



Plan de implementación del sistema de manejo de información de los Recursos Genéticos administrados por el INIAF-Bolivia

Edwin Edgar Iquize Villca^{1*}

¹Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Av. Blanco Galindo Km 5.5, Casilla 832

*Autor para correspondencia: Iquize@hotmail.com

Resumen

En el año 2010, la Fundación PROINPA, el Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani, la Universidad Técnica de Oruro (UTO) y la Universidad Mayor de San Simón (UMSS) transfirieron al Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) la administración de los Recursos Genéticos del país, y con ello información en bases de datos (en formatos MS Excel© y MS Access©). En ese sentido, el INIAF, con el objetivo de continuar la conservación de los Recursos Genéticos, requiere implementar un sistema de manejo de información. A partir de una revisión bibliográfica y experiencias previas sobre el manejo de Bancos de Germoplasma, lineamientos y requerimientos de INIAF, se generó un plan a través de un flujo, donde la base de datos *per se* debe facilitar información resumida que permita tomar decisiones de actividades para el manejo de los Recursos Genéticos administrados por INIAF. El flujo contiene áreas de Conservación, Documentación, Promoción del Uso e Investigación, dentro de las cuales se tiene otras actividades y con ello una serie de variables, todas ellas relacionadas a través del Código de la Adcesión de cada Banco de Germoplasma. Para ejemplificar este flujo, se utilizó el programa Microsoft Excel© con el fin de visualizar las relaciones de actividades y variables circunscritas con la codificación de las Accesiones para el uso de los Responsables de los Bancos de Germoplasma.

Palabras clave: Manejo de Bancos de Germoplasma, Recursos Genéticos, Conservación.

Abstract

In 2010, Foundation PROINPA, Pairumani Plant Ecogenetic Research Center, Oruro Technical University (UTO) and Major San Simon University (UMSS) transferred to the National Institute of Agriculture and Forestry Innovation (INIAF) the management of the Genetic Resources of the country, and along with that information in databases (in MS Excel© and MS Access© formats). In that sense, in order to continue to conserve Genetic Resources, INIAF requires to implement an information management system. From literature reviews, previous experiences on the management of germplasm banks, and INIAF's guidelines and requirements, a plan was generated through a flow, where the database *per se* should provide summary information to help make decisions on activities necessary for the management of Genetic Resources by INIAF. The flow contains areas of Conservation, Documentation, Use Promotion, and Research. Within these, are contained other activities and thus a number of variables, all related through the Accession Code for each Germplasm Bank. In order to exemplify this flow, Microsoft Excel© was used, in order to visualize activity relationships and variables therein, using the codification of the accessions, for the use of the personnel responsible of every Germplasm Bank.

Keywords: Germplasm Bank management, Genetic Resources, Conservation.



Introducción

En el marco del Decreto Supremo 29611, el INIAF “es la autoridad competente y rectora del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (SNIAF), que tiene los roles de generar tecnologías, establecer lineamientos y gestionar las políticas públicas de innovación agropecuaria y forestal, con la finalidad de contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria, en el marco del diálogo de saberes, la participación social, y la gestión de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad como patrimonio del Estado”. Todo lo mencionado está orientado al aporte en el logro de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo “Bolivia Digna, Soberana, Productiva y Democrática para vivir bien” (INIAF, 2010).

En ese sentido, uno de los objetivos del INIAF es el “Asegurar la conservación y disponibilidad de los recursos genéticos de la agro biodiversidad, en las diferentes eco-regiones, como fuente de variabilidad genética y contrarrestar la erosión genética”.

Bolivia, que se encuentra entre los 17 Países mega diversos del planeta, ratificó el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). En respuesta a dicho compromiso Bolivia plantea el programa de Consolidación del Sistema Nacional de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación, que promueve la conservación, manejo y uso de los mismos, inicialmente a partir de 6 subsistemas que agrupan a especies de:

- Tubérculos y raíces
- Granos altoandinos
- Especies forestales (maderables y no maderables, alimenticias e industriales)
- Frutales (nativos e introducidos)
- Cereales y leguminosas (nativos e introducidos)
- Ganado (camélido, bovino, ovino, porcino, caprino, etc.)

El INIAF, a diciembre de 2012, tiene la administración *ex situ* de los Recursos Genéticos de Tubérculos y Raíces, Granos Altoandinos, Cereales y Leguminosas y Especies Forestales, con inventarios de diferente magnitud de accesiones y especies. Así mismo la información técnica de estos Recursos Genéticos no es uniforme debido a que las instituciones que previamente los administraban manejaron distintos procedimientos y financiamientos. Por tanto, amerita que se trabaje en un único Sistema de Gestión de Recursos Genéticos en Bolivia.

Se ha reportado a nivel mundial sobre la importancia de la Gestión de los Recursos Genéticos a fin de preservar la biodiversidad en provecho de la humanidad y del ambiente. El Estado Plurinacional de Bolivia también sostiene este criterio a través de la Constitución Política y el rol de INIAF.

Estos antecedentes promueven el objetivo general de generar el Plan de Implementación del Sistema de Manejo de Información de los Recursos Genéticos administrados por el INIAF en Bolivia

Materiales y Métodos

Experiencias sobre el manejo de Bancos de Germoplasma

Se revisaron los lineamientos internacionales sobre el manejo eficaz de un banco de germoplasma (Engels y Visser, 2007), además de las experiencias reportadas por los anteriores administradores de los Bancos de Germoplasma de Bolivia (PROINPA, 2010; Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani, 2008) y experiencias de otros países. Adicionalmente se consideraron las actividades realizadas en el INIAF hasta septiembre de 2013, en las que se registraron experiencias sobre el manejo y conservación de los Bancos de Germoplasma en la Estación Experimental de Toralapa (E.E. Toralapa).

Estructura de las bases de datos entregadas a INIAF

Las características de las bases de datos entregadas a INIAF fueron revisadas a partir de los

Cuadro 1. Relación de recursos genéticos por Bancos de Germoplasma y especies.

Bancos de germoplasma	Especies	Cantidad de Archivos	Formato	Último acceso
Tubérculos y raíces	Papa, Oca, Papalisa, Isaño, Arracacha, Achira, Ajipa, Yacón, Maca y Walusa	2	MS Access©a	17-dic-12
Granos altoandinos	Amaranto, Atriplex, Cañahua, Cauchi, Paico y Quinoa	20	MS Excel©b	jul-2010
Especies forestales	Maderables y no maderables, alimenticios e industriales	1	MS Excel©c	11-dic-12
Cereales y leguminosas	Trigo, Maíz, Arveja, Haba, Tarwi, Frijol, Mani,	18	MS Excel©d	feb-2011
Hortalizas	Ají (Género Capsicum) y Cucurbitas (Familia Cucurbitaceae)	4	MS Excel©d	feb-2011

Responsables de los Bancos: a Edson Foronda, b Carolina Alanoca, c Ariel Antelo y d Juan Vicente

archivos facilitados por los Responsables de cada Banco de Germoplasma en fecha 17 de diciembre de 2010, describiéndose su estado en el Cuadro 1.

Propuesta del sistema de gestión de Recursos Genéticos administrados por INIAF

Se planteó la propuesta en base a un esquema o flujo de actividades componentes de la gestión de los Recursos Genéticos administrados por INIAF. Dicha propuesta se elaboró de tal manera que pueda ser visualizada en Microsoft Excel© o Microsoft Access©.

Resultados y Discusión

El Consejo Internacional de Recursos Filogenéticos (IBPGR), en 1993, propuso que la organización de las actividades de un Banco de Germoplasma debía considerarse bajo la modalidad mostrada en la Figura 1 (Painting et al., 1993).

El CIMMYT presentó un flujo de las operaciones en el Banco de Germoplasma (Figura 2) que

además incluye resguardos (duplicados de seguridad) en otros Bancos, tales como el NCGRP en Fort Collins, Colorado, Estados Unidos e ICARDA en Siria.

El Centro de Recursos Genéticos de Holanda tiene un flujo de las actividades del Banco de Germoplasma (Figura 3) en el cual se incluye el manejo de información (Engels y Visser, 2007).

Adicionalmente existen ya definidos flujos para el manejo de semillas en Bancos de Germoplasma (Rao et al. 2007).

Aspectos generales en el manejo de Bancos de Germoplasma en Bolivia

En la Estación Experimental de Toralapa (E.E. Toralapa) se encuentra el Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas administrado por el INIAF. En cada gestión se realizan las actividades de siembra, manejo del cultivo, cosecha, poscosecha, almacenaje de tubérculos y selección de semilla (Figura 4). Estas actividades también se realizan en inver-

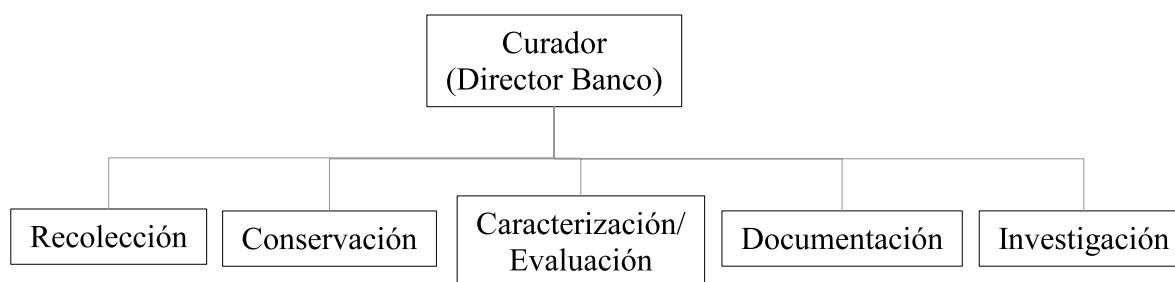


Figura 1. Organización de las actividades de un banco de germoplasma, según la recomendación de Painting et al. (1993).



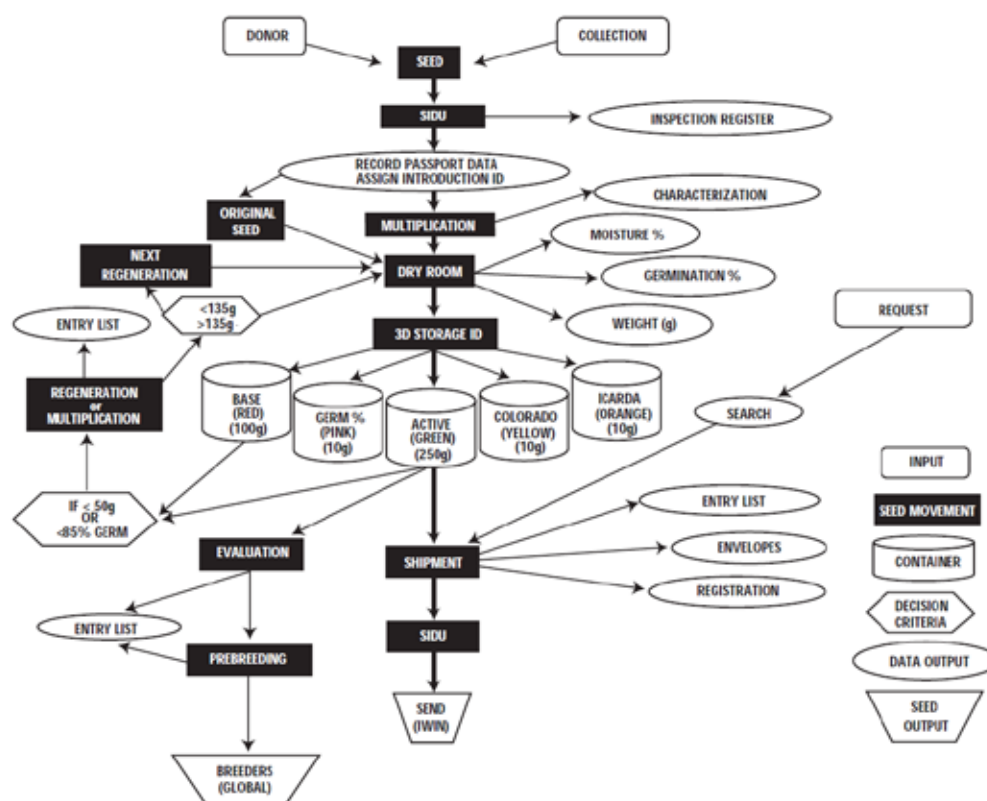


Figura 2. Operaciones del banco de germoplasma de trigo en CIMMYT (Taba et al., 2004). Obsérvese que el registro de datos es transversal al movimiento de las semillas.

nadero. En el laboratorio de cultivo de tejidos *in vitro* también se realizan una serie de pasos para la conservación. Así mismo, todas las actividades de campo, invernadero y laboratorio de cultivo de tejidos *in vitro* tienen relación bajo la codificación de la accesión por lo cual el uso de los datos en diferentes fases o actividades son registradas en planillas electrónicas en formato MS Access© y MS Excel©.

En el Banco de Germoplasma de Granos Altoandinos, las accesiones se manejan en base a información sobre la viabilidad e inventario de las semillas. A partir de esos datos se realiza el refrescamiento en forma periódica. En ese sentido, el refrescamiento incluye actividades como la siembra, manejo del cultivo, cosecha, poscosecha y análisis de pureza de las semillas

(Figura 5). Las accesiones con bajos niveles de viabilidad porcentaje de germinación se someten al proceso de refrescamiento en invernadero, con la posibilidad de trabajar en laboratorio de cultivo de tejidos *in vitro*.

Al igual que en el Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas, todas las actividades tienen relación bajo la codificación de la accesión por lo cual el uso de los datos en diferentes fases o actividades son registradas en planillas electrónicas en MS Excel©.

Tanto la Fundación PROINPA como Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani realizaron varias de estas actividades con particularidades inherentes a cada institución (PROINPA, 2010; Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani, 2008).

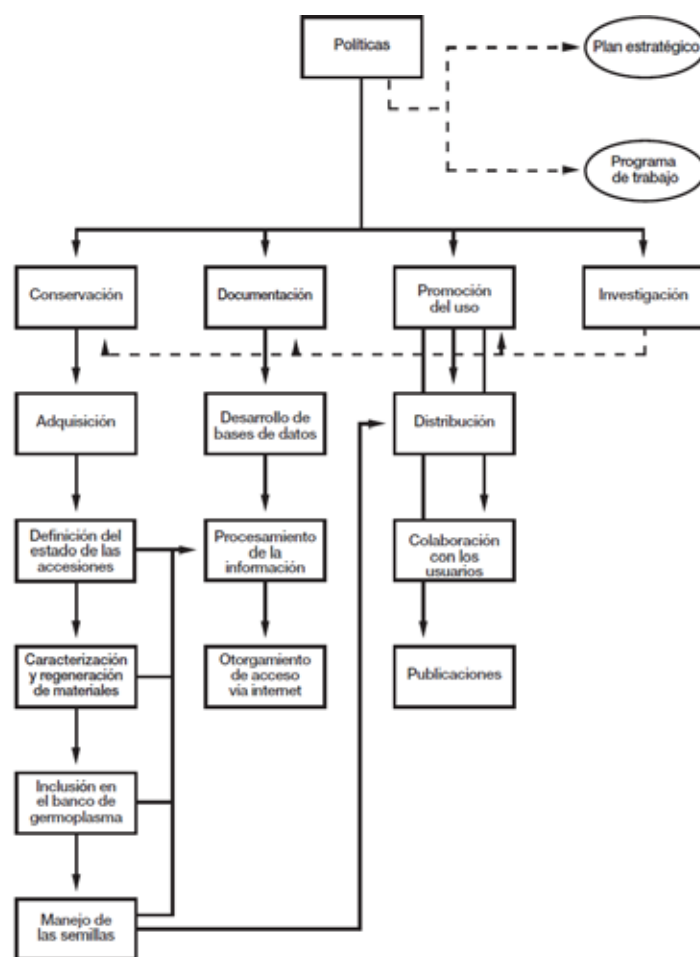


Figura 3. Diagrama de flujo que muestra el proceso básico de las actividades del Banco de Germoplasma del Centre for Genetic Resources (CGN) de Holanda (Engels y Visser, 2007).

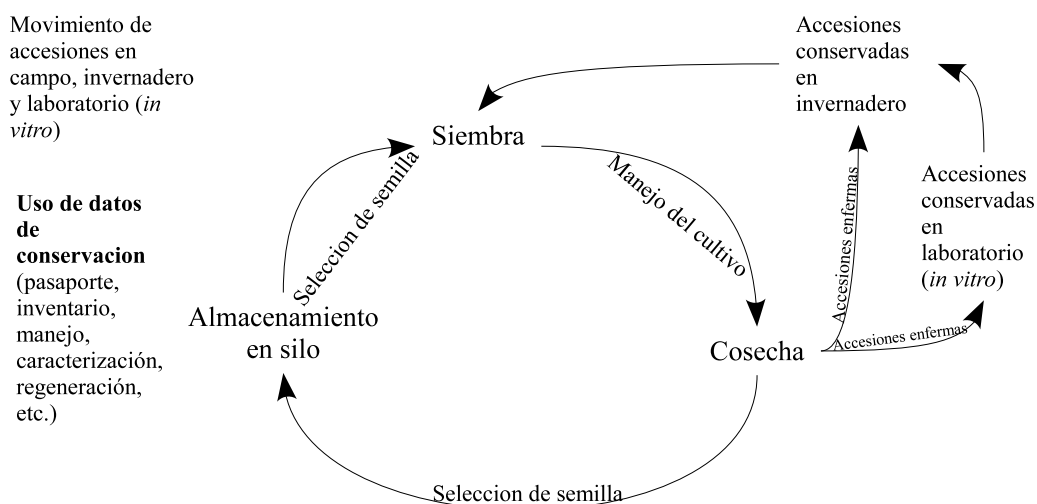


Figura 4. Actividades o movimiento de accesiones en el Banco de Tubérculos y Raíces Andinas administrado por el INIAF, en cada gestión agrícola.



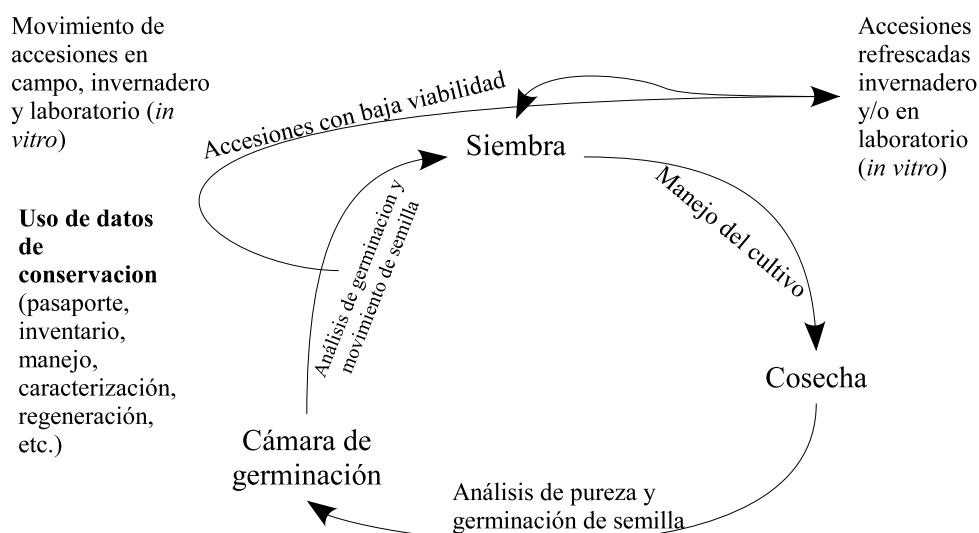


Figura 5. Actividades o movimiento de accesiones en el Banco de Granos Altoandinos según la viabilidad y la disponibilidad de semilla.

Programas informáticos para la gestión de Recursos Genéticos

En el manejo de Bancos de Germoplasma existen una serie de actividades con secuencias dinámicas, documentadas y difundidas a usuarios y es por esa razón que los diferentes Bancos de Germoplasma utilizan sistemas informáticos. Así, en los países miembros de PROCITROPICOS se utilizan: En Bolivia SIRGEN, MS Excel© y MS Acces©; en Colombia Bases de Datos de Bancos Digitales de Germoplasma (en la página web de CORPOICA); en Ecuador MS Excel© y otros programas; en Perú el Sistema de Gestión de Información del Banco de Germoplasma de la SUDIRGER (en plataforma web); en Venezuela FoxPro©, dBASE© y MS Excel©; en Brasil SIBRARGEN; y en Argentina DBGermo

(PROCITROPICOS/IICA, 2010; Tilleria, 2006 citado por SOFAG e INIAF, 2010).

El Sistema Alelo, en Brasil, es una evolución del Sistema Brasileiro de Informação em Recursos Genéticos (SIBRAGEN). Este sistema está siendo perfeccionado para que pueda manejar, de forma integrada, todas las infor-

maciones contenidas en los diversos bancos de datos usados por varios centros de investigación de Embrapa. Este trabajo está hecho de forma participativa, con el levantamiento de requisitos y reuniones de equipos, presenciales y por videoconferencia, para la discusión y validación (Adriana Delfino dos Santos citada por Cláudio Bezerra, 2011).

Estructura de las bases de datos entregados a INIAF.

Las características generales de las bases de datos de los Bancos de Germoplasma administrados por el INIAF se muestran en el Cuadro 2. En la mayoría de los casos, la información está disponible en una matriz de dos entradas. En columnas se ubican las variables y en filas las accesiones (Figura 6 y Figura 7).

La base de datos del Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas, en formato MS Access©, presenta un menú inicial solo para la introducción de datos y reportes de actividades en laboratorio (*in vitro*) y siembra en campo. Por otra parte, posee 86 tablas, 90 consultas, 9 formularios, 30 informes o reportes y 5 macros,

Cuadro 2. Característica de las bases de datos de los Bancos de Germoplasma

Bancos de germoplasma	Programa	Estructura	Organización	Información disponible
Tubérculos y raíces	Access	Base de datos	Conjunto de matrices de tablas, consultas y reportes sin un índice general.	Pasaporte, caracterización, datos de campo, in vitro, invernadero, taxonomía, etc.
Granos altoandinos	Excel	Simple	Matriz de dos entradas	Pasaporte, inventario y caracterización (parcial)
Especies forestales	Excel	Simple	Matriz de dos entradas	Pasaporte, inventario y caracterización
Cereales y leguminosas	Excel	Simple	Matriz de dos entradas	Pasaporte, inventario y caracterización (parcial)
Hortalizas	Excel	Simple	Matriz de dos entradas	Pasaporte, inventario y caracterización

Figura 6. Matriz de doble entrada con datos de pasaporte del Banco de Germoplasma de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) en formato MS Excel©.

Figura 7. Matriz de doble entrada con datos de caracterización del Banco de Germoplasma de arveja (*Pisum sativum* L.) en formato MS Excel©.



Lineamiento sobre la gestión Nacional de Recursos Genéticos del INIAF

Propuesta sobre el Sistema de Gestión de Recursos Genéticos administrados por el INIAF

La propuesta que se muestra en la Figura 10 se elaboró en base a la información de experiencias en Bolivia, otros países y en base a lineamientos del INIAF para la gestión o de los Bancos de Germoplasma administrados por esta institución.

El flujo considera actividades por especie o colección con cuatro pilares o áreas (Conservación, Documentación, Promoción del Uso e Investigación). Cada una de ellas presenta una serie de actividades y con ellas una serie de variables, todas ellas relacionadas por el código de la Accesión. La Base de Datos (Documentación) tiene gran relevancia debido a su transversalidad respecto a las áreas de Conservación, Promoción del Uso e Investigación.

La base de datos además de generar información resumida (estadística descriptiva e inferen-

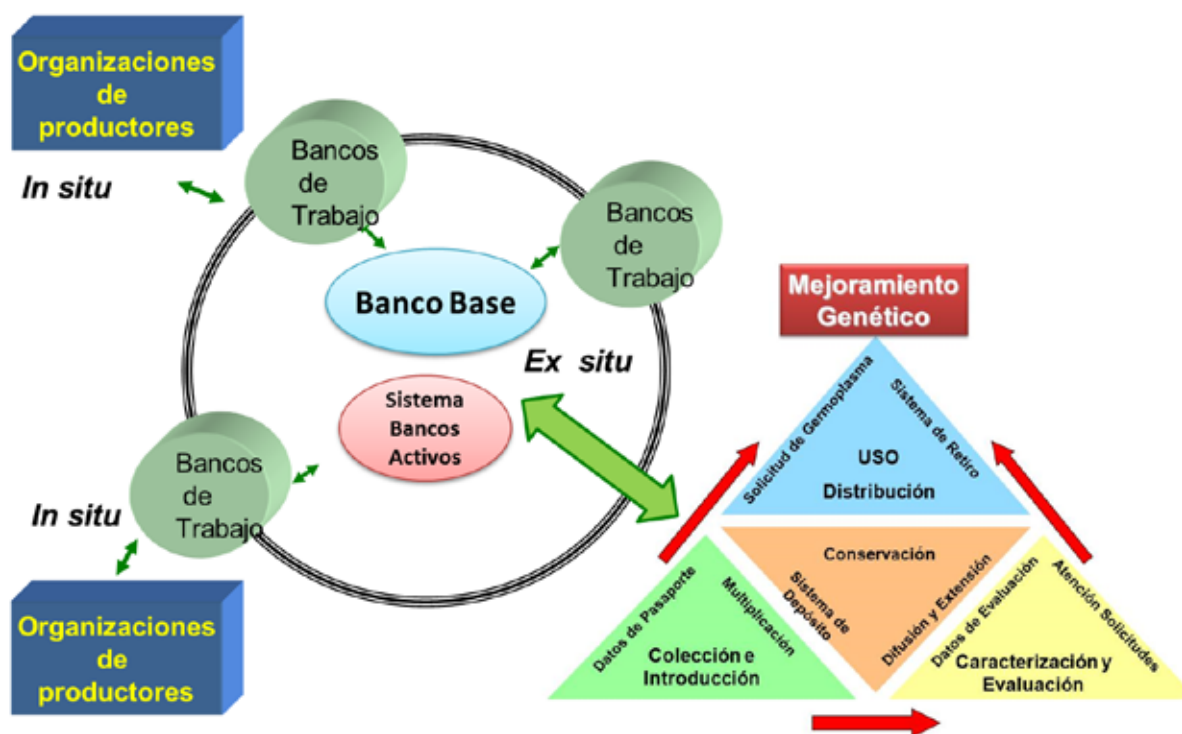


Figura 9. Esquema de la gestión del sistema nacional de recursos genéticos.

cial) debe permitir al Responsable o Curador del Banco tomar decisiones referidas a actividades. Por ejemplo, si en la base de datos existen accesiones con menor cantidad de semillas, la base de datos deberá dar la información a través de cuadros resumidos de estadística simple. El Responsable tendrá que decidir el refrescamiento u otra actividad que le permita asegurar la conservación de dichas accesiones.

El flujo mostrado en la Figura 10 fue plasmado en formato MS Excel© a fin de visualizar los datos y la información pertinente para la toma de decisiones por parte del Responsable en el manejo del Banco de Germoplasma.

En la Figura 11, se expone un menú principal con las actividades centrales de *Conservación*, *Documentación*, *Promoción del Uso* e *Investigación*. Al ingresar a la opción de *Conservación* se visualiza un menú que contiene enlaces a datos de *Pasaporte*, *Inventario*, *Caracterización y Manejo de Semillas*. En la parte superior derecha de la hoja se presentan enlaces para al

acceso a *Inicio*, *Promoción del Uso*, *Documentación* e *Investigación*. Al acceder al enlace de *Pasaporte*, se observa otro índice que contiene acceso a *datos de pasaporte* y *estadísticas descriptivas*. En *datos de pasaporte* se observa los datos organizados en una matriz de doble entrada, donde en las columnas se exponen las variables y en las filas las accesiones. En el menú de *estadística descriptiva* existen varias consultas con las que pueden observarse cuadros, en algunos casos acompañados de figuras. En la figura se tienen salidas al número de *accesiones* existentes por variable de pasaporte, además de la *frecuencia de accesiones* de por país y departamento.

La información dispuesta de esta manera facilita realizar consultas para la toma de decisiones en base a los informes resumidos (estadística descriptiva). Por ejemplo, dentro del menú *Conservación e Inventario*, al acceder a la base de datos con el contenido de semilla y porcentaje de germinación, se obtiene la cantidad de accesiones con porcentajes menores a un determi-

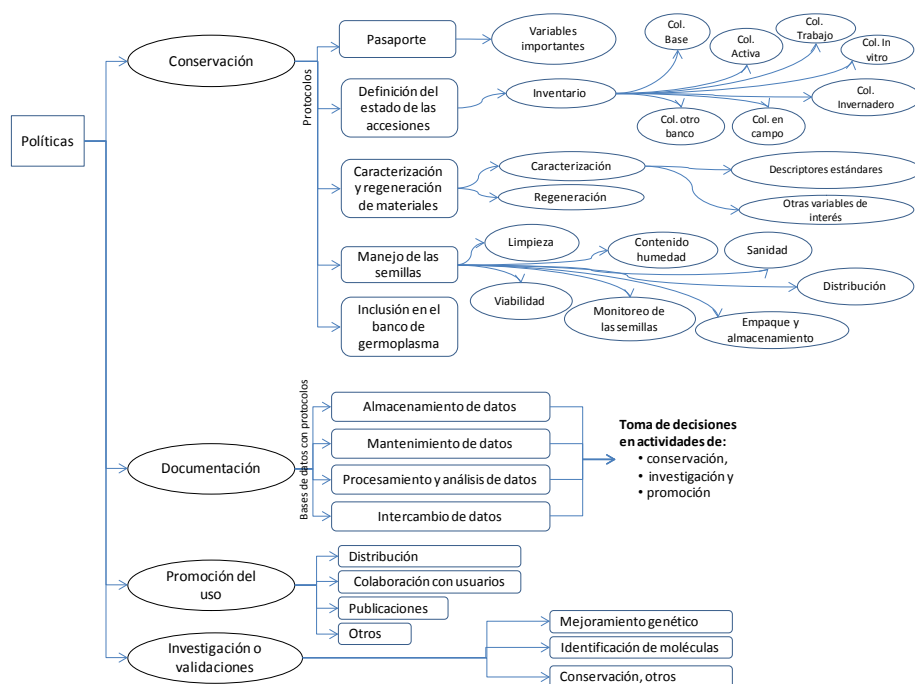


Figura 10. Diagrama de flujo de la Base de Datos para una especie y/o colección de Recursos Genéticos administrados por INIAF.

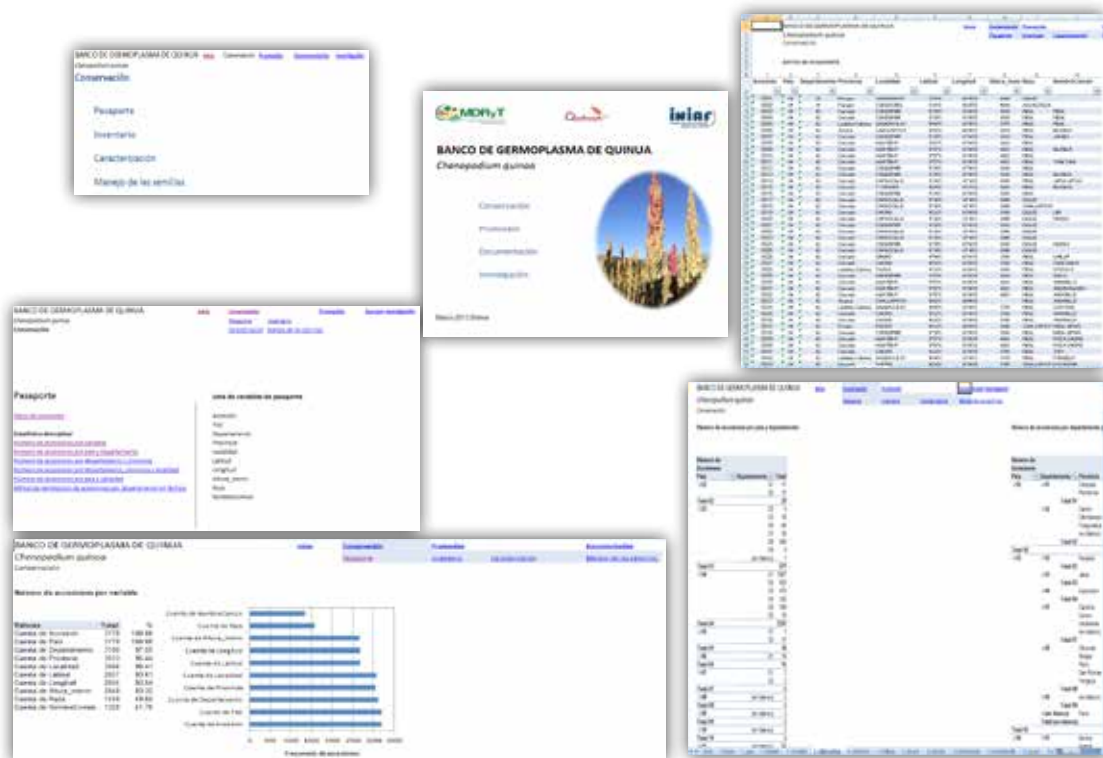


Figura 11. Base de datos e información de pasaporte del Banco de Germoplasma de Quinua en formato MS Excel®.

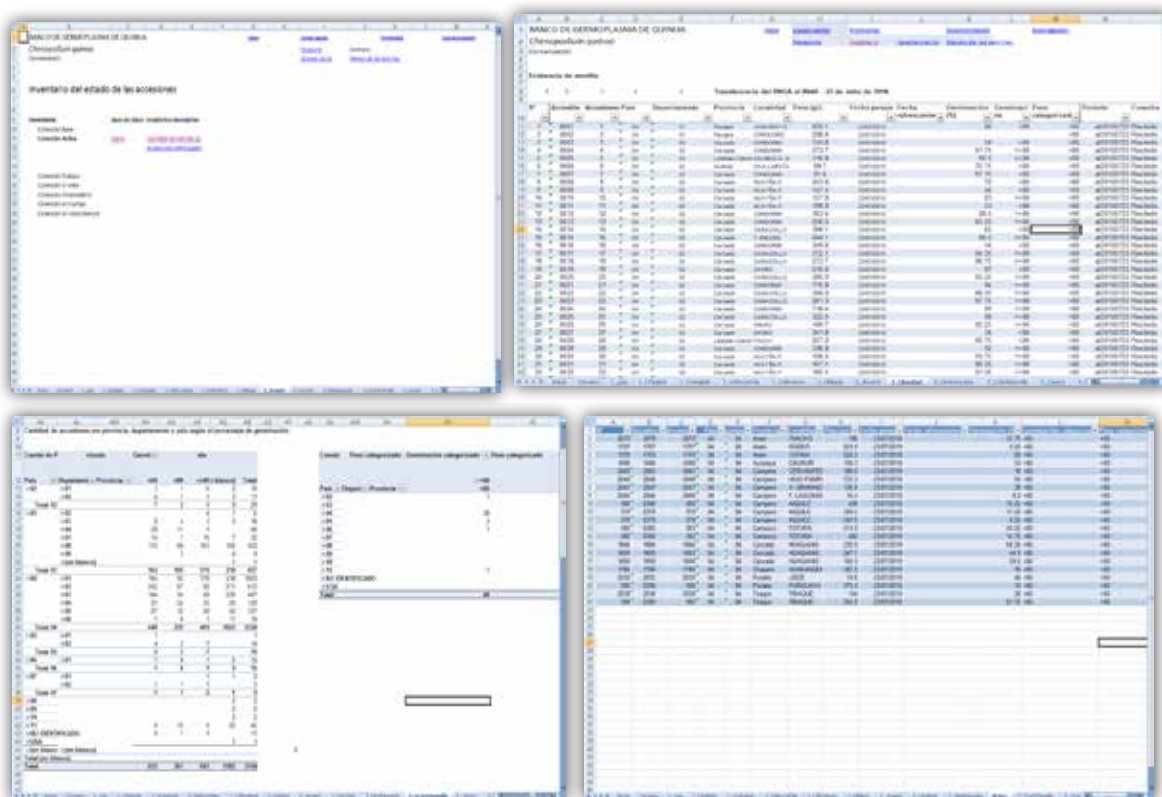


Figura 12. Consulta realizada en la Base de Datos del Banco de Germoplasma de Quinua, solicitando información de inventario y selección de accesiones de Cochabamba (04) - Bolivia (04) con porcentajes de germinación menores a 60% en formato MS Excel©.

nado porcentaje de germinación. En la Figura 12 se muestra una consulta donde se seleccionó las accesiones de Bolivia (04), Cochabamba (04), con porcentajes de germinación menores a 60% y al realizar la consulta se obtuvo la lista de accesiones seleccionadas. Según el interés del Responsable del Banco, el flujo de la Base de Datos debe dar insumos a este para que se puedan priorizar accesiones y tomar decisiones en la conservación o manejo de las mismas.

Agradecimientos

El presente trabajo fue financiado parcialmente con fondos del Banco Mundial a través del Proyecto de Innovación y Servicios Agrícolas (PISA) del INIAF. Dicho apoyo se agradece

enormemente. La información respecto a los flujos y actividades en los Bancos de Germoplasma administrados por el INIAF fue amablemente proporcionada por los Responsables de cada Banco: Carolina Alanoca, Juan José Vicente, Edson Foronda, Carol Rocabado, Lisett Vaca, Rosario Lucero, Enrique Patzi, Ariel Antelo, Víctor García, Ana María Flores y Víctor Guzmán. Se agradece su desinteresada colaboración.

Referencias

Bezerra, C. 2011. Sistema informatizado vai facilitar pesquisas em recursos genéticos. Agrinforma, Jornal da Embrapa Informática Agropecuária 43. Campinas SP, Brasil.

Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani. 2008. Informe final de subproyectos del componente Banco de Germoplasma de Pairumani. Fundación Patiño, Ministerio de Desarrollo Rural Agropecuario y Medio Ambiente, Cochabamba, Bolivia.

Engels, J; Visser, L. 2007. Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma No. 6. Bioversity International, Roma, Italia.

PROINPA. 2010. Manejo, Conservación y Uso Sostenible de Tubérculos y Raíces Andinas. Informe de Avance 1 Enero – 30 Marzo 2010. Período del proyecto Enero – Junio 2010. Fundación PROINPA, Subsistema de Tubérculos y Raíces Andinas, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario, Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Cochabamba, Bolivia.

INIAF. 2010. Plan Estratégico Institucional 2011-2015. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. La Paz, Bolivia.

Painting, K; Perry, M; Denning, R; Ayad, W. 1993. Guía para la Documentación de Recursos Genéticos. Traducido por Adriana Alercia. Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos IBPGR, Roma, Italia.

PROCITROPICOS/IICA. 2010. Recursos Fitogenéticos en los Trópicos Suramericanos. Programa Cooperación de Investigación, Desarrollo e Innovación agrícola para los Trópicos Suramericanos - IICA. Brasilia DF, Brasil

Rao, N; Hanson, J; Dulloo, M; Ghosh, K; Novell, D; Larinde, M. 2007. Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma No. 8. Bioversity International, Roma, Italia.

SOFAG e INIAF. 2010. Sistema de Información Nacional de los Recursos Genéticos para la Agricultura y a la Alimentación, Parientes Silvestres. Informe Final v.2. Consultora SOFAG, INIAF. La Paz, Bolivia.

Taba, S; Van Ginkel, M; Hoisington, D; Poland, D. 2004. Wellhausen-Anderson Plant Genetic Resources Center: Operations Manual, 2004. CIMMYT. El Batán, Mexico.