presentado en 1991 y la versión corregida fue adaptada en 1993. Los principios del código se basan en que la conservación de los recursos genéticos es responsabilidad de la humanidad y que las naciones tienen derechos soberanos sobre los recursos genéticos vegetales de sus territorios.

El código establece claramente que los países pueden regular la recolección de germoplasma mediante la emisión de permisos de recolecta. Estos permisos son diferentes a los permisos de exportación e importación así como de los certificados fitosanitarios que los países requieran para el movimiento de germoplasma a través de fronteras. El artículo 14 del código enumera las formas en las que los beneficios de la recolección del germoplasma pueden ser distribuidos entre las comunidades locales, agricultores y los países en donde se realiza la recolección.

### Beneficios de la recolección.

- Facilitar el acceso a nuevas variedades mejoradas y otros productos, mediante acuerdo mutuo.
- Apoyar la investigación relevante para la conservación y utilización de recursos genéticos, incluyendo tecnologías convencionales y nuevas, así como estrategias de conservación tanto in situ como ex situ.

- Brindar entrenamiento tanto en el ámbito profesional como de agricultores, para mejorar las destrezas locales en la conservación de Recursos Genéticos, evaluación, desarrollo, propagación y uso.
- Facilitar la transferencia de tecnología apropiada para la conservación y uso de los Recursos Genéticos.
- Apoyar a los programas tendientes a evaluar y mejorar las variedades antiguas de los agricultores u otro germoplasma nativo.
- Brindar soporte apropiado a los agricultores y comunidades para conservar el germoplasma nativo del tipo colectado por la misión.
- Generar información científica y técnica obtenida del germoplasma colectado.

### Otros casos relevantes de legislación nacional e internacional.

Una responsabilidad de los colectores, que el código enfatiza, es que se debe de minimizar el efecto dañino al ambiente y a la biodiversidad. De igual manera el artículo 9 (conservación in situ) de la CBD enfatiza en el mismo punto. La recolección de germoplasma no debe de contribuir a la erosión genética o daños al ecosistema. Algunos países ya han emitido leyes restringiendo la recolección de especies vegetales, especialmente de aquellas que están en peligro de extinción, protegiendo sus hábitat y regulando áreas de protección como parques nacionales.

La recolección y transferencia de especies en peligro de extinción y sus productos están sujetas a las provisiones de otro tratado internacional, la Convención Internacional de Comercio de Especies Silvestres de Fauna y Flora en Peligro (CITES).

Este tratado entró en vigor en 1975 y actualmente tiene mas de 115 miembros, regula el comercio internacional de especies en peligro de extinción y regula y monitorea otras especies que pueden caer en esta categoría. CITES ha establecido un sistema en el ámbito mundial del control del comercio internacional de especies en peligro de extinción y sus productos, mediante el establecimiento de permisos gubernamentales para su comercialización.

### Legislación Nacional

La constitución Política de la República de 1987, reformada en julio de 1995 es la Carta Fundamental de la República. Las demás leyes están subordinadas a ella. “No tendrán valor alguno, tratados, ordenes o disposiciones que se opongan o alteren sus disposiciones.

Debemos tener presente que en nuestro país no se han dictado normas que tuvieran como finalidad reglamentar, de manera integral, los recursos naturales, lo cual implica la necesidad de realizar análisis puntuales de leyes sectoriales de distintas naturaleza que, de alguna manera tocan el tema y son puntos de discusión en nuestra realidad institucional, jurídica, social, política y económica.

Nicaragua ha venido elaborando leyes desde el año de 1940, dirigidas a la protección y conservación de los recursos genéticos en general, sin embargo, las mismas no han sido implementadas de la mejor manera.

La Convención Mundial para la Protección de Flora y Fauna y las Bellezas Escénicas de los Países de América, ratificada por Nicaragua en 1946, constituye el primer instrumento jurídico formal aceptado. Si bien este convenio tiene un alcance limitado en áreas concretas de la conservación, obliga a los Estados a tomar una serie de medidas jurídicas para la protección de los recursos naturales. Esta convención no respondió al nivel de desarrollo de nuestras instituciones (Estado, sociedad civil), lo cual hizo difícil su aplicación en nuestro país.

Posteriormente, en el año de 1977, Nicaragua ratificó la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES). Este convenio es la primera Ley de la República que tiene como objetivo la regulación del tráfico internacional de especies.

Finalmente, ha sido aprobada en Nicaragua la Ley General del Ambiente y los Recursos Naturales, la cual tiene por objeto “establecer las normas para la conservación, protección, preservación, mejoramiento y restauración de los recursos naturales, asegurando su uso y manejo racional sostenible (UICN 1987).

## Recursos Genéticos Vegetales

En el transcurso del tiempo se han creado instancias para organizar a las instituciones y/o sectores involucradas en el manejo y conservación de los recursos genéticos, tales como el Instituto de Recursos Naturales y el Ambiente (IRENA - 1980), el Programa de Recursos Genéticos Nicaragüense (REGEN 1984), la Comisión Nacional de Recursos Genéticos (CONAREG, 1993), la Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABI, 1995), y la más reciente la Comisión Nacional de Recursos Fitogenéticos (CORFINIC, 1998), sin embargo ninguna de ellas ha podido consolidarse y por el contrario nacen, crecen y desaparecen, producto principalmente, a la falta de respaldo económico y técnico.

Últimamente, se creó en 1996 una instancia, denominada Comisión Nacional de Biodiversidad (CONA-BIO), la cual entre sus principales funciones esta la de fomentar la conservación y regulación de los recursos genéticos o biodiversidad. Sin embargo, la misma no ha tenido el impacto que se esperaba. Caso contrario, en otros países (México) donde el presidente de la República es el presidente ejecutivo de la misma, lo que garantiza brindarle a la Comisión respaldo y solidez pero sobre todo apoyo económico. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos para organizar y promover la conservación de los Recursos Genéticos, continúa habiendo resistencia institucional, gubernamental y hasta personal, sobresaliendo el lucro personal antes que la conservación sostenible de los recursos genéticos.

Para el año de 1998 por decreto oficial se crea la Ley No 280 denominada Ley de Producción y Comercio de Semillas y su Reglamento, siendo este instrumento legal mas bien un regulador del comercio de semillas en el ámbito nacional. Sin embargo, esta Ley en su artículo 13 inciso 1, contiene entre otras cosas la siguiente función; Proponer políticas de investigación y desarrollo sobre semillas, pero este artículo no ha sido utilizado en la extensión de la palabra, por lo que la presente ley no representa ningún incentivo a la investigación y desarrollo de los recursos genéticos, a pesar que la misma es administrada totalmente por el Ministerio Agropecuario y Forestal.

En los actuales momentos y dada la perspectiva de la globalización, el país se vio obligado en nombre de un desarrollo e inversión económica a aceptar un sinnúmero de instrumentos legales para la apertura de sus fronteras al comercio. Bajo este concepto de la globalización se creo la Ley No. 318 que reza de la siguiente manera, Ley de Protección para las Obtenciones Vegetales, elaborándose también su reglamento, teniendo la misma el objetivo fundamental de retribuirle la inversión económica cuando se pone a punto una nueva variedad por parte de un investigador nacional o extranjero, o una compañía transnacional. En ambos instrumentos no se contempla la aprobación de organismos genéticamente modificados (OGM).

La presente ley contiene algunas ventajas para el país, por cuanto permite a los mejoradores y/o instituciones nacionales, poder acceder y utilizar el material avanzado para fines de investigación. Sin embargo, el poco desarrollo del mejoramiento vegetal en el país, hace que esta posible ventaja no sea de mucha utilidad, por cuanto carecemos de tecnología y personal adecuado suficiente. Valdría la pena preguntarse; porqué solamente Nicaragua y Panamá se han adherido al Convenio UPOV.

Realmente, Nicaragua como país rico en recursos genéticos debió haberse reunido con los demás países de la región (Centro América, el Caribe y posiblemente Las Antillas), para discutir, consensuar y proponer un sistema de legislación regional que garantizara un tipo de acceso y utilización mas justo y uniforme, pero sobre todo en aspectos tecnológicos.

Porque por ejemplo; para fines del año 2000 como fecha tope, el INTA debería de registrar algunas variedades como parte del proceso de implementación de esta Ley, sin embargo el INTA a pesar de recibir un presupuesto de la república para desarrollar investigaciones, todavía no se encuentra en capacidad de responder a esta Ley. Por lo tanto, es una realidad que el país no estaba preparado para la firma de la misma.

### Porque no hablar de un sistema Sui generis regional?

Por el contrario, este sistema y como una propuesta en bloque, podría haber representado una alternativa más provechosa para los intereses de los campesinos y/o productores, debido a que en la región se comparten muchas especies y habitats, lo que hace más efectivo este posible sistema de legislación, además que algunos países presentan mayor desarrollo tecnológico (laboratorios, personal etc.) que otros, por lo tanto, la respuesta sería mas

integral.

En cuanto a la creación, introducción, transferencia y/o manipulación de los Organismos Genéticamente Modificado (OGM) o transgénicos, el país se encuentra totalmente desprovisto de elementos jurídicos legales internos que regulen esta actividad. Igualmente, no se cuenta con un sistema tecnológico adecuado (infraestructura de cuarentena, laboratorios especializados, personal capacitado etc.) que permita garantizar un control en la manipulación de estos organismos en el país. En esta materia, el país ha firmado en el ámbito internacional el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (2000), el cual se deriva del Convenio de Diversidad Biológica (1992). Sin embargo, en el país no se han establecido los canales y/o estructuras correspondientes encargadas de dar curso a cualquier solicitud y/o actividad que en materia de OGM se realice.

A la fecha en el país no existe política alguna que trate de normar y/o regular la introducción y/o manejo de los organismos genéticamente modificados. Igualmente, no se cuenta con el personal Científico-Técnico calificado para atender esta importante área.

Entre las principales limitantes que actualmente se tienen, se pueden mencionar las siguientes:

1. Se carece de una instancia de coordinación (Ministerio, Secretaria etc.) que permita llevar un control de las actividades en este aspecto.
2. No hay claridad en el compromiso de las Partes en el país, según lo señala el Protocolo de Cartagena.
3. Desconocimiento de la Partes involucradas en cuanto a los aspectos principales sobre organismos genéticamente modificados.
4. Falta de un instrumento jurídico legal que norme y regule el acceso y utilización de los recursos genéticos en el país (Ley de Biodiversidad).
5. No existe un inventario nacional sobre los recursos genéticos de interés y/o prioridad para el país.

En general, se puede decir que el ordenamiento jurídico nicaragüense se caracteriza por normas programáticas, incluyen una serie de principios generales, pero existen grandes deficiencias en el establecimiento de instrumentos y mecanismos concretos que permitan su aplicación y cumplimiento.

Estos instrumentos han sido adoptados sin un sustento científico adecuado, debido a que la investigación que debe enriquecer la toma de estas decisiones políticas es limitada. Por otra parte, los procedimientos administrativos no son claros; falta mayor capacitación y estabilidad de los recursos humanos.

### Recursos Genéticos Animales

De los 30 millones de especies y organismos vivos del planeta, menos de 15,000 son pájaros y mamíferos, y de estas 15,000, unas 30 especies se crían para la agricultura y la producción alimentaria. Estas 30 especies han sido domesticadas por el hombre en los últimos 10 mil años. De este modo se han formado razas nuevas y genéticamente distintas para que correspondan al clima local y a las necesidades de la comunidad. De ello resultaron unas 4,000 razas, estas razas y las 30 especies son nuestros principales recursos genéticos en lo que respecta a los animales que utilizamos para la agricultura y la producción alimentaria (FAO 1996a). Fríamente, esto significa que la sociedad en el mundo esta utilizando el 0.2% de la biodiversidad total para cubrir sus necesidades, según la FAO en un tiempo de 10 mil años, sin embargo, el resto ha desaparecido o esta por desaparecer.

La producción animal representa un 30% del valor total de los alimentos y de agricultura del planeta. Por otra parte, la producción animal que representa un 19% de la producción alimentaria, es fundamental para la existencia de la humanidad por diversas razones. Constituye un importante componente de los abonos imprescindibles para la agricultura en los países en desarrollo, sin los cuales no se mantendría la productividad de los suelos. Las cosechas no se cultivan con máquinas sino con animales de tiro, que también se utilizan como medio de transporte en otros países. Los productos animales se utilizan para preparar medicinas, elaborar tratamientos especiales y en algunas comunidades para actos culturales. En la mayoría de los países en desarrollo, los animales domésticos representan una importante reserva monetaria, un banco natural. Y por último, un determinado conjunto de especies animales son los componentes indispensables de muchos sistemas mixtos de cultivo, que siempre serán más sostenibles que los sistemas de monocultivos en los principales medios de producción agrícola (PNUMA 1994).

En el país no existen leyes específicas sobre determinado uso de especies para su captura, comercio y explo-

tación. Actualmente, en el país existen un total de 312 especies de vertebrados y algunos invertebrados los cuales de alguna manera son protegidos a través de dos instrumentos legales que son:

- El sistema de vedas de especies silvestres de Nicaragua (Resolución Ministerial 997-99, el mismo que contiene 191 especies).
- Los listados del Apéndice I, II y III de la convención de CITES, los cuales están vigentes a través de la ratificación del convenio y aprobación de su reglamento (Decreto 8-89). En CITES se protegen un total de 213 especies de fauna en los tres apéndices (Zuñiga 1998).

Tomando en cuenta las especies comunes bajo ambos instrumentos legales, se obtuvo la suma de 404 especies de fauna silvestre protegida. Ello representa aproximadamente 22.4% de la riqueza total de especies de vertebrados conocidos (reptiles, aves, anfibios, peces y mamíferos), los cuales son de alguna manera controlados en cuanto a la exportación.

Sin embargo, el hecho que aparezca en un listado oficial no significa que estén conservados adecuadamente, por el contrario, por estar protegidos debido a su importancia económica, son objeto de mayor utilización y explotación, sumándose a esto la falta de un proceso de monitoreo de estas especies.

Debido a esto, es importante señalar que no todas estas especies se encuentran en peligro de extinción, sino más bien en diferentes grados de amenaza y vulnerabilidad, debido a diversos factores, que no se puede analizar en este documento para todas los casos. Sin embargo, debido a la carencia de información específica para evaluar el estado de cada especie, el principio de precautoriedad parece mas adecuado como herramienta de conservación, sobre todo cuando se analiza el hecho de que muchas de estas especies están en grado de amenazas por la presión del uso comercial que se hace de ellas. Mientras que otras, se trata de factores indirectos como es la pérdida de su hábitat natural, desconocimiento de su importancia etc.

Respecto a los recursos genéticos animales, a pesar que existen especies específicas que se encuentran en período parcial o permanente de veda, son exportados sin mucho problemas. Por lo que se observa que los problemas más importantes son los siguientes:

1. Falta de aplicación de los reglamentos, en cuanto al comercio y exportación de las especies en peligro de extinción.
2. Desconocimiento en la población sobre la importancia que representa la conservación y uso sostenido de estos recursos.
3. No existe un inventario general por especies y por territorio sobre la cantidad total de ejemplares que aún se encuentran.
4. Inexistentes instrumentos de conservación, promoción (incentivos) y comercio entre los usuarios.
5. Falta de un proceso de monitoreo de las especies que permita hacer recomendaciones según el caso.

### 3. Biotecnología

#### Introducción

La última década del milenio que recientemente concluyera marcó el inicio de una serie de transformaciones socioeconómicas, caracterizadas por un vertiginoso ascenso en el desarrollo tecnológico. El final del recién concluido milenio se caracterizó también por el reflejo del creciente nivel de pobreza y deterioro del medio ambiente, sobre todo en los países del tercer mundo.

El desarrollo selectivo de tecnologías propias y sobre la base de recursos disponibles en la región, es una condición sine qua non para lograr una maestría tecnológica que permita también negociar y seleccionar la adquisición de tecnología extranjeras útiles para el país. Es decir que hay que generar tecnología y combinarla con tecnología generada fuera del país.

Una segunda consideración es que no se debe ni fetichizar ni satanizar la biotecnología. Esta no es la

panacea que actuaría como *deus ex machina* en el sector agroalimentario. Pero tampoco se debe considerar como la causa per se siguiendo el camino de la revolución verde. El destino de recursos abundantes al desarrollo de la biotecnología es tanto más urgente cuanto que los espacios abiertos para la región se irán cerrando paulatinamente, aun y cuando no existan períodos determinados al respecto ni se esté seguro de la forma en que se va a asumir la nueva tecnología, que a diferencia de otras tecnologías de punta impactará sobre todos los frentes del quehacer económico.

Los países de la región todavía están a tiempo para entrar en esa carrera, aunque sea en forma selectiva. Entre las características fundamentales de la nueva biotecnología esta su vasto campo de acción, al utilizar en toda su potencialidad la ingeniería genética, la cual afecta a todos los seres vivos en contraste de la revolución verde que tuvo su campo de acción limitado, no obstante que afectó en gran medida a la sociedad latinoamericana al modificar las estructuras de producción y consumo, pero que a la larga significó una mayor dependencia alimentaria y tecnológica.

### Técnicas Biotecnológicas Potenciales.

La biotecnología por su nivel de complejidad se puede subdividir en biotecnología tradicional y biotecnología convencional. La tradicional ha sido empleada por agricultores y agricultoras desde épocas muy remotas para transformar los productos agropecuarios o facilitar las labores en determinados procesos productivos. Todo el conocimiento tradicional generado a este respecto es de incalculable valor. Sobre todo por que forma parte de la cultura de la población y en la mayoría de los casos es el conocimiento que sirve de base para el desarrollo de la biotecnología convencional.

La biotecnología convencional en las dos últimas décadas ha puesto a punto diversas técnicas que facilitan y permiten transformar o modificar los recursos genéticos. Entre las técnicas desarrolladas por la biotecnología moderna se destacan las siguientes:

- a) Micro propagación In Vitro: Técnica que consiste en tomar tejidos o grupos de células somáticas de los diferentes órganos vegetativos o reproductivos (meristemos apicales, cambium, mesófilo, epidermis, tapete, etc.), y cultivarlos en medios artificiales asépticos.
- b) Intercambio seguro de germoplasma: Aunque el intercambio de germoplasma de plantas en tubos de ensayos o embriones en nitrógeno líquido (congelados a 196 C) no es una técnica en sí. Este procedimiento facilita la introducción de materiales biológicos, sin el riesgo de introducción de plagas y enfermedades
- c) Ingeniería genética: Técnica que permite transferir o introducir genes de un individuo a otro individuo con parentescos muy lejanos. Ejemplo la introducción de un gen de bacteria a una planta de algodón.
- d) Biotecnología microbiana: Técnica que consiste en utilizar bacterias, hongos y algas, en la producción de alimentos, medicamentos, descomposición de desechos orgánicos o inorgánicos, purificación de aguas residuales, recuperación de suelos y control de plagas y enfermedades.
- e) Biotecnología Enzimática: Esta tecnología consiste en utilizar enzimas para facilitar o acelerar las reacciones químicas, que permiten aumentar la eficiencia de los procesos agroindustriales.
- f) Implantes de embriones: Técnicas que permiten depositar en el útero de animales, cuyo ciclo menstrual ha sido regulado artificialmente, embriones a través de un medio intra vaginal.
- g) Producción de compuestos útiles: Esta técnica posibilita la utilización del cultivo de células para la producción de compuesto de gran interés como: vitaminas, colorantes, saborizantes, alcaloides y aceites esenciales.

## Estado Actual de la Biotecnología.

### Capacidades Técnicas.

El desarrollo de la biotecnología en Nicaragua es muy incipiente y existe una baja capacidad en cuanto a infraestructura y equipos, tanto en el ámbito investigativo como productivo. Sin embargo, hay que destacar que en los últimos años esta área tecnológica se ha visto fortalecida en cuanto a la formación de recursos humanos.

A nivel del país prácticamente existen 5 instituciones que realizan trabajos en esta área. De las 5 instituciones que realizan trabajos con técnicas biotecnológicas, 4 son centros de enseñanza de educación superior (Universidad Nacional Agraria, Universidad Nacional Autónoma de León, Universidad Nacional de Ingeniería y Universidad Centro Americana) y una institución de dependencia gubernamental.

### Universidad Nacional Agraria (UNA)

La universidad Nacional Agraria cuenta con un laboratorio de cultivo de tejidos vegetales, ubicado en el Programa Recursos Genético Nicaragüenses, y un laboratorio de virología, ubicado en el departamento de protección agrícola y forestal. El laboratorio de cultivo de tejidos ha realizado investigación y adopción de tecnología de micropropagación y conservación de germoplasma in vitro a tasas mínimas de crecimiento.

A través de estas dos líneas de investigación el laboratorio de cultivo de tejidos ha desarrollado protocolos para los cultivos de plátano, banano, quequisque, yuca, papa y caña de azúcar. Cultivos que han sido puestos a disposición de productores de diferentes departamentos del país, principalmente en la zona del pacífico.

En cuanto al laboratorio de virología, este cuenta con equipos básicos para aplicar la tecnología de polimorfismo longitudinal de los fragmentos de restricción para realizar detección de viroides o virus, para los cuales es difícil la producción de antisueros por la inestabilidad de las partículas o el alto grado de asociación con las células de los tejidos del huésped.

Actualmente fue donado a esta Universidad un laboratorio de biología molecular el cual estará operando a finales del presente año o comienzo del próximo, el mismo, trabajará en la identificación de germoplasma vegetal y detección de agentes patógenos en los cultivos. Entre los principales problemas que enfrenta la Universidad es la falta de presupuesto y políticas en cuanto a que desarrollar y/o investigar.

### Universidad Nacional Autónoma de León (UNAN-LEON)

La Universidad Nacional Autónoma de León cuenta con un laboratorio de cultivos de tejidos vegetales y un laboratorio de biología molecular, ubicado en la facultad de ciencias.

En el laboratorio de cultivo de tejidos se aplica la técnica de micropropagación para ápices caulinares y la conservación in vitro en cultivares de Musaceas. A la fecha en este laboratorio se trabaja con 59 accesiones de Musaceas. La capacidad de reproducción de plantas in vitro de este laboratorio es de aproximadamente una 40 mil plantas al año.

En lo referente al laboratorio de biología molecular; éste cuenta con el equipo mínimo para la realización de análisis de proteínas y polipéptidos para la caracterización o identificación de germoplasma.

### Universidad Centro Americana (UCA)

Cuenta con un laboratorio de biología molecular, con el equipo básico para la utilización de diferentes tipos de marcadores moleculares. Entre las líneas de trabajos que desarrolla actualmente esta institución, se destacan la secuenciación de ADN de restos prehistóricos, que ayuden al Museo Histórico Nacional en la identificación de los mismos; muestras biológicas del departamento de criminalística de la policía nacional, que ayuden al esclarecimiento de crímenes. También utilizan los marcadores moleculares para la identificación de microorganismos que causan enfermedades en animales.

Entre los problemas que presenta el laboratorio, están la falta de una estrategia nacional que permita

fortalecer las relaciones del equipo de investigadores y los usuarios nacionales y la falta de apoyo de recursos financieros.

### Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

La Universidad Nacional de Ingeniería, cuenta con un pequeño laboratorio de biotecnología, el que ha estado principalmente dirigido en la parte química. Utilización de levaduras para la producción de vinos; fijación de nitrógeno para la fertilización de suelos mediante el uso de azotobacter; extracción de sustancias hormonales del marango para el incremento de la productividad en especies nacionales de importancia económica y la utilización de microorganismos fermentadores que aceleren y mejoren los procedimientos de purificación de aguas residuales. También han realizados estudios para los tratamientos de los desechos orgánicos.

### Laboratorio de Cultivo de tejidos vegetales del INTA - Estelí

El laboratorio de cultivo de tejidos del INTA-Estelí fundado a finales de la década de los ochenta, cuenta con infraestructura y equipos para la clonación in vitro de variedades vegetales de reproducción asexual; también posee los equipos básicos para el análisis de virus mediante el test de ELISA e invernaderos para el endurecimiento de la vitroplantas. La capacidad instalada de este laboratorio es de aproximadamente de unas doscientos mil vitroplantas al año.

Este laboratorio se ha especializado en el cultivo in vitro de papa, y hace uso únicamente de la técnica de cultivo de meristemas y microesquejes. Se puede decir que hasta la fecha es el único laboratorio con objetivo comercial, en el país. La función que ha venido cumpliendo el laboratorio es ofertar a los productores nacionales de papa, semilla de alta calidad genética y fitosanitaria; sobre todo semilla limpia de virus. Las plantas in vitro producidas por el laboratorio anda por el orden de las 160 mil vitroplantas al año, las que son distribuidas entre 10 a 12 productores los que se encargan de producir, a partir del material propagado en el laboratorio, 50 toneladas de semilla básica, aproximadamente, en condiciones de estricto control fitosanitaria para evitar las infestaciones con virus por el ataque de áfidos. La cantidad de vitroplantas producidas por el laboratorio actualmente cubre un 40 % de la demanda nacional. Los principales cultivares que se manejan en el centro pertenecen a la variedad Desireé.

Además de la propagación masiva de papa, el laboratorio también realiza introducciones de germoplasma de papa, resistentes al tizón tardío, del Centro Internacional de la papa, los que han venido validando en campo, en conjunto con los técnicos del INTA. En cuanto a la diversificación de los cultivos, se hizo un intento de reproducir materiales de camote hace aproximadamente dos años, pero no se logró promocionar los materiales entre los agricultores.

Entre los principales problemas que enfrenta el laboratorio se destacan, la escasez de recursos financieros que permitan dar el mantenimiento adecuado a la infraestructura y equipos. Así como, la ampliación de la misma para poder alcanzar una mayor cobertura de la demanda nacional. Otro problema que afecta las labores del laboratorio es la enorme dificultad en cuanto al abastecimiento de reactivos para la elaboración de los medios de cultivos y cristalería adecuada para el crecimiento de los explantes. También existen muchas dificultades en lo referente al mantenimiento y reparación de equipos de laboratorio, pues se adolece de repuestos y sobre todo personal técnico especializado en mantenimiento y reparación de equipos de laboratorio.

### Aspectos Legales e Institucionales.

En lo referente al marco jurídico que norme la utilización de la biotecnología, sobre todo la ingeniería genética y los productos derivados de la misma, así como la utilización de sustancias orgánicas o microorganismos en los procesos biológicos o agro industriales, no se han establecido ninguna norma y/o reglamento al respecto. Hasta la fecha, el marco legal esta determinado por los acuerdos internacionales y la aprobación de leyes y reglamentos que tienen que ver de manera indirecta con la aplicación de esta tecnología y la utilización de los productos que se deriven de ella.

En el país se ha creado la Oficina de Registro de la Propiedad Intelectual, en la que se pueden registrar

técnicas y productos biotecnológicos. Sin embargo se carece, de un protocolo de bioseguridad que norme los procedimientos que garanticen la seguridad de la población y el medio ambiente, de un reglamento que regule la aplicación de estas técnicas en los centros de investigación públicos y privados y de un código de ética para la utilización de técnicas y productos biotecnológicos. Sin embargo, es importante destacar que la definición del marco legal en cuanto a la utilización de la biotecnología, y sobre todo la utilización de los transgénicos está muy influenciada por intereses económicos de las transnacionales farmacéuticas y agroquímicas. Este aspecto se torna más relevante, por en muchos países del tercer mundo, la biotecnología esta totalmente en manos del sector privado.

Es necesario por lo tanto, que el país establezca las normas jurídicas legales amparados en el Protocolo de Bioseguridad, el cual ya fue aceptado por muchos de los países que se adhirieron al Convenio sobre Diversidad Biológica.

En cuanto a los niveles de organización nacional de las instituciones relacionadas con la biotecnología se puede decir que no existe nada concreto al respecto. Aunque, en 1987 hubo un esfuerzo por crear un Consejo Nacional de Biotecnología el cual contó con el apoyo del IICA y con una apertura del gobierno en turno, dando como resultado la creación del laboratorio de cultivo de tejidos de CENAPROVE y el laboratorio de cultivo de tejidos de papa ubicado en Estelí, sin que se lograra conformar el Consejo como tal.

En la actualidad los que utilizan las técnicas biotecnológicas no tienen ningún tipo de intercomunicación, ni mucho menos existe una instancia nacional que coordine o ayude a realizar en cierta medida un trabajo integrado en este campo. Así mismo, nos encontramos que no existe un plan estratégico en cuanto a la formación de cuadros científicos en los diferentes campos de la biotecnología; ni la capacidad técnica que nos permita negociar con las grandes empresas que manejan el desarrollo de la biotecnología en el ámbito mundial.

La Convención de la biodiversidad en varios de sus artículos, señala que es importante para la conservación y utilización de los recursos genéticos la adopción de nuevas tecnologías, el intercambio científico, el manejo de la biotecnología y la correcta utilización de los productos de la biotecnología.

Para lograr lo antes mencionado es importante contar con una estrategia nacional para el desarrollo de la biotecnología. La que conlleve a un plan de fortalecimiento de todas aquellas instituciones que laboran en este campo. Presentando, para ello respuesta a la falta de infraestructura y equipos, financiamiento para las líneas de investigación, conservación y apoyo a todo el esfuerzo que este orientado a la obtención de resultados que redunden en beneficio del país.

En general los principales problemas o limitantes que presenta la biotecnología en el país son los siguientes:

- Falta de una estrategia nacional en cuanto a regular toda actividad en materia de biotecnología.
- No existe un plan nacional de promoción y capacitación al personal científico técnico.
- Falta de personal especializado para la adquisición, mantenimiento y reparación de equipos de laboratorio.
- Inadecuado abastecimiento de cristalería, reactivos y similares de laboratorio.
- Insuficiente presupuesto para el buen desarrollo de esta actividad.
- Falta de coordinación Inter e Intra institucional al respecto.

## 4. Líneas de Acción y Actividades

### Conservación y Mejoramiento In Situ

- Crear un sistema nacional de conservación ex situ, in situ e in vitro de los recursos genéticos.
- Elaborar programas sobre la recuperación de la diversidad genética perdida de especies centros de origen.
- Eliminar y/o disminuir la introducción y distribución de especies exóticas en zonas de alta diversidad genética nativa.
- Apoyo al ordenamiento y mejoramiento de los recursos genéticos en fincas.
- Promover una agricultura sostenible mediante la diversificación de la producción agrícola.
- Promover la conservación in situ de las especies silvestres afines a las domesticadas.

- Establecimiento de un sistema nacional de áreas y especies protegidas
- Fomentar el rescate de las practicas y el conocimiento tradicional y/o cultivado de los recursos naturales (etnobotánica).
- Fomentar la incorporación del valor agregado a los recursos genéticos.
- Implementar un sistema de monitoreo de los recursos genéticos de interés nacional.
- Identificar y priorizar las áreas con alto potencial de diversidad genética.
- Estimular la participación de las autoridades, comunidades y población en general en la creación y mantenimiento de la diversidad genética.

### Conservación Ex Situ

- Crear una red nacional de conservación de los recursos genéticos ex situ, in situ e in vitro.
- Modernizar las unidades de conservación de los recursos genéticos (animales y vegetales) para promover el ecoturismo.
- Promover el establecimiento de huertos (ex situ) sobre aquellas especies de mayor uso en las comunidades.
- Permitir el rescate de las practicas y el conocimiento tradicional y/o cultivado de los recursos genéticos (etnobotánica).
- Desarrollar las investigaciones científicas y generar técnicas que viabilicen la conservación ex situ como sistemas de producción agropecuaria.
- Estimular la participación de las autoridades, comunidades y población en general en la creación y mantenimiento de la diversidad genética.

### Utilización de Recursos Genéticos

- Promover el uso de cultivos no convencionales específicamente en áreas para ese fin.
- Promover una agricultura sostenible mediante la diversificación de la producción agropecuaria.
- Impulsar el desarrollo y/o comercialización de los cultivos y especies sub utilizadas.
- Apoyar la reintroducción, producción y distribución de los recursos genéticos criollos entre las comunidades.
- Mejoramiento genético y utilización de especies animales y vegetales de las cuales somos centro de origen.
- Generación de tecnologías productivas amigables con la naturaleza, que promuevan el uso sostenido de los recursos genéticos.
- Realizar inventarios y evaluaciones periódicas para conocer el estado de conservación y utilización de las especies en peligro de extinción.

### Acceso a Recursos Genéticos

- Definición e implementación de un marco jurídico legal sobre el acceso a los recursos genéticos, de los cuales Nicaragua es centro de origen.
- Establecer controles y/o procedimientos de acceso sobre los recursos genéticos de mayor importancia para el país.
- Elaborar bases de datos para monitoreo y control de los recursos genéticos.
- Promover el reconocimiento del derecho de propiedad intelectual y/o tradicional, sobre el conocimiento del uso de la biodiversidad a las comunidades rurales.
- Definir especies animales y vegetales sujetas a investigación de bioprospección y colecta.

### Biotecnología

- Elaborar un reglamento sobre la bioseguridad que regule todos los aspectos relacionados organismo genéticamente modificados.
- Elaborar una estrategia nacional que impulse el desarrollo de la biotecnología en el país.
- Crear un fondo de inversión del sector público y/o privado, para el desarrollo de un programa de capacitación científica de largo alcance.
- Establecer una alianza con el sector productivo para añadirle valor agregado a productos nacionales a través de esta técnica.
- Introducir en los programas de asignaturas universitarios y secundaria, los argumentos científicos técnicos desarrollados por la biología molecular.
- Establecer un mecanismo nacional que permita y facilite el intercambio de información entre los científicos que laboran en este sector.

## Instituciones y Creación de Capacidad

- Diseñar e implementar programas permanentes de educación ambiental sobre especies raras, amenazadas y/o endémicas.
- Establecer un sistema nacional permanente sobre el monitoreo y/o vigilancia de los recursos genéticos de uso actual y potencial.
- Desarrollar mecanismos nacional e internacional en aspectos de cooperación técnica - financiera, en cuanto al uso de los recursos genéticos.
- Promover aspectos relacionados al conocimiento tradicional y popular de los recursos genéticos (etnobotánica).
- Fortalecer las capacidades científico - técnica de los bancos de germoplasma en el país.
- Crear, apoyar y/o fortalecer Redes Nacionales sobre la conservación u utilización de los recursos genéticos (CONABIO, CORFINIC etc.)
- Diseñar e implementar un marco de políticas nacionales en materia de bioseguridad entre las instancias involucradas.
- Diseñar y establecer un Centro Nacional de Documentación sobre aspectos relacionados a los recursos genéticos.
- Fortalecer la capacidad científica de los centros de investigación y/o universidades sobre el estudio y conservación de los recursos genéticos.
- Definir e implementar políticas de asistencia a los agricultores en casos de catástrofes para restablecer los sistemas agropecuarios.
- Apoyar la titulación y el ordenamiento de la tenencia de la tierra como elemento de seguridad para la conservación.
- Promover la descentralización de las alcaldías y su apoyo económico, hacia una conservación de los recursos genéticos.

## 5. Cartera de Proyectos

NOMBRE DEL PROYECTO	PRIORIDAD	COSTO(US \$)	TIEMPO (AÑOS)
Delimitación y amojonamiento de áreas protegidas	1	780.000	2
Fondo nacional para la compra y distribución de tierras	3	1,500.000	3

## ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD

Educación e interpretación ambiental	2	350.000	2
Herbario Nacional	2	415.000	2
Museo entomológico	3	125.000	2
Centro Nacional de Medicina Natural	2	250.000	2
Centro de documentación de biodiversidad	1	150.000	1
Zoológico Nacional	2	480.000	2
Jardín botánico Nacional	3	100.000	2
Reproducción de especies en cautiverio	2	100.00	2
Fortalecimiento a bancos de conservación	1	500.000	5
Fortalecimiento a la CONABIO	1	100.000	5
Publicación de Boletín Nacional	1	60.000	3
Apoyo a transformación curricular educacional	2	150.000	4
Reproducción de especies ornamentales in vitro	1	15,000	4
Conservación in vitro raíces y tubérculos	2	8,000	2
Crío conservación de semen equino	1	30,000	3
Banco genético microorganismos	3	15,000	3
Caracterización molecular de especies de interés (teocinte)	3	15,000	2
Crío conservación de especies recalcitrantes	3	20,000	4
Caracterización molecular de clones de pitahaya	2	15,000	3
Introducción in vitro de germoplasma	1	10,000	2
Mejoramiento y valor agregado de especies agrícolas no convencionales	2	150,000	3
Total \$		5,338,000	

## Bibliografía Consultada

- Azurdia C., y González M. 1986. Situación actual y planes futuros en recursos fitogenéticos en Guatemala. Taller regional sobre recursos fitogenéticos de Mesoamérica y el Caribe, Tomo I.
- APPEN 1992. Asociación nicaragüense de productores y exportadores de productos no tradicionales. Boletín informativo Nov-Dic 1997. Managua, Nicaragua.
- Barbeau Gerald 1987. Frutas Tropicales de Nicaragua. Primera Edición Dirección General de Tecnología Agropecuaria (DGTA). Managua, Nicaragua.
- Blandino Roberto 1999. Comunicación personal. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Brush S. 1992. Farmers Rights and genetic conservation in traditional farming system, World Development Vol. 20, pag 120.
- BSF-MG 1998. Banco de semillas forestales y mejoramiento genético. Estrategia de conservación y mejoramiento genético forestal de especies latifoliadas nativas y exóticas del bosque seco. León, Nicaragua.
- Cardenal L. 1995. Recursos genéticos, derechos de propiedad intelectual y soberanía nacional: una propuesta del sur. Revista Forestal Centroamericana No. 13. 60 P.
- Cotero García, M. A. 1999. Regulación de productos agrícolas transgénicos. X curso de Actualización de Tecnología de Semillas sobre Semillas Transgénicas. México. 8 p.
- Calderón, A.; Roca, W. M.; Jaynes, J. 1991. Ingeniería genética y cultivo de tejidos. En: Cultivo de tejidos en la agricultura. CIAT, Colombia. Pp 731-755.
- Collins M. 1994. La convención sobre la biodiversidad y los derechos de propiedad intelectual. World Resources Institute. 125 P.
- Comision Inter - Institucional para el plan de investigación para el desarrollo Agropecuario 1993. Documento Base. Managua, Nicaragua.
- Day, P. R. 1996. Genetic modification of proteins in food. Critical Reviews in Food Science and Nutrition: 49-47.
- FAO 1996. Plan de acción mundial para la conservación sostenida de los recursos fitogenéticos y la agricultura. Leipzig, Alemania. 66 P.
- FAO 1996a. State of the world report on plant genetic resources for food and agriculture organizations of the United Nations. April 1996. 70 P.
- INTA Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria 1995. Guía tecnológica de los cultivos de maíz y frijol. Managua, Nicaragua.
- Karcher, S.J. 1994. Genetting DNA into a cell: A survey of transformation methods. The american biology teacher. 56 (1):14-20.
- Kloppenborg J., and Kleinman D. 1987. The plant germoplasm controversy, BioScience Vol. 37 (3); 190-198.

Leon J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica. IICA Segunda edición. 350 P.

Loaisiga Carlos 1999. Diversidad genética de especies domesticadas, En; Biodiversidad de Nicaragua, Un estudio de país. MARENA-PANIF Primera edición. Managua, Nicaragua.

MAG-FOR 1996. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Una ruta para modernizar la Nicaragua rural. Documento Base. Managua, Nicaragua.

MAG-FOR 1995. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Consejo Nacional Agropecuario (CONAGRO). Estrategias de desarrollo y propuestas de políticas para el sector agropecuario de Nicaragua. 40 P. Managua, Nicaragua.

MINSA 1990. Ministerio de Salud. Parámetros de rescate de la medicina popular tradicional. Región V. Managua, Nicaragua.

Munguía R. 1998. Cultivos frutales del trópico. Texto Básico. Universidad Nacional Agraria (UNA), Primera edición, 85 P.

Pardo E. 1996. Compendio de suicultura. En: Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua Nicaragua.

Ramírez, H.; Calderón, A.; Roca, W. M. 1991. Técnicas moleculares para evaluar y mejorar el germoplasma vegetal. En: Cultivo de tejidos en la agricultura. CIAT, Colombia. Pp 825-855.

Rao, R. and Riley, K. 1994. The use of biotechnology for conservation and utilization of plant genetic resources. Plant Genetic Resources Newsletter 97:3-15.

RAFI, Fundación Internacional para el Progreso Rural 1993. Biopiratería: la historia de los algodóneros de pigmentación natural en la Américas. Ottawa, Canadá.

Salas E. J. 1993. Arboles de Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA). Primera edición. Managua, Nicaragua.

Secretariat for the Convention on Biological Diversity. 1994. Convention on Biological Diversity. Text and Annexes. Geneva. UNEP/CBD/94/1Pp 34.

Salazar, L. F. 1991. Detección de viroides y virus con técnicas de ADN recombinante. En: Cultivo de tejidos en la agricultura. CIAT, Colombia. Pp 877-885.

UPOV 1978. International Convention for the protection of new varieties of plants. Ginebra, Suiza.

UICN 1987. Unión Mundial para la Naturaleza. Diagnostico jurídico institucional de la biodiversidad en Nicaragua. Primera edición. San José, Costa Rica.