



UNIVERSIDAD MAYOR DE  
SAN SIMÓN



ESCUELA UNIVERSITARIA DE  
POSTGRADO



FACULTAD DE CIENCIAS Y  
TECNOLOGÍA



UNIDAD DE  
BIODIVERSIDAD Y  
GENÉTICA



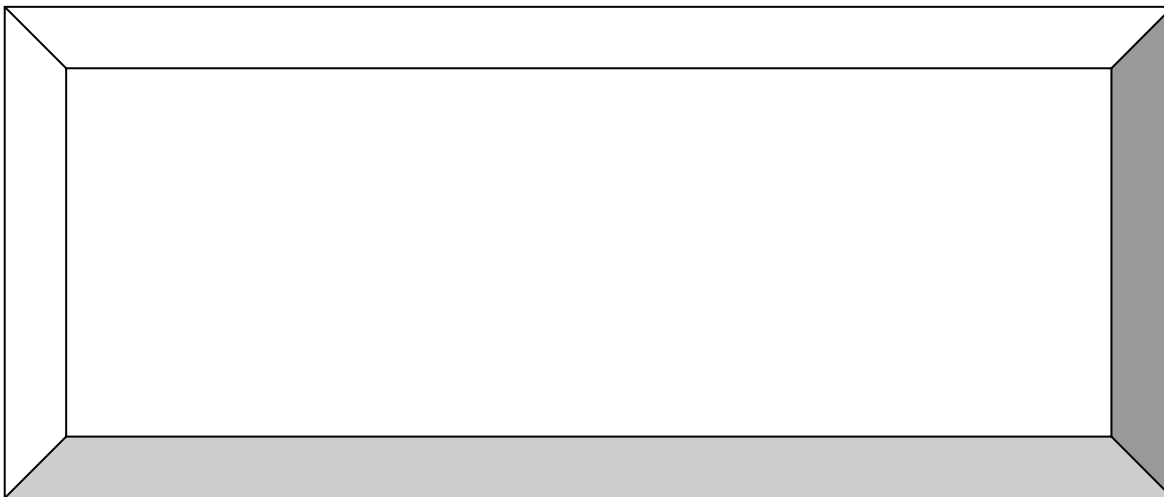
UNIDAD DE LIMNOLOGIA  
Y RECURSOS ACUÁTICOS

# DIPLOMADO EN "ECOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE"

CUARTA VERSIÓN

Julio 2008 a Marzo de 2009

## TRABAJO PRÁCTICO DIRIGIDO



Cochabamba - BOLIVIA

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

**“ANÁLISIS DE CRITERIOS PARA DETERMINAR EL  
ESTADO DE CONSERVACION DE ESPECIES  
VEGETALES EN BOLIVIA”**

**POSTULANTES:** Edwin Bustillos  
Natividad Vargas

**TUTORA:** MSc. Nelly de la Barra

Trabajo Práctico Dirigido, requisito obligatorio para la obtención del Diploma en “Ecología y Medio Ambiente”

Cochabamba, Marzo de 2009

## INDICE DE CONTENIDOS

	Páginas
<b>1.- Diversidad .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Diversidad en los Andes Tropicales.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Diversidad de flora en Bolivia.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Diversidad de Recursos Genéticos.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Estado de conservación de la biodiversidad: amenazas y tendencias.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Estado de conservación de los ecosistemas.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Estado de la flora y fauna silvestre.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3. Estado de los Recursos Genéticos.....</b>	<b>10</b>
<b>3. Criterios de Conservación .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Criterios para aplicar las categorías de la UICN.....</b>	<b>16</b>
A. Rápida reducción en tamaño poblacional.....	17
B. Areal pequeño, fragmentado, en disminución o fluctuante.....	17
C. Población pequeña y en disminución.....	18
D. Población o areal muy pequeño.....	18
E. Análisis de viabilidad poblacional.....	18
<b>3.2. Criterios del método de evaluación del riesgo de extinción de especies         silvestres (MER).....</b>	<b>19</b>
A. Amplitud de la distribución del taxón.....	19
B. Estado del hábitat respecto al desarrollo natural del taxón.....	20
C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón.....	20
D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón.....	21
<b>3.3. Criterios del Valor Nacional de Conservación .....</b>	<b>22</b>

<b>3.4. Criterios utilizados para el Libro Rojo de la Flora de Coquimbo</b>	
<b>(Chile).....</b>	<b>25</b>

### **INDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro 1: Principales amenazas sobre los ecosistemas.....</b>	<b>8</b>
<b>Cuadro 2: Porcentaje de flora amenazada.....</b>	<b>9</b>
<b>Cuadro 3. Conservación ex situ de Especies Domesticadas y Semidomesticadas de Bolivia.....</b>	<b>11</b>
<b>Cuadro 4: VNC: Valor Nacional de Conservación: <math>VNC= A + B + C + D + E</math>.....</b>	<b>23</b>
<b>Cuadro 5: El VNC y las categorías correspondientes de conservación.....</b>	<b>24</b>

### **INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1: Diversidad de flora nativa de Bolivia. Fuente: MDSP (2001).....</b>	<b>3</b>
--	----------

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>30</b>

## **1.- Diversidad**

Formalmente, la diversidad biológica o “biodiversidad” se define como la variedad y variabilidad entre los organismos vivos y los complejos ecológicos en los cuales estos organismos se encuentran (OTA 1987). La biodiversidad comprende tres atributos: composición, estructura y funcionamiento. Estos atributos fundamentales se expresan a cuatro niveles jerárquicos de organización: genético, poblacional, específico y ecosistémico (Noss 1990).

De esta forma, la biodiversidad incluye la diversidad entre y dentro de las especies tanto al nivel de taxa, como al nivel de poblaciones y genes, y entre y dentro de los ecosistemas, considerando sus respectivas comunidades y agrupaciones mayores, como eco-regiones y biomas (Squeo 2001).

En términos simples, la biodiversidad es la suma total de toda la variación biológica desde el nivel de genes individuales a ecosistemas (Purvis y Hector 2000). Dado el carácter multidimensional y jerárquico del concepto de biodiversidad, los estudios de la biodiversidad abarcan un amplio espectro, desde microorganismos (Naeem y Li 1997) hasta estudios de patrones globales basados en la respuesta a nivel de ecosistemas (Chapin *et al.* 2000; Gaston 2000). Incluyen la definición de las áreas con excepcional concentración de especies y endemismos (“hotspots” de biodiversidad) (Myers *et al.* 2000). A su vez, los atributos de la biodiversidad en los distintos niveles de organización pueden ser caracterizados por una serie de indicadores (Noss 1990).

El grado de polimorfismo, distribución geográfica de las especies, y configuración de los paisajes son indicadores utilizados para caracterizar la estructura de la biodiversidad. Las tasas de flujo génico, procesos demográficos, interacciones entre especies y ciclaje de

nutrientes son algunos de los indicadores del componente funcional de la biodiversidad (Noss 1990; Simonetti 2000).

### **1.1. Diversidad en los Andes Tropicales**

Los Andes Tropicales comprenden la región mas rica y diversa del mundo, biológicamente hablando, donde Perú, Colombia, Ecuador, Venezuela y Bolivia ocupan los primeros puestos de la lista de los 17 países megadiversos, que son las naciones que mantienen dentro de sus fronteras mas de dos terceras partes de la riqueza biológica del planeta (Mittermeier *et al.* 2000).

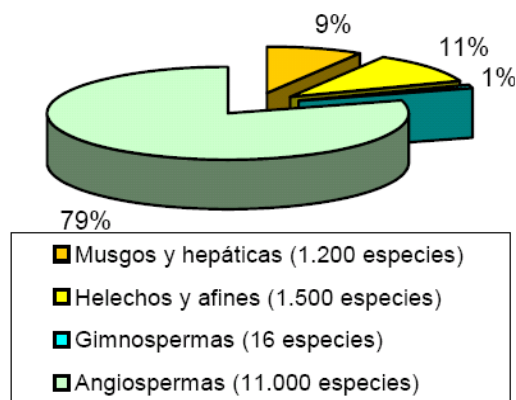
Numerosas actividades de conservación, con diferentes metodologías y criterios, han identificado a los Andes Tropicales como un área prioritaria para la biodiversidad, como es el caso de BirdLife, Conservación Internacional y WWF, con respectivamente: 33 Áreas de endemismos de Aves (Stattersfield *et al.* 1998); dos “Hotspots” y una tercera parte la región “Tropical Wilderness” de la Amazonía Tropical (Mittermeier *et al.* 1998) y 30 Ecorregiones (Olson y Dinerstein 1998). Diferentes grupos animales y vegetales resaltan las características de biodiversidad y endemismo en la región. Por ejemplo, de las aproximadamente 40.000 especies de plantas, unas 15.000 son endémicas de esta región (Myers *et al.* 2000).

Esta riqueza biológica se encuentra comprometida por varias amenazas, como la minería, en el caso del noroeste de Perú, o la transformación de los bosques en plantaciones de palma africana en la región del Choco de Ecuador. La biodiversidad y las múltiples amenazas que esta enfrenta no están distribuidas uniformemente a lo largo de la región andina. En general, estas áreas enfrentan amenazas como la deforestación e incendios provocados para abrir paso a la agricultura y al pastoreo, la obtención de madera como combustible y el desarrollo de infraestructuras, hasta las zonas mas remotas son afectadas

por el ser humano; los bosques se ven afectados por la tala, aunque sea selectiva y limitada (Best y Kessler 1995).

## 1.2. Diversidad de flora en Bolivia

De acuerdo a inventarios aun incompletos, Bolivia cuenta hasta el momento con alrededor de 14.000 especies de plantas nativas (Figura 1), sin incluir algas y líquenes (Moraes y Beck 1992). Sin embargo, se estima que existe un total de 20.000 especies: 850 musgos, 750 hepáticas, 1.700 helechos y afines, 23 gimnospermas, entre 15.500 y 17.000 angiospermas y entre 1.000 y 1.500 líquenes (Beck 1998; Beck *et al.* 1999).



**Figura 1:** Diversidad de flora nativa de Bolivia. Fuente: MDSP 2001.

Entre las angiospermas, las familias con mayor número de especies son Compositae y Graminidae en el altoandino; en las tierras bajas, Leguminosae, Lauraceae, Annonaceae, Rubiaceae, Moraceae y Bignoniaceae, predominando bosques de la llanura aluvial. Además se conocen más de 1.300 especies de orquídeas (Orchidaceae), que representan 190 géneros, equivalente al 25% de los géneros de orquídeas conocidos a nivel global. Existen 1.950 especies arbóreas, un 10% con importancia maderable aunque este número podría

elevarse hasta 2.500 especies (Moraes y Beck 1992; Killeen *et al.* 1993; Vázquez y Ibisch, 2000).

En nivel de endemismos es un indicador importante de diversidad biológica. Los géneros endémicos conocidos de plantas para Bolivia son *Tacoanthus* (Acantáceae), las *Corollonema*, *Dactylostelma*, *Fontelleae*, *Steleostemma* (Asclepiadáceas), *Polyclita* y *Rusbya* (Ericáceas), *Vasqueziella* (orquídea), *Boelckea* (Brasicácea), *Gerritea* (gramínea), *Izozogia* (zigofilacea) y *Sulcorebutia* (cactácea) (Moraes y Beck 1992; Rossow 1992; Morillo 1994; Navarro 1997; Renvoize *et al.* 1998). Existen cuatro especies endémicas de palmeras: *Parajubaea sunkha*, *P. torallyii*, *Syagrus cardenasii* y *S. yungasensis*, de las cuales tres están relacionadas con los valles secos interandinos. También existen endemismos importantes dentro de las cactáceas (74%), orquídeas (20 a 25%) y plantas vasculares en general (20 a 25%) (Moraes 1996; Ibisch 1998; Moraes 1999).

Las regiones de mayor biodiversidad de Bolivia se concentran en las laderas húmedas orientales de la Cordillera de los Andes (Moraes y Beck, 1992; Ibisch 1996; Fjeldsa y Rahbek 1998; Rahbeck y Graves 2001). Por otro lado Bolivia es un centro de diversidad de familias de plantas vasculares, como Compositae, Amaranthaceae, Basellaceae, Bromeliaceae, Cactáceas, Erythroxylaceae, Fabaceae, Malvaceae, Myrtaceae, Orchidaceae, Oxalidaceae, Passifloraceae, Piperaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sapindacea, Solanaceae, Tropaeolaceae y Zygophyllaceae (Beck 1998), así como centro de origen de especies de parientes silvestres de especies domesticadas como los ajíes, locotos y pimentones (*Capsicum*), papa (*Solanum*), maníes (*Arachis*), frijoles (*Phaseolus*), yuca (*Manihot*) y las palmeras janchicoco y sunkha (*Parajubaea*) (Nassar 1978; Eshbaugh *et al.* 1984; Hawkes y Hjerting 1989; Ochoa 1990; Rea y Vachter 1992; Kaprovickas y Gregory 1994).



### **1.3. Diversidad de Recursos Genéticos**

Los recursos genéticos son todos aquellos materiales de origen vegetal, animal o microbiano que contengan unidades funcionales de herencia con valor real o potencial (Convenio sobre la Diversidad Biológica, Art. 2). El termino recurso genético implica que el material tiene o puede tener valor económico o utilitario, actual o futuro. Se incluyen también como parte de los recursos genéticos los “productos derivados”, entendiendo por éstos a toda molécula o combinación de moléculas naturales provenientes del metabolismo de los seres vivos (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación (MDSP) 2001).

En Bolivia se ha avanzado en el conocimiento de las diversas propiedades y aplicaciones industriales de la biodiversidad domesticada y silvestre. Una parte de la información disponible se encuentra fuera del país y la que existe no ha sido suficientemente sistematizada (MDSP 2001).

Se conocen alrededor de 50 especies nativas domesticadas que incluyen tubérculos, raíces, granos, frutos, hortalizas, además hay cientos de especies de parientes silvestres de plantas cultivadas como importante potencial fuente de información genética para el mejoramiento de cultivos. Existe otro grupo grande de especies silvestres con valor alimenticio, en particular frutos provenientes de las zonas bajas (MDSP 2001).

Por otra parte, en el país se conocen alrededor de 2.849 especies de plantas medicinales con identidad taxonómica verificada en los distintos herbarios del país. De la misma forma, alrededor de 50 especies de animales silvestres de Bolivia también tienen usos tradicionales actuales y potencial aplicación industrial, incluyendo el ámbito farmacológico y alimenticio, por lo que pueden ser considerados recursos genéticos (MDSP 2001)

## **2. Estado de conservación de la biodiversidad: amenazas y tendencias**

La protección y conocimiento de la biodiversidad representa una tarea prioritaria de las naciones comprometidas en alcanzar un desarrollo sustentable que asegure el bienestar humano y de los recursos y sistemas naturales con los que interactúa (Lubchenco *et al.* 1991; Clark 1995).

La conservación de la biodiversidad implica tanto la manutención de las especies que conforman los ecosistemas, como la preservación de la estructura y funcionalidad de los ecosistemas. Estos dos objetivos son complementarios en el sentido que la conservación de las especies es esencial para la manutención de la integridad de los ecosistemas, mientras que la manutención de la integridad de los ecosistemas, es fundamental para prevenir la extinción local y global de las especies (Squeo 2001).

Numerosos autores consideran que la biodiversidad está fuertemente amenazada por alteraciones antrópicas y que las acciones del hombre serían responsables del sexto mayor evento de extinción en la historia de la vida (por ej. Chapin *et al.* 2000). De allí la importancia de desarrollar estrategias nacionales y regionales para conservar la biodiversidad en todos los niveles jerárquicos. A la alteración del hábitat, hay que sumar los efectos del cambio global en temperatura y los patrones de precipitación, los que están ocurriendo a tasas más rápidas que la capacidad biológica de las especies de responder (Arroyo *et al.* 1993).

De hecho, algunos autores sostienen que tal vez la principal razón para mantener la biodiversidad se relaciona con la adaptabilidad futura (Arroyo *et al.* 1996). Como resultado de la combinación de cambios en el clima y la alteración de hábitat, están apareciendo nuevas de condiciones ambientales que no existían en el pasado. Generalmente, los procesos evolutivos son demasiado lentos para que las especies sean capaces de adecuarse a

estas nuevas condiciones. La manutención de la biodiversidad regional otorga mayor seguridad de que habrá grupos de organismos funcionales para acomodarse a las nuevas condiciones a través de la dispersión y migración (Squeo 2001).

Una reciente compilación sobre la biodiversidad de Bolivia y su estado de conservación indica que el país está sub-investigado y con niveles bajos de información disponible, a pesar de ello se ubica entre los 10 a 15 países con mayor biodiversidad en el mundo (Ibisch y Mérida 2003). También presenta extensas áreas en buen estado de conservación, debido principalmente a una densidad poblacional relativamente baja, con asentamientos humanos históricamente concentrados en la región andina y con una colonización reciente hacia tierras bajas (Araujo *et al.* 2005).

### **2.1. Estado de conservación de los ecosistemas**

El estado actual de conservación de los sistemas ecológicos varía de acuerdo a las regiones del país. Las ecoregiones más afectadas son la puna, los valles interandinos y el Chaco por problemas relacionados principalmente con el sobrepastoreo, las prácticas agrícolas inadecuadas, la tala y quema de bosques y pastizales (MDSP 2001).

La falta de criterios unificados sobre medición y valoración de la biodiversidad dificulta su estudio y la realización de comparaciones. Por ejemplo, no siempre una mayor diversidad biológica implica que un ecosistema sea más importante que otro con menor diversidad, el cual debido a la presencia de endemismos o a su representatividad dentro de una región ecológica, puede tener mayor importancia. La conservación de la diversidad biológica adquiere un especial interés en los casos en que los ecosistemas mantienen su estado natural y sus procesos internos se desarrollan sin alteraciones (MDSP 2001).

Las principales amenazas o factores que inciden negativamente sobre los ecosistemas son la presión demográfica, la inadecuada ocupación y uso del suelo, la producción agrícola intensiva (Cuadro 1), la pérdida de la cobertura boscosa, el uso de tecnología inapropiada a las características de los ecosistemas, la sobrecarga animal y en general, el uso de los ecosistemas por encima de su capacidad productiva y potencial (MDSP 2001).

**Cuadro 1:** Principales amenazas sobre los ecosistemas

ECOSISTEMA	AMENAZAS		
	Ganadería	Agricultura	Recolección de leña o extracción de madera
Beni y Pantanal	X	X	
Altiplano	X		X
Valles Mesotermicos, Bosque Tucumano-Boliviano y Chaco	X	X	X
Chiquitania y Bosques Amazónicos del norte y orientales	X		X
Zona agroindustrial de Santa Cruz y Chaco	X	X	
Bosques, Benianos y Norte de La Paz	X	X	
Yungas		X	

Fuente: Elaboración propia con base en Araujo *et al.* 2005.

## 2.2. Estado de la flora y fauna silvestre

Parte importante de la vida silvestre del país se encuentra en situación de riesgo: 254 especies de flora están en distintas categorías de amenaza (casi el 2% del total de la flora),

de las cuales 203 son angiospermas, 8 gimnospermas y 23 helechos; de 289 especies de vertebrados amenazados (10,7% del total de vertebrados), 96 son mamíferos, 88 aves, 24 reptiles, 4 anfibios y 76 peces (MDSP 2001).

Aproximadamente el 50% de la flora amenazada se encuentra en las categorías de En Peligro y Vulnerable; mientras que en el caso de la fauna, la mayoría ocupa las categorías de Menor Riesgo y Vulnerable, aunque un 25% tiene Datos Insuficientes (Cuadro 2). Varios casos de vulnerabilidad se combinan con endemismos, centros de origen en Bolivia, representatividad biogeográfica y valor cultural (MDSP 2001).

**Cuadro 2:** Porcentaje de flora amenazada

EX: extinta; EW: extinta en vida silvestre; CR: crítica; EN: en peligro; VU: vulnerable; LR: menor riesgo casi amenazada; DD: datos insuficientes; NE: no estudiada

TOTAL	EX	EW	CR	EN	VU	LR	DD	NE
254								
Flora (2%)	0.79%	0.39%	0.39%	22%	28%	13%	14%	9%

Fuente: Sarmiento 1998.

La vida silvestre se encuentra afectada por una diversidad de factores, como la ampliación de la frontera agrícola, la explotación forestal, la cacería y el comercio ilegal de especies (Baudoin y España 1995).

En síntesis, los principales factores que dificultan la conservación de la vida silvestre son los siguientes:

- Alteración de medios naturales y destrucción de habitats por la deforestación debido a la ampliación de la frontera agrícola, la apertura de redes camineras, las actividades mineras e hidrocarburifera y la colonización.
- Extracción selectiva de especies que ocasiona la reducción y desequilibrio de las poblaciones por la cacería para subsistencia y comercio, la extracción exhaustiva e insostenible de productos maderables, no maderables, especies de importancia económica y vulnerables.
- Falta de conocimiento científico sobre regeneración natural, tasas reproductivas, condiciones de restauración, viabilidad poblacional y niveles de producción sostenida en productos derivados de la vida silvestre.
- Virtual ausencia de valoración económica de los recursos de flora y fauna, debilidad o ausencia de estudios de mercado y falta de control de calidad en todos los procesos, desde la cosecha hasta la comercialización.
- Problemas de mercado, que afectan a la sostenibilidad de varios recursos-productos.
- Incompatibilidad de instrumentos de gestión ambiental entre sectores productivos y de conservación de la biodiversidad.
- Falta de información y de conciencia ambiental de la población que permita una valoración de la vida silvestre para mantener el equilibrio natural y desarrollo sostenible.
- Debilidad en los mecanismos e instrumentos legales de fiscalización del aprovechamiento de la vida silvestre (introducción, domesticación y recuperación de especies).

- Limitaciones presupuestarias para investigación científica y conservación ex situ.
- Falta de definición de líneas prioritarias de investigación científica, consecuencia de la insuficiente coordinación entre centros académicos para la conservación in situ y ex situ.
- Insuficiente y deficiente transferencia de tecnología.
- Falta de algunos instrumentos jurídicos que normen las actividades de contrabando y comercialización.

### **2.3. Estado de los Recursos Genéticos**

La existencia de recursos genéticos autóctonos en el país se debe a los conocimientos y a las acciones de mantenimiento in situ por las comunidades indígenas y campesinas, que concibieron el manejo de sus recursos bajo un enfoque integral de conservación y uso (Rea 1999).

Sin embargo, con el objeto de salvaguardar las especies, de las que Bolivia es país de origen y domesticación, mas susceptibles de sufrir erosión genética y de complementar las acciones de conservación in situ de los recursos genéticos, se establecieron bancos de germoplasma, donde se incluyen también algunas especies introducidas llamadas “criollas”, que se han adaptado a las condiciones ecológicas del país. En estos centros se conservan 9.239 accesiones de especies nativas y 1.398 accesiones de especies introducidas, que incluyen 10 especies de tubérculos, 5 de raíces, 12 de granos, 11 de frutos y hortalizas, 11 de forrajes y 116 de especies forestales (MDSP 2001).

Los bancos de germoplasma están vinculándose paulatinamente con las actividades de conservación in situ a través de la devolución de material genético a las comunidades de

origen, produciéndose un flujo de germoplasma in situ – ex situ – in situ (Cuadro 3). Por otro lado, existen instituciones de apoyo al desarrollo productivo y rural que mantienen colecciones de germoplasma que, aunque reducidas, son útiles con fines de mejoramiento inmediato (MDSP 2001).

**Cuadro 3.** Conservación ex situ de Especies Domesticadas y Semidomesticadas de Bolivia

<b>Banco de Germoplasma o Colección de Trabajo</b>	<b>Región</b>	<b>Especies manejadas</b>	<b>Nº de accesiones</b>	<b>Forma de conservación</b>
Banco Nacional de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas (Cbba.)	Puna, Altiplano, Valles Interandinos	Tubérculos y raíces andinas	2.042	Ex situ (in vivo, almacén, semilla, in Vitro) Interacción con in situ
Banco de Germoplasma de Papas Nativas y Silvestres del Altiplano (La Paz)	Puna, Altiplano	Tubérculos (papas)	1.179	Ex situ (in vivo, almacén) Interacción con in situ
Banco Nacional de Granos Altoandinos (La Paz)	Puna, Altiplano, Valles Interandinos	Granos altoandinos (quinua, kañahua, cauchi, paico y pillagua)	3.221	Ex situ (semilla)
Banco de germoplasma del Centro de Investigación Fitoecogenética de Pairumani (Cbba.)	Valles Interandinos, Valles Mesotermicos	Cereales (pseudocereales), leguminosas, y hortalizas	3.408	Ex situ (semilla)



Banco de germoplasma del instituto de investigaciones Agrícolas “El Vallecito” (Santa Cruz)	Trópico húmedo, Valles Mesotérmicos, Trópico Seco	Raíces, tubérculos, frutas tropicales	71	Ex situ (in Vitro, in vivo) Interacción con in situ
Banco de semillas forestales del Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT) (Santa Cruz)	Trópico Húmedo, Trópico Seco, Chaco	Forestales tropicales	40	Ex situ (in vivo)
Banco de Germoplasma Agroforestal (BGAF) (Potosí)	Puna, Altiplano, Valles Interandinos	Forestales y frutales	118	Ex situ (semilla). Interacción con in situ
Banco de Especies Forestales (BASFOR) (Cbba.)	Puna, Altiplano, Valles Interandinos	Forestales y forrajeras	95	Ex situ (semilla)
Colección de trabajo de AGRUCO (Cbba.)	Puna	Papa nativa	45	In situ
Colección de trabajo del Centro de Investigaciones Forrajeras “La Violeta” (Cbba.)	Valles Interandinos	Forrajeras introducidas	-	-
Colección de trabajo del Programa de Alimentos y Productos Naturales UMSS (Cbba.)	Puna, Valles Interandinos	Oca, yacon	22	Ex situ (deshidratado)
Colección de trabajo de	Valles	Cepas de Rhizobium	146 cepas	Ex situ (laboratorio)

Proyecto Rhizobiología (Cbba., Santa Cruz)	Interandinos			
Colección de trabajo del exista, Estación Experimental San Benito, Mayra (Cbba.)	Valles Interandinos	Manzano, vid, chirimoya, durazno, haba	523	Ex situ (in vivo)
Colección de trabajo de FEDE-AGRO (Chuquisaca)	Valles Mesotermicos	Maní, ají	17	In situ
Colección de trabajo de IESE-UMSS (Cbba.)	Puna, Valles Interandinos	Oca, papalisa, isaño, racacha	26	In situ
Colección de trabajo de CIPCA (Cbba.)	Valles Interandinos	Cereza, manzana, pera, almendro	23	Ex situ (in vivo)
Colección de trabajo de AOPEB (La Paz)	Altiplano, Yungas	Quinua, cacao	30	Ex situ (semilla)
Colección de trabajo del SEDAG (Tarija)	Valles Interandinos, Chaco	Maíz, trigo, durazno, manzano, uva	275	Ex situ (semilla, in vivo)

Fuente: MDSP 2001.

Un grupo importante de recursos genéticos son los parientes silvestres de las especies cultivadas, que han desarrollado resistencia a las plagas y enfermedades, por lo que tienen gran valor para la agricultura. Estos cultivos se encuentran comúnmente en centros de diversidad vegetal, de cultivos y agroecosistemas, sensibles a la creciente industrialización de la agricultura que está reduciendo su presencia (Hoyt 1992; IPGRI 2008).

En Bolivia, no se desarrollan acciones de conservación concretas para estos recursos. Por ejemplo, los parientes de cereales, presentes en tierras semiáridas, se encuentran severamente afectados por sobre pastoreo y desertificación. Varias especies de valles interandinos, podrían estar en situación de mayor riesgo de erosión (MDSP 2001).

En síntesis, los principales factores que dificultan la conservación de la vida silvestre son los siguientes:

En síntesis, los principales factores que dificultan la conservación de los recursos genéticos en Bolivia son:

- Ausencia de políticas oficiales de fomento a la conservación y uso de los recursos genéticos.
- Inventarios incompletos de recursos genéticos.
- Falta de evaluación de las colecciones ex situ.
- Deficientes mecanismos de acceso e intercambio de información, lo que genera duplicación de esfuerzos y limitaciones para la priorización de acciones.
- Insuficientes recursos humanos especializados en gestión de recursos genéticos.
- Falta de recursos financieros para investigación básica y aplicada.
- Reemplazo de las variedades locales por especies introducidas, expansión de la frontera agrícola y urbanización.
- Falta de apoyo técnico – financiero para la producción, procesamiento y comercialización de productos basados en recursos genéticos nativos.
- Baja inversión y difícil seguimiento de actividades de mejoramiento genético y prospección biológica, dado que el entorno económico de los mismos se da a largo plazo.

### **3. Criterios de Conservación**

Helliwell (1973) fue uno de los primeros que propusieron un sistema numérico para evaluar de una manera más objetiva el valor (de conservación) de una especie utilizando por ejemplo rareza y distribución geográfica como un criterio valorado. Spellerberg (1992) indica que algunos autores en Inglaterra (por ejemplo Perring y Ferrell 1977) también buscaron un método más razonable para llegar a un “numero de amenaza” que refleje mejor el grado de amenaza y la necesidad de conservación.

Los criterios considerados son: distribución geográfica actual y pasada, atractividad, conservación actual, accesibilidad y distancia de asentamientos/caminos. Guarino (1995), presenta un sistema para evaluar la erosión genética que trata de cuantificar el impacto de ciertas actividades humanas que amenazan la especie por valorar (Vásquez y Ibisch 2000).

La relevancia de listados de especies aunque sean incompletos, es la base para el trabajo científico-conservacionista y también para los responsables de decisiones políticas. Los autores de listados deben indicar información sobre el estado de conservación de las especies mencionadas. Naturalmente, por la escasez de información, es una tarea muy difícil, hasta poco satisfactoria. Por otro lado, se han publicado obras que analizan el estado de conservación de las plantas a nivel global (Walter y Gillet 1998), con el peligro de introducir errores graves (Vásquez y Ibisch 2000).

#### **3.1. Criterios para aplicar las categorías de la UICN**

El proceso de asignación de las categorías de las listas rojas de la UICN a un grupo de taxones candidatos, es comparable a ordenar dichos taxones según su riesgo de extinción o su grado de deterioro poblacional. Esto se hace comparando la situación actual de las poblaciones, con la situación que supuestamente imperaba hace 100 años o tres

generaciones del taxón. Pero antes de plantear cómo se mide el riesgo de extinción o el grado de amenaza de una especie, hay que tener claro, que lo que realmente está en riesgo no son sólo las especies, sino también subespecies, razas, poblaciones y genes (Calderon *et al.* 2002).

Estas categorías fueron diseñadas para ser usadas con cualquier especie o taxón, con excepción de los microorganismos. Deben ser aplicadas sólo a poblaciones silvestres, independientemente del estado de conservación *ex situ* que pueda tener el taxón en cuestión. En general, no deben aplicarse a híbridos (en estos casos, la categorización debe realizarse sobre cada una de las especies parentales del híbrido en cuestión). Tampoco deben ser objeto de categorización las formas o ecotipos, ya que éstas corresponden a variaciones fenotípicas, producto de condiciones ambientales particulares (Calderon *et al.* 2002).

Para evaluar un taxón, se analiza, en primera instancia, si los datos disponibles son adecuados, o si por el contrario son insuficientes (DD). Si son adecuados, entonces se continúa averiguando si está Extinto (EX) o Extinto en Estado Silvestre (EW). Si no lo está, entonces se procede a considerar la posibilidad de que sea un taxón Amenazado (VU, EN o CR) en el sentido de la UICN, y para ello hay que confrontar el taxón contra los criterios de los taxones amenazados, que básicamente son cinco:

**A. Rápida reducción en tamaño poblacional:** Porcentajes de **reducción poblacional** observados, estimados, inferido o sospechados.

Disminución de la población efectiva en un porcentaje dado, no causada por fluctuaciones naturales, y definida para un período de tiempo especificado (aunque la disminución no continúe aún).

**B. Areal pequeño, fragmentado, en disminución o fluctuante:** Tamaños de areal, expresados ya sea como **extensión de presencia** o como **área de ocupación**. Número de **localidades conocidas**.

**Extensión de presencia (EOO):** Área (en km<sup>2</sup>) contenida dentro de los límites continuos e imaginarios más cortos que pueden dibujarse para incluir todos los sitios conocidos, o proyectados en los que un taxón se halla presente, excluyendo los casos de individuos deambulantes. Esta medida puede incluir hábitats o regiones no viables para el taxón, y se considera una medida teórica, que no necesariamente refleja el grado de continuidad o discontinuidad (disyunción) de la población. Aún así, su uso se considera válido dentro del sistema de categorización.

**Área de ocupación (AOO):** Área, dentro de su extensión de presencia, efectivamente ocupada por el taxón. Se excluyen los hábitats no viables. Puede calcularse como la sumatoria de las áreas de las celdas (de la malla cartográfica) donde hay presencia del taxón.

**Localidades conocidas:** Área geográfica o ecológica discreta en la cual un solo evento (por ejemplo: contaminación) prontamente afectará a todos los individuos del taxón presentes.

**C. Población pequeña y en disminución:** Tamaños de **población efectiva**.

Número total de individuos maduros de un taxón que son capaces de reproducirse (según evidencia directa, estimación o inferencia), teniendo en cuenta las siguientes particularidades:

- Cuando una población está caracterizada por fluctuaciones normales o extremas, los valores mínimos de esas fluctuaciones deberán ser usados.
- Deben excluirse los individuos incapaces de reproducirse en estado silvestre (por ejemplo, aislamiento de otros individuos reproductivos).
- En el caso de poblaciones con sesgo en la proporción de los sexos es apropiado usar estimaciones más bajas para el número de individuos maduros, como compensación por dicho sesgo.

**D. Población o areal muy pequeño:** Tamaños de areal, expresados ya sea como **extensión de presencia** o como **área de ocupación**. Tamaños de **población efectiva**.

EOO, AOO y población efectiva ya detallados en los criterios (B) y (C).

**E. Análisis de viabilidad poblacional:** Probabilidad de extinción de las poblaciones naturales, expresada en porcentaje de probabilidad de extinción en un tiempo dado, tras un análisis matemático de viabilidad de poblaciones.

### **3.2. Criterios del Método de Evaluación del Riesgo de extinción de especies silvestres (MER)**

El MER es una herramienta que permite formalizar y documentar de manera sistemática y sencilla los factores que afectan a un taxón, con lo cual éste se puede ordenar jerárquicamente atendiendo a la posibilidad de que desaparezca en su estado silvestre.

El MER utiliza cuatro criterios (A, B, C y D) cada uno con una escala de tres a cuatro valores que indican grados ascendentes del riesgo de extinción. Se ha procurado que los cuatro criterios mantengan un alto grado de independencia entre sí de manera que la suma

progresiva de sus puntajes guarde una relación directa con el grado acumulativo de riesgo de extinción y no se repitan estos en las consideraciones parciales:

### **E. Amplitud de la distribución del taxón**

Relativo del ámbito de distribución natural actual:

- i) **MUY RESTRINGIDA = 4.** Se aplica para especies microendémicas como para especies principalmente extralimitales con escasa distribución (menor a 5% del territorio nacional).
- ii) **RESTRINGIDA = 3.** Incluye especies cuyo ámbito de distribución en México se encuentra entre el 5% y el 15% del territorio nacional.
- iii) **MEDIANAMENTE RESTRINGIDA O AMPLIA = 2.** Incluye aquellas especies cuyo ámbito de distribución es mayor al 15% pero menor al 40% del territorio nacional.
- iv) **AMPLIAMENTE DISTRIBUIDAS O MUY AMPLIAS = 1.** Incluye aquellas especies cuyo ámbito de distribución es igual o mayor al 40% del territorio nacional. Para especies dulceacuícolas deben indicarse las cuencas hidrológicas que ocupa cada especie y, en la medida de lo posible, la proporción que ocupa en cada una de dichas cuencas.

### **F. Estado del hábitat respecto al desarrollo natural del taxón**

Es el efecto del hábitat particular con respecto a los requerimientos conocidos para el desarrollo natural del taxón, en términos de las condiciones físicas y biológicas. No determina la calidad de un hábitat en general. Cuando una especie tenga una distribución



muy amplia, se hará una estimación integral del efecto de la calidad del hábitat para todo su ámbito. Considera tres valores:

- i) HOSTIL O MUY LIMITANTE = 3
- ii) INTERMEDIO O LIMITANTE = 2
- iii) PROPICIO O POCO LIMITANTE = 1

El criterio "B" se establece en términos del papel que juega el estado actual del hábitat en la tendencia hacia la extinción del taxón. También incluye los procesos estocásticos, la estimación de la frecuencia y probabilidad de éstos, en la medida de que se conviertan en factores negativos que aumenten la probabilidad de extinción de poblaciones locales o de la especie o taxón, como sequías o lluvias excesivas, heladas, etc. Cabe destacar que para especies que no sean afectadas, o puedan verse favorecidas por un hábitat perturbado, la asignación de valores del estado del hábitat corresponde el valor mínimo de riesgo (un punto).

### **G. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón**

Factores relacionados con la historia o la forma de vida propias del taxón que lo hacen vulnerable. Algunos ejemplos de tales factores pueden ser: estrategia reproductiva, parámetros demográficos más relevantes, historia de vida, fenología, intervalos de tolerancia, parámetros fisicoquímicos, aspectos alimentarios, variabilidad genética, grado de especialización, tasa de reclutamiento, efecto nodriza, entre otros. El MER considera tres gradaciones numéricas de vulnerabilidad:

- i. VULNERABILIDAD ALTA = 3
- ii. VULNERABILIDAD MEDIA = 2
- iii. VULNERABILIDAD BAJA = 1

Los especialistas podrán determinar otros factores según el conocimiento disponible, o ponderar caso por caso cuáles son los atributos intrínsecos que pueden significar mayor vulnerabilidad para los taxones.

#### **D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón**

Es una estimación numérica de la magnitud del impacto y la tendencia que genera la influencia humana sobre el taxón que se analiza. Considera la presión por asentamientos humanos, la fragmentación del hábitat, la contaminación, uso, comercio, tráfico, cambio del uso de suelo, la introducción de especies exóticas, la realización de obras de infraestructura, entre otros. Se asignan tres posibilidades:

- i. ALTO IMPACTO = 4
- ii. IMPACTO MEDIO = 3
- iii. BAJO IMPACTO = 2

Para ponderar este criterio deben considerarse tanto las interacciones directas del hombre sobre cada taxón como aquéllas que le afecten indirectamente de manera demostrable.

### **3. 3. Criterios del Valor Nacional de Conservación**

Viendo la necesidad de contar con una herramienta objetiva para juzgar el estado de conservación de especies, se propuso un método numérico adaptado a la situación de un país como Bolivia. Se sugiere que para cada especie se calcule un Valor Nacional de Conservación (VNC) que refleje la necesidad de conservar una especie que se encuentra en el territorio y que lleva a la determinación de la categoría de conservación de la UICN pero eliminando en cierto grado la influencia de factores subjetivos (Vásquez y Ibsch 2000).

Un VNC más alto significa mayor amenaza y mayor necesidad de actividades de conservación. El VNC debe ser alto en el caso de especies endémicas, sin embargo la característica de endemismo no lleva a una especie automáticamente a una categoría de amenaza. Por que estas especies endémicas pueden ser localmente abundantes y bien conservadas (Vásquez y Ibisch 2000).

Naturalmente el VNC también debe llamar la atención a especies que son muy raras, que son explotadas por el humano y que sufren por la transformación de sus habitats naturales en lugares que ya no brindan los recursos necesarios para su supervivencia. El valor también aumenta levemente en el caso de que una especie no este cultivada ex situ (Vásquez y Ibisch 2000).

**Cuadro 4:** VNC: Valor Nacional de Conservación:  $VNC = A + B + C + D + E$

<b>A = Distribución geográfica</b>	
distribución muy amplia	0
registros en algunos países vecinos	2
registros en un país vecino	4
endémica en Bolivia	16
endémica a nivel local	32
<b>B = Abundancia (individuos) en habitats adecuados/típicos</b>	
muy abundante	0
Abundante	2
registros dispersos	4
Raro	8
muy raro	16
<b>C = Utilización/explotación/perturbación específica de la especie</b>	
No explotada/utilizada de una manera sostenible	0

explotada/perturbada de una manera moderada	2
varias poblaciones fuertemente explotadas	4
muchas poblaciones o la única población fuertemente explotadas	8
muchas poblaciones o la única población obviamente sobreexplotadas/perturbados	16
a nivel nacional especie en peligro agudo de extinción por sobreexplotación o perturbación específica	64
<b>D = Cambio de uso de suelo en los hábitats</b>	
cambio de uso de suelo provoca proliferación de la especie en hábitats secundarios	-2
hábitats de todas las poblaciones obviamente aptos para sobrevivencia de la especie y no amenazados por cambios de uso de suelo peligrosos	0
tendencia observable de cambios de hábitats de algunas poblaciones	4
cambios de hábitats amenazando muchas poblaciones o peligro que se transforme pronto el único hábitat conocido	8
hábitat de muchas poblaciones/la única población amenazado	16
hábitats no aptos para sobrevivencia a mediano o corto plazo en el caso de la mayoría de las poblaciones	32
hábitats no aptos para sobrevivencia a mediano o corto plazo en el caso de todas las poblaciones	64
<b>E = Conservación ex situ/Cultivación</b>	
muchos clones cultivados	0
pocos clones cultivados	2
ningún clon cultivado	4
<b>Aspectos adicionales</b>	
especie de interés científico especial	Ci
especie (probablemente) de alto interés económico (por ejemplo utilización farmacéutica, maderera, ornamental)	E
especie de alto interés cultural	Cu

especie de alto interés turístico	T
-----------------------------------	---

Fuente: (Vásquez y Ibisch 2000)

**Cuadro 5:** El VNC y las categorías correspondientes de conservación

VNC	Categoría de amenaza
1-30	No amenazada
31-50 (y/o uno de Ci/E/Cu/t)	No amenazada (pero merece especial atención nacional)
51-60	Vulnerable
61-70	Amenazada
71-90	En peligro de extinción
91-o mas	En peligro de extinción, requiere de actividades inmediatas de rescate

Fuente: (Vásquez y Ibisch 2000)

### 3.4. Criterios utilizados para el Libro Rojo de la Flora de Coquimbo (Chile)

Puesto que no existen los antecedentes suficientes para realizar un análisis de viabilidad poblacional (AVP) para muchas especies de plantas y para estimar el riesgo de extinción se utilizo una serie de indicadores que describen la abundancia de la especie, su distribución, su estructura poblacional, su representación en las distintas formaciones vegetales y los impactos directos sobre la especie y su habitat. Las fuentes de información para la elaboración de estos indicadores se sustenta en catálogos florísticos, Bases de Datos de la flora de la región, constituida por mas de 38.000 registros geo-referenciados de los herbarios de la Universidad de Concepción (CONC), Universidad de La Serena (ULS),

Museo Nacional de Historia Natural (SGO), complementados con registros de campo y datos de literatura (Squeo 2001).

Durante las campañas de terreno en cada estación de muestreo se registró las especies presentes, indicando para cada una: su cobertura, la estructura de clase de tamaño, distribución y, la magnitud y tipo de impactos que recibe la especie. También se indicó el impacto general sobre la vegetación. (Squeo 2001).

Los parámetros utilizados para estimar el riesgo de extinción en la región para cada especie pueden ser agrupados en:

**1.** Un primer grupo que incluye a los parámetros que indican abundancia, área de ocupación y representación espacial de la especie. Entre éstos se encuentra:

**a.** El número total de colectas de la especie registradas en la base de datos.

**b.** El número de colectas de la especie en los últimos 50 años. Debido al incremento en el esfuerzo de muestreo de los pasados 50 años, la falta de colecta de una especie sería un estimador de potenciales extinciones.

**c.** El número de cuadrantes grandes en que hay registros de la especie. Para estimar este parámetro, la región fue dividida en 45 cuadrantes de aproximadamente 900 km<sup>2</sup>.

**d.** Número de cuadrantes chicos en que hay registros de la especie, esto es equivalente a sitios de colecta, y son considerados como una medida del área de ocupación. Estos cuadrantes resultaron de la subdivisión de los cuadrantes de 900 km<sup>2</sup>.

**e.** Un índice de diversidad que mide el número equivalente de formaciones vegetales de Gajardo (1994) en que la especie está presente. Este parámetro se utilizó como medida del área de ocupación de la especie en cada formación vegetal.

**f.** La cobertura relativa de la especie obtenida del muestreo de la vegetación en terreno.

**g.** La distribución de la especie, expresada como la proporción del área de ocupación de la especie, en que ella tiene distribución regular, al azar y agrupada.

**2.** El segundo grupo de parámetros se relacionan con procesos de decrecimiento poblacional producto de impactos específicos sobre la especie o destrucción de hábitat, y son expresados en términos de la proporción del área de ocupación de la especie. Entre estos se encuentra:

**a.** Un descriptor de la estructura de las clases de tamaño (edad) presentes en la población, que incluye las situaciones en que están presentes todas las clases de tamaño (evidencia de regeneración actual), cuando sólo se encuentran individuos adultos (faltan las clases de tamaño menores) y cuando sólo hay individuos adultos aislados.

**b.** El Impacto sobre la vegetación, que corresponde a una medida de la destrucción de hábitat. Este parámetro se calculó como el valor máximo de los indicadores de destrucción de hábitat (i.e., pastoreo, agricultura, industria, caminos, ciudades, extracción de leña/fabricación de carbón)

**c.** El impacto antrópico que recibe la especie.

**3.** Un tercer grupo de parámetros se relaciona con características propias de las especies, como son:

**a.** Endemismo. Para las especies que se distribuyen exclusivamente en la región y/o alcanzan las regiones vecinas, se consideraron criterios más restrictivos.

**b.** Forma de Vida. Este parámetro representa una medida de la longevidad y comportamiento de las especies. Las formas de vida consideradas incluyen: árboles, fanerófitas, sufrútices, cactáceas, hierbas perennes y, hierbas bianuales y anuales. Si bien

las cactáceas no son una forma de vida formal, si no que una familia dentro de las Angiospermas, ellas representan un grupo de plantas suculentas con características funcionales únicas.

#### **4. CONCLUSIONES**

A partir de la revisión de distintos métodos de categorización del estado de conservación en especies vegetales se observó que todos los criterios pueden ser agrupados de manera general en tres lineamientos el primero de naturaleza poblacional, el segundo comprende la distribución de la especie y el tercero abarca las posibles amenazas sobre la especie.

Se pudo evidenciar que cada método analizado que evalúa el estado de conservación de una especie, presenta una estrecha relación con el estado de su hábitat.

De los cinco criterios de categorización de la UICN para el estado de conservación de especies vegetales solo el segundo criterio (Areal pequeño, fragmentado, en disminución o fluctuante), es viable para aplicar las categorías de la UICN, dado los vacíos de información existentes sobre poblaciones y viabilidad poblacional.

La metodología utilizada para la categorización propuesta en el Libro Rojo de la Flora Nativa de Coquimbo presenta dos criterios de evaluación con lineamientos que comprenden amenazas y características intrínsecas de la especie, a diferencia de los criterios de la UICN que no considera estas variables. Comparando con los criterios de la MER se evidenció que las amenazas y características intrínsecas de la especie, son evaluadas similarmente,



facilitando de manera operativa el análisis del estado de conservación a nivel regional con relación al análisis a nivel nacional.

El VNC evalúa las amenazas sobre la especie, en similitud con los criterios de la MER y el Libro Rojo de la Flora Nativa de Coquimbo, diferenciándose en que no considera las características intrínsecas de la especie, sin embargo considera algunos aspectos adicionales como ser: interés científico, económico, conservación ex situ, cultural y turístico.

## **5. RECOMENDACIONES**

Conocer el estado de conservación de especies vegetales antes del 2010 se ha constituido en prioridad de muchos países en el mundo. Para realizar una evaluación rápida del estado de conservación de especies vegetales en Bolivia se recomienda emplear el criterio B: Areal pequeño, fragmentado, en disminución o fluctuante. En función de la información existente acerca de la distribución de la especie y puntos de colectas o registros.

Para lograr una evaluación completa del estado de conservación de especies vegetales en amplias regiones se recomienda emplear los criterios propuestos en el Libro Rojo de la Flora Nativa de Coquimbo, que su aplicación no requiere mucho tiempo y permite evaluar múltiples especies.

Se recomienda realizar una revisión de los datos disponibles para los especímenes colectados y depositados en los distintos herbarios para determinar la calidad de información disponible y su aplicabilidad en los distintos métodos.

## 6. Bibliografía

- Araujo, N., R. Muller, C. Christoph and P. Ibsch (2005). Análisis de Vacíos de Representatividad del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Editorial FAN. pp. 92
- Arroyo, M. T. K., J. J. Armesto, F. A. Squeo and J. Gutierrez. (1993). Global change: The flora and vegetation of Chile. *En: Earth Systems Response to Global change: Contrasts between North and South America*. Eds: H. A. Mooney, E. R. Fuentes and B. I. Kronberg. San Diego, Academic Press: 239-263.
- Arroyo, M. T. K., C. Donoso, R. Murua, E. Pisano, R. Schlatter and I. Serey. (1996). Toward an Ecologically Sustainable Forestry Project: Concepts. Analysis and Recommendations. Protecting Biodiversity and Ecosystem Processes in the Rio Condor Project – Tierra del Fuego. Departamento de Investigacion y Desarrollo: Universidad de Chile. Pp. 253
- Baudoin, M. and R. España. (1995). Lineamientos para una estrategia nacional de conservación y uso sostenible de la diversidad biológica. MDSP/DGB/PNUD/UNOPS/TCA. La Paz. pp. 58
- Beck, S. (1998). Floristic inventory of Bolivia – an indispensable contribution to sustainable development. *En: Biodiversity. A Challenge for Development Research and Policy*. Eds: W. Barthlott and M. Winiger. Berlin, Springer Verlag: 243-267.
- Beck, S., N. Paniagua and C. Paz. (1999). Potencialidades de los recursos fitogenéticos nativos de Bolivia. *En: Memorias 2da. Reunión Boliviana sobre recursos fitogenéticos de Cultivos Nativos Cochabamba, 9 al 11 de Noviembre de 1999*. Eds: M. Ugarte, C. Villarroel and G. Aguirre. Cochabamba, Centenario Nacional del Prof. Dr. Martin Cardenas.

- Best, B. J. and M. Kessler. (1995). Biodiversity and Conservation in Tumbesian Ecuador and Peru. Cambridge. Reino Unido: BirdLife International. pp. 603
- Calderón, E., G. Galeano and N. García. (2002). Libro Rojo de Plantas Fanerógamas de Colombia. Volumen 1: Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae y Lecythidaceae. La serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. pp. 218
- Chapin III F. S, E. S. Zavaleta, V. T. Eviner, R. L. Taylor, T. M. Vitousek, H. L. Reynolds, D. U. Hooper, S. Lavorel, O. E. Salas, S. E. Hobbie, M. C. Mack and S. Diaz. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
- Clark, J. G. (1995). Economic development vs. sustainable societies: Reflections on the players in a crucial contest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 26: 225-248.
- Eshbaugh, W., S. Guttman and M. Mcleod. (1984). The origin and evolution of domesticated *Capsicum* species. *Journal of Ethnobiology* 3: 49-54.
- Fjeldsa, J. and C. Rahbek. (1998). Priorities for conservation in Bolivia, illustrated by a continent-wide analysis of bird distributions. *En: Biodiversity, A Challenge for Development Research and Policy*. Eds: W. Barthlott and M. Winiger. Berlin, Springer Verlag. pp. 313-327.
- Gaston, K. J. (2000). Global patterns in biodiversity. *Nature* 405: 220-227.
- Guarino, L. (1995). Assessing the threat of genetic erosion. *En: Collecting plant genetic diversity*. Eds: L. Guarino, V. Ramanatha and R. Reid. pp. 67-74.
- Hawkes, J. and P. Hjerting. (1989). The potatoes of Bolivia. Clarendon. Oxford.
- Helliwell, D. R. (1973). Priorities and values in nature conservation. *Journal of Environmental Management* 1: 85-127.

- Hoyt, E. (1992). Conservando los Parientes Silvestres de las Plantas Cultivadas. Union Mundial para la Naturaleza (UICN), Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). pp. 52.
- Ibisch, P. (1996). Neotropische Epiphytendiversitat-das Beispiel Bolivien. Botanisches Institut der Universitat Bonn. pp. 358
- Ibisch, P. (1998). Bolivia is a megadiversity country and a developing country. *En*: Biodiversity – A challenge for Development Research and Policy. Eds: W. Barthlott and M. Winiger. Berlin, Springer Verlag: 213-241.
- Ibisch, P.L. and G. Mérida. (2003). Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación: Editorial FAN. pp. 560
- IPGRI. <http://www.ipgri.cgiar.org>. 10-11-2008.
- Killeen, T., E. Garcia and S. Beck. (1993). Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia – Missouri Botanical Garden. Ed: Quipus. pp. 534.
- Krapovickas, A. and W. Gregory. (1994). Taxonomia del género *Arachis* (Leguminosae). *Bonplandia*. 7: 1-186.
- Lubchenco, J. A. M. Olson, L. B. Brubaker, S. R. Carpenter and M. M. Holland. (1991). The Sustainable Biosphere Initiative: an ecological research agenda. *Ecology* 72: 371-412.
- Marquet, P. A. (2000). Informe Final Proyecto Elaboración del Anteproyecto de Reglamento que fija los Procedimientos para la Clasificación de Especies de Fauna y Flora Silvestres en Categorías de Conservación.
- Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación (MDSP). (2001). Estrategia Nacional de Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad. La Paz. Bolivia. 167 p.

- Mittermeier, R. A., N. Myers, P. R. Gil, and C. Goettsch-Mittermeier. (2000).  
Biodiversidad Amenazada, las ecoregiones terrestres prioritarias del mundo.  
Conservation International, Cemex S. A. y Agrupación Sierra Madre. pp. 160
- Mittermeier, R. A., N. Myers, J. B. Thomsen, G. A. Da Fonseca and S. Oliveiri. (1998).  
Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: Approaches to setting  
conservation priorities. *Conservation Biology* 12: 516-520.
- Moraes, M. and S. Beck. (1992). Diversidad florística de Bolivia. *En: Conservación de la  
Diversidad Biológica de Bolivia*. Eds: M. Marconi. CDC-Bolivia/USAID-Bolivia: 73-  
111.
- Moraes, M. (1996). Novelties in the genera *Parajubaea* and *Syagrus* (Palmae) from  
interandean valleys in Bolivia. *Novon* 6: 85-95.
- Morillo, G. (1994). *Fontelleae*, Gen. Nov. y otras novedades y aportaciones en  
Asclepiadaceae andinas. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 52 (1): 33-41.
- Moraes, M. (1999). Ecología de palmeras en valles interandinos de Bolivia. *Revista de  
Ecología y Conservación*.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. Fonseca and J. Kent. (2000).  
Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403: 853-858.
- Naeem, S. and S. Li. (1997). Biodiversity enhances ecosystem reliability. *Nature* 390: 507-  
509.
- Nassar, N. (1978). Conservation of genetic of cassava (*Manibot sculenta*): determination of  
wild species location with emphasis on probable origin. *Economy Botany* 32: 311-  
320.
- Navarro, G. (1997). *Izozogia nellii* (Zigophyllaceae): Nuevo genero y especie del Gran  
Chaco de Santa Cruz (Bolivia). *Novon* 7 (1): 1-5.

- Noss, R. F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4: 355-364.
- Ochoa, C. (1990). *The potatoes of South America: Bolivia*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Olson, D. M. and E. Dinerstein. (1998). The Global 200: a representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. *Conservation Biology* 12: 502-515.
- OTA (US Congress, Office of Technological Assessment). (1987). *Technologies to maintain biological diversity*. OTA-F-300. US Government Printing Office, Washington DC.
- Perring, F. H. and L. Farrell. (1977). *British Red Data Books: 1. Vascular Plants*. Royal Society for the Promotion of Nature conservation. Nettleham.
- Purvis, A. and A. Hector. (2000). Getting the measure of biodiversity. *Nature* 405: 212-219.
- Rahbek, C. and G. Graves. (2001). Multiscale assessment of patterns of avian species richness. *Procc. Natl. Acad. Sci.* 98: 4534-4539.
- Rea, J. and J. Vachter. (1992). *La papa amarga. 1. Mesa Redonda: Peru-Bolivia*. ORSTOM. La Paz.
- Rea, J. (1999). Conservación y Manejo in situ de Recursos Fitogenéticos Agrícolas en Bolivia. *En: Avances de Investigación Centro Internacional de la Papa (CIP) y Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecoregion Andina (CONDESAN)*. Eds: I. Fairlie, T. Morales, M. Bermudez and M. Molle. Lima-Perú, Raíces y Tubérculos Andinos: 61-76.

- Renvoize, S., A. Anton and S. Beck. (1998). Gramíneas de Bolivia. The Royal Botanical Gardens. Kew. pp. 644.
- Rossow, R. (1992). Boelckea, nuevo género de Scrophulariaceae de Bolivia. Parodiana. 7 (1-2): 15-24.
- Sarmiento, J. (1998). Plan de Acción Para Las Especies Amenazadas de Bolivia. Museo Nacional de historia Natural La Paz Bolivia. pp. 30
- Stattersfield, A. J., M. Crosby, A. J. Long and D. C. Wege. (1998). Endemic Bird Areas of the World: Priorities for Biodiversity Conservation. Cambridge. Reino Unido: BirdLife International (BirdLife conservation Series No. 7). pp. 764.
- Simonetti, J. (2000). Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile – 1999. Centro de Análisis de Políticas Públicas. Universidad de Chile. Santiago: 177-201.
- Spellerberg, I. F. (1992). Evaluation and assessment for conservation. Chapman & Hall. London. pp. 245.
- Squeo, A., G. Arancio and J. R. Gutiérrez. (2001). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo - Chile. Ediciones Universidad de La Serena 1: 1-40.
- Vásquez, R. and P. Ibsch. (2000). Orquídeas de Bolivia / Orchids of Bolivia. Diversidad y estado de conservación / Diversity and conservation status. Editorial FAN. Santa Cruz –Bolivia. Vol. 1: 477-497.
- Walter, K.S. and H. J. Gillet. (1998). 1997 IUCN Red List of threatened plants. UICN, Gland, Switzerland & Cambridge, UK. pp. 33.