



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



GUÍA PARA EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS FITOGENÉTICOS EN ECUADOR PROTOCOLOS



Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos
(DENAREF)



2018

GUÍA PARA EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS FITOGENÉTICOS EN ECUADOR

PROTOCOLOS

Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos
(DENAREF)

2018

Este producto es parte del Proyecto Incorporación del uso y conservación de la agrobiodiversidad en las políticas públicas a través de estrategias integradas e implementación *in situ* en cuatro provincias alto andinas (GCP/ECU/086/GFF) ejecutado por Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP), la Fundación Heifer Ecuador y financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF).

Estas instituciones fomentan el uso, la reproducción y la difusión del material contenido en este producto informativo. Salvo que se indique lo contrario, se podrá copiar, imprimir y descargar el material con fines de estudio privado, investigación y docencia, o para su uso en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca de forma adecuada a la fuente y titular de los derechos de autor y que ello no implique en modo alguno que estas instituciones aprueban los puntos de vista, o recomiendan productos o servicios de terceros.

Las denominaciones empleadas en este producto y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la alimentación de sus fronteras o límites.

Para citar este documento/To reference this article:

Monteros-Altamirano, A; Tacán, M.; Peña, G.; Tapia, C.; Paredes, N.; Lima, L. 2018. Guía para el manejo de los recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos. Publicación miscelánea No. 432. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Mejía, Ecuador.

Comité de publicaciones del INIAP:

Eduardo Peralta Ing. MSc.
José Velásquez Ing. MSc.
Katherine Orbe Lic. Biol. MSc.
José Luis Zambrano PhD.

Revisión externa:

César Pérez PhD. Banco de Germoplasma. Universidad Politécnica de Madrid. España
Ximena Cadima PhD. Fundación PROINPA. Bolivia
Hipatia Delgado MSc. FAO Proyecto Agrobiodiversidad

Revisión de estilo:

LETRA SABIA Servicios Editoriales.

Diseño y Diagramación:

Diego Enríquez C.

Fotografías:

Archivo Fotográfico INIAP, FAO.

ISBN:

978-9942-22-262-6

GUÍA PARA EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS FITOGENÉTICOS EN ECUADOR PROTOCOLOS



Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos
(DENAREF)

2018



PRESENTACIÓN

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ente líder en la investigación agrícola en Ecuador, ha aportado durante más de treinta y cinco años a la conservación de la agrobiodiversidad. A inicios de los años ochenta se crea una Unidad de Recursos Fitogenéticos en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP para luego, en la década de los noventa, dar paso a la creación oficial del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF), como se lo conoce hasta la actualidad.

Los primeros datos de colecciones de germoplasma datan de hace más de cincuenta años con materiales de cacao que habían sido instaladas en los predios de la Estación Experimental Tropical de Pichilingue, INIAP. Posteriormente, en el año 1981 se colecta la primera accesión de amaranto *Amaranthus* sp.(ECU-001) en la provincia de Cañar; luego se continúa con otros cultivos como quinua, chocho, melloco, oca, mashua, zanahoria blanca, entre otros, que habían sido priorizados a nivel Andino en una reunión regional en Lima en 1981 (Nieto *et al.* 2003). Estas primeras actividades del banco de germoplasma del INIAP se inician con el apoyo del Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (actualmente Bioversity International), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo – CIID (IDRC de Canadá).

El banco de germoplasma ha crecido hasta alcanzar en la actualidad aproximadamente 28 000 accesiones de 290 géneros y más de 500 especies de plantas cultivadas (de origen andino e introducidas) y sus parientes silvestres que se conservan en condiciones *ex situ* en varias estaciones experimentales del INIAP en la Costa, Sierra y Amazonía.

Las actividades de conservación y manejo de esta parte importante de la agrobiodiversidad ecuatoriana, aunque satisfactorias, no han sido fáciles. El banco está localiza-

do en una región de riesgo por eventos naturales como movimientos tectónicos, erupciones de volcanes e inundaciones, por lo que el mantenimiento de las colecciones de germoplasma se realiza bajo diferentes técnicas que incluyen cámara refrigerada, campo o *in vitro*, y se ha requerido la búsqueda permanente de financiamiento para labores de mantenimiento e investigación. Desde la formación del banco, la tarea ha involucrado el trabajo de varios hombres y mujeres ecuatorianos comprometidos con el objetivo de que esta riqueza de Ecuador (patrimonio fitogenético) debe ser conservada en las mejores condiciones para las generaciones futuras. Es importante considerar que el éxito en el manejo de un banco de germoplasma se funda sobre la base de la preparación técnica y la continuidad laboral de un equipo humano responsable.

La presente publicación resume las experiencias del manejo de los recursos fitogenéticos en Ecuador lideradas por el INIAP en los últimos 37 años de trabajo. Las experiencias generadas en este tiempo han sido complementadas con información actualizada a nivel mundial sobre el tema. En las siguientes páginas, se presentan los protocolos de manejo para actividades de conservación *ex situ*: colecta, conservación, caracterización y evaluación, regeneración y multiplicación, y documentación. Finalmente se exponen los protocolos para la conservación en finca (*in situ*).

De parte de los autores se espera que este documento sirva de referencia para el manejo de los recursos fitogenéticos ecuatorianos por parte de las actuales y futuras generaciones de profesionales de INIAP y por investigadores de otras instituciones a nivel nacional. El trabajo es arduo y de alta responsabilidad ya que la creación de un banco de germoplasma es solo la primera fase de un proyecto más amplio y ambicioso: mantenerlo en el tiempo y propiciar su uso en beneficio de la ciencia, la sociedad ecuatoriana, la naturaleza y la humanidad.



AGRADECIMIENTOS

Un sentido agradecimiento a todos los investigadores, becarios, pasantes y personal administrativo que han sido y son parte del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF) del INIAP. por su invaluable aporte a la construcción del banco de germoplasma, que se ve reflejado en los protocolos de manejo de bancos de germoplasma a nivel nacional. A todas las autoridades de la institución, investigadores de programas y proyectos que, en el transcurso de los 28 años de creación oficial del Departamento, han apoyado institucionalmente al fortalecimiento del banco. A los Gobiernos de turno e instituciones internacionales por el apoyo financiero que ha contribuido a la conservación, manejo y uso de los recursos fitogenéticos ecuatorianos para la alimentación y la agricultura, y que se ven reflejados en estos protocolos. Gratitud especial merecen los agricultores que contribuyeron con el germoplasma y con su conocimiento para consolidar el banco de germoplasma del INIAP.



BASE LEGAL

El Ecuador, aunque pequeño en superficie, es reconocido como uno de los países megadiversos del mundo. Su diversidad geográfica, edáfica y ecológica, adicionada a su diversidad cultural, ha permitido que disponga de una alta variedad de especies de plantas vasculares, entre las que constan especies relacionadas con la agricultura y la alimentación (agrobiodiversidad). Sin embargo, también existen factores que conducen a la pérdida de esta diversidad genética en el campo (erosión genética), como son la deforestación, cambios en los hábitos alimenticios, monocultivo, mercado, urbanismo, cambio climático, entre otros.

Varios instrumentos jurídicos ecuatorianos amparan el trabajo con la agrobiodiversidad. La Constitución de la República, Registro Oficial (R.O.) 449, del 20 de octubre de 2008, en su artículo 281 cita: "La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, pueblos y nacionalidades, alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente". El numeral 6 del mismo artículo añade que es responsabilidad del Estado: "promover la preservación y recuperación de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella; así como el uso, la conservación y el intercambio libre de semillas". Un instrumento legal de gran importancia para la sostenibilidad del banco de germoplasma es la Ley de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable, R. O. 10, promulgada el 8 de junio del 2017. A la vez, la normativa ecuatoriana exige responsabilidad tal y como se expresa en el Código Orgánico Integral Penal, R. O. 180, del 10 de febrero de 2014, que en su artículo 248, numeral 3, menciona sobre la pérdida genética que: "la persona que con sus acciones u omisiones provoque pérdida del patrimonio genético nacional, que incluya o no componente intangible asociado será sancionada con pena privativa de libertad de tres a cinco años, tomando en consideración el valor de los perjuicios causados".

Dentro de los aspectos legales para acceso a recursos genéticos, según el Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación (INGENIOS), la autoridad competente para contratos de acceso con finalidades comerciales es el Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO) mientras que para contratos marco de investigación lo es la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT). El acceso se da a través de un contrato marco de investigación o un contrato de acceso al recurso genético. La normativa vigente se encuentra publicada en el R.O. 905 del 3 octubre 2011 (Reglamento Nacional al Régimen Común sobre Acceso a Recursos Genéticos en aplicación a la Decisión 391 de la Comunidad Andina) y el R.O. 449 del 2 de marzo 2015 (Norma que Regula el Procedimiento para la Suscripción de Contratos Marco de Acceso a Recursos Genéticos).

También se debe observar el Código Orgánico Integral Penal (R.O. 180 del 10 de febrero del 2014) en lo referente al delito por acceso no autorizado.

Otra forma de acceso a recursos fitogenéticos es mediante el Sistema Multilateral del Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. El punto focal es el INIAP por delegación del MAG y el acceso se relaciona con los cultivos del Anexo 1 del Tratado que están en dominio público (banco de germoplasma del INIAP), mediante un Acuerdo Normalizado de Transferencia de Materiales que es firmado entre el receptor y el Director Ejecutivo del INIAP.

En casos en los que se solicita a los agricultores información de conocimientos tradicionales, el INIAP tiene que realizar, según la normativa Andina (Decisión 391), un contrato accesorio para solicitar a la comunidad el consentimiento informado previo.





ÍNDICE

CAPÍTULO I. Colecta de germoplasma	14
--	----

CAPÍTULO II. Conservación <i>ex situ</i>	24
--	----

CAPÍTULO III. Caracterización y evaluación de germoplasma	34
---	----

CAPÍTULO IV. Multiplicación y regeneración de especies del banco de germoplasma	42
--	----

CAPÍTULO V. Documentación de germoplasma	50
--	----

CAPÍTULO VI. Conservación en fincas (<i>in situ</i>)	56
--	----

VII. GLOSARIO DE TÉRMINOS	68
----------------------------------	----

VIII. SIGLAS Y ABREVIATURAS	70
------------------------------------	----

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
---------------------------------------	----

X. ANEXOS	76
------------------	----

CAPÍTULO I

COLECTA DE GERMOPLASMA



FOTO 1

Colecta de germoplasma de maíz (*Zea mays* L.) en la provincia de Bolívar.

1. Antecedentes

Nicolai Vavilov, botánico y genetista ruso (1887-1943), en base a sus colectas a nivel mundial, denominó a la Región Andina como uno de los ocho centros de origen de especies cultivadas en el mundo, por su alta variabilidad genética. Aunque su teoría ha sido ajustada por varios científicos como Darlington, Zhukovskij y Harlan, entre otros (Zeven y De Wet 1982), no cabe duda de que la Región Andina en general, y la de Ecuador en particular, tienen una riqueza importante en especies cultivadas y sus parientes silvestres.

La colecta de germoplasma es la actividad de obtención de semillas o cualquier parte de la planta que pueda regenerarse y producir una nueva planta. Esta muestra debe ser representativa de poblaciones vegetales silvestres o especies cultivadas. La colecta busca capturar la máxima diversidad genética que encierran los recursos fitogenéticos *in situ*, mediante un muestreo y recopilación adecuada de germoplasma e información asociada. Una buena recolección facilitará el uso y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos conservados *ex situ* (Guarino *et al.* 1995; Sevilla y Holle 2004).

La colecta se realiza con varios propósitos: i) obtener material genético de una especie de importancia para el banco de germoplasma (BG), por lo que constituye el paso inicial en la conservación de los recursos genéticos; ii) prevenir la erosión genética de especies y variedades nativas en el campo; iii) llenar vacíos en una colección *ex situ* ya existente (Sevilla y Holle 2004); y, iv) usar el germoplasma inmediatamente.

Las colectas de germoplasma son necesarias y ampliamente justificadas en centros de origen y domesticación de especies, debido a que en ellos se pueden encontrar variedades cultivadas y sus parientes silvestres que coexisten y evolucionan en el transcurso del tiempo (Rojas 2002).

2. Justificación

La rápida desaparición de la vegetación en Ecuador ha evidenciado la urgente necesidad de realizar estudios detallados, especialmente en cultivos que contribuyen a la seguridad y soberanía alimentaria, cuya biodiversidad no está suficientemente registrada. Por tal motivo, se está incentivando a las personas al estudio de nuevas técnicas de conservación de especies en el BG, los cuales ayudarán a conservar la agrobiodiversidad en peligro de extinción.

En el sentido descrito es importante continuar con las misiones de colecta de germoplasma con la finalidad de capturar la máxima diversidad genética que se encuentra en condiciones *in situ*, mediante el muestreo sistemático, caracterización y recopilación adecuada de información asociada. Este trabajo permitirá incrementar el acervo genético en el BG del INIAP (condiciones

ex situ), para garantizar su conservación, fomentar procesos de mejoramiento genético y la búsqueda de sus potencialidades para diferentes fines a través de su caracterización y, finalmente, fomento de su uso.

3. Equipamiento, materiales y métodos de colecta de germoplasma

A continuación se describen los materiales utilizados comúnmente en misiones de colecta de germoplasma, así como los métodos aplicados por el INIAP para este fin.

3.1 Equipamiento y materiales

- Vehículo.
- Altimetro.
- Cámara digital.
- GPS.
- Brújula.
- Binoculares.
- Computadora o Tablet.
- Fichas de colecta.
- Mapas de la zona.
- Prensa de herbario.
- Botiquín médico (antídotos, repelente y otros insumos).
- Bolsas de papel, plástico y tela.
- Etiquetas.
- Marcadores, lápices.
- Tijeras de podar.
- Machete.
- Papel periódico.
- Impermeables.
- Botas de caucho.
- Protección solar.
- Alimentos energéticos.
- Agua.

3.2 Métodos

3.2.1 ¿Por qué y qué coleccionar?

El primer paso es definir el propósito de la colecta (Guarino *et al.* 1995). Entre los principales motivos se encuentran:

- Rescate.
- Colecta para uso inmediato (estudios de diversidad).
- Colecta para llenar vacíos del banco.
- Colectas de oportunidad.

Una vez definido el o los propósitos, los siguientes tipos de misiones de colecta son considerados para efectuar el trabajo:

- Colectas multi-especies: varias especies cultivadas con cierto grado de relación, no necesariamente taxonómica, como por ejemplo: oca, melloco y mashua (tubérculos), o jícama, miso y zanahoria blanca (raíces).
- Colectas para especies cultivadas particulares, por ejemplo: “variedades de agricultor” o *landraces* (con características particulares).
- Especies silvestres.
- Especies silvestres relacionadas con cultivadas.
- Colectas por usos específicos: plantas alimenticias, ornamentales, medicinales o industriales.

3.2.2 Planeación técnica de la colecta

Para iniciar la colecta de germoplasma será importante tomar en consideración la determinación del origen y distribución geográfica de la especie, los aspectos legales de la colecta, los sitios de recolección y la estrategia de muestreo.

3.2.2.1 Determinación del origen y distribución de la especie

Esta es una recopilación y síntesis de información ecológica, geográfica y taxonómica cuyos resultados, de carácter predictivo, sirven para diseñar estrategias de conservación y determinar prioridades para la colecta de germoplasma. Para esto se debe realizar:

- Revisión de literatura sobre la especie bajo estudio.
- Visita a herbarios para confirmar distribución de la especie.
- Revisión de bases de datos pasaporte en bancos de germoplasma (colectas anteriores).

3.2.2.2 Aspectos legales de la colecta

El artículo 6 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria expresa que toda actividad de investigación científica de colecta requiere un permiso de la autoridad competente, en este caso, el Ministerio de Ambiente, entidad que exige el cumplimiento de ciertos requisitos y presentación de formas con la información respectiva.

El documento a entregarse deberá describir el proyecto de investigación con el siguiente formato:

- Nombre del proyecto.
- Área precisa donde se llevará a cabo la investigación.
- Justificación.
- Objetivos.

- Técnicas de observación.
- Sitios de muestreo y toma de muestras.
- Justificación de especies y especímenes a colectarse.
- Tipos de manipulación.
- Tipo de marcas.
- Métodos de transporte de los especímenes.
- Museo o herbario en el cual se depositarán los duplicados.
- Tipo y forma de manejo del hábitat.
- Materiales y equipos.
- Resultados esperados.
- Impactos ambientales potenciales del proyecto.
- Cronograma de trabajo, incluyendo fecha de entrega de informes de resultados parciales cuando la investigación tiene más de un año de duración, y fecha del informe final.

También se deben anexar los siguientes documentos:

1. El responsable técnico de la investigación científica deberá estar acreditado como investigador por la autoridad nacional competente.
2. Copia certificada del respaldo, apoyo y aval de la Institución Nacional de Apoyo Científico, tanto para solicitantes nacionales como extranjeros.
3. Hoja de vida del responsable técnico del proyecto (**formulario B.1-6 "Formato hoja de vida responsable técnico"**) y del grupo de trabajo involucrado (**formulario B.1-7 "Formato hoja de vida grupo de trabajo"**).
4. Si el acceso o colecta del recurso involucra algún componente intangible o requiere previa aprobación de una comunidad, es un requisito entregar el consentimiento fundamentado previo (**formulario B.1-3 "Consentimiento fundamentado previo"**). Adicionalmente, en el caso de acceso a recursos biológicos y genéticos con fines comerciales, se debe presentar el formato de extracto (fragmento de información a publicarse en la comunidad con relación a la investigación y al recurso biológico y genético al cual se desea acceder) con base en el **formulario B.1-4 "Extracto de publicación"**.
5. En caso de un programa de investigación científica, presentar cada proyecto con base en el **formulario B.1-8 "Formulario de proyecto/s enmarcado dentro del programa de investigación científica"**.
6. Copia de los convenios de cooperación entre entidades involucradas en los proyectos de investigación.
7. Carta de aceptación del donante de los recursos biológicos, de los recursos genéticos o del componente intangible (si la colecta se realizará dentro de un predio privado o en centros *ex situ* de recursos biológicos – genéticos).
8. Si la solicitud persigue algún fin comercial, es necesario incluir un análisis de factibilidad económica.

9. Adicionalmente, cuando el trámite corresponda a una autorización de investigación científica (colecta), adjuntar:
 - a. Carta de compromiso en base a **formulario B.1-9** "Formato carta de compromiso".
 - b. Copia del depósito en la cuenta del Ministerio del Ambiente nro. 0010000785 del Banco Nacional de Fomento, por un monto de 20 dólares (no reembolsables) correspondientes al derecho de investigación.

Por otro lado, se deberá cumplir con el acuerdo de aceptación de entregar al Ministerio del Ambiente dos copias impresas y en formato digital de los resultados del proyecto en idioma castellano. Adicionalmente, se deberá entregar una copia de los resultados a cada Área Protegida y/o Distrito Regional donde se realizó la investigación.

Finalmente, se debe observar también el Código Internacional de Conducta para la Recolección y Transferencia de Germoplasma Vegetal de la FAO (<http://www.fao.org/nr/cgrfa/cgrfa-global/cgrfa-codes/es/>).

3.2.2.3 Sitios de la colecta

Para visualizar y determinar los sitios de colectas previas (información de datos pasaporte) o sitios potenciales de colecta (en base a información sobre herbarios o publicaciones); se pueden utilizar paquetes de Sistemas de Información Geográfica (SIG) tales como: DIVAGIS (<https://www.diva-gis.org>), arcGIS (<https://www.arcgis.com>), CAPFITOGEN, (<https://www.capfitogen.net>), etc. los cuales permiten obtener mapas de distribución actual y potencial de la(s) especie(s) objetivo, mapas de diversidad y mapas ecogeográficos, e identificar vacíos de colecta.

3.2.2.4 Logística de la colecta

Una vez definidos los sitios de colecta, es necesario:

- Determinar la(s) ruta(s) más apropiada(s) y la época óptima de colecta.
- Definir la composición del personal que participará en la colecta (es preferible que se realice en equipos pequeños, de no más de cinco personas). Se deben incluir especialistas en recursos fitogenéticos y expertos conocedores de la(s) especie(s) objetivo.
- Establecer el tipo de material a coleccionar: semilla, estaca, tubérculo, colino o incluso polen.
- Preparar los materiales y el equipo necesario para coleccionar con base en el listado previamente definido (punto 3.1).
- Determinar el tipo de transporte a utilizar: terrestre y/o fluvial. Se debe contar con un conductor experimentado y con conocimientos de mecánica.
- Definir la duración del trabajo de colecta: depende de la disponibilidad de financiamiento y de la dificultad de coleccionar la(s) especie(s) en cuestión.

- Tomar en cuenta contactos con personal que conozca a los pobladores/agricultores, investigadores que hayan realizado colecta o hayan trabajado en la zona, personal de organismos del gobierno, ONG, líderes comunitarios, etc. Tomar en consideración la receptividad de las comunidades y, si resulta necesario, preparar cartas de solicitud de permiso para acceder a las zonas o comunidades donde se realizarán las colectas. En algunos casos las cartas deberán enviarse con anticipación para obtener la aprobación de las solicitudes (por ejemplo en áreas o parques protegidos).
- En la fecha de colecta, investigar sobre climatología, orden público, estado de las vías, así como disponibilidad de tiempo del personal local/guía.
- Tener ciertos cuidados durante la colecta como proteger las poblaciones vegetales y los hábitats; velar por la integridad del personal y del equipo de colecta; así como respetar las comunidades que habitan la zona.

3.2.2.5 Muestreo

Cada grupo de especies con semillas ortodoxas, con semillas recalcitrantes, de reproducción asexual, etcétera, tiene un tratamiento particular en la colecta. En cualquier caso, las muestras deben ser sanas, viables y frescas.

Para conservar la integridad de la población o de la variedad de las razas nativas, la muestra debe ser del tipo empleado por el agricultor; por ejemplo, por el fruto cariósipide (comúnmente conocido como semilla) si el cultivo se propaga a través de dicho fruto, como es el caso del maíz y del arroz; o muestras vegetativas si la especie es de propagación clonal, en el caso de tubérculos de papa o colinos de banano (FAO 2014).

Marshal y Brown, citado por FAO (2014), mencionan que para el caso de semillas, la muestra debe contener al menos un 95% de alelos que ocurren en una población con una frecuencia mayor de 5%. Una muestra aleatoria de 59 gametos puede lograr el objetivo. Esto depende del tipo de reproducción de la especie, así: especies alógamas necesitarían una muestra de 30 plantas; y una autógama, de 60 plantas por sitio. Este tamaño de muestra puede variar con la especie.

En el caso de especies silvestres emparentadas con los cultivos, si la población es grande, se deben recolectar semillas de al menos 50 plantas distribuidas al azar, de manera que se consiga que gran parte de la diversidad genética de esa población esté representada en la muestra. En caso de contar con muy pocos individuos (menos de 20) y pocas semillas disponibles (entre 500 y 1 000), situación común en especies raras y en peligro de extinción, es conveniente recolectar y mantener las semillas de cada individuo en bolsas separadas. Esta práctica facilitará la regeneración o multiplicación de las semillas en el futuro (Gold *et al.* 2004).

Para plantas forestales, la recomendación es colectar de 10 a 25 individuos por procedencia o sitio. El intervalo debe ser a una distancia no menor que la distancia normal de dispersión de las semillas o el polen de cada población. La mejor estrategia es muestrear

relativamente pocos individuos de la mayor cantidad posible de poblaciones. Se pueden recolectar frutos o semillas caídas, aunque no es muy recomendable por la disminución de viabilidad sufrida (Sevilla y Holle 2004).

Para especies propagadas vegetativamente, pueden colectarse estacas, esquejes, rizomas, tubérculos, etcétera. Como ejemplo, en el caso del camote (*Ipomoea batatas*), se colectan entre 5 y 10 estacas de más o menos 50 cm por muestra (Prain et al. 1995; experiencia DENAREF, EETP). En el caso de papas (*Solanum tuberosum*), mellocos (*Ullucus tuberosus*) y ocas (*Oxalis tuberosa*), se recomienda colectar al menos 30 tubérculos por accesión (Experiencia DENAREF, EESC). Sin embargo, es importante verificar que los tubérculos entregados no correspondan a mezclas debido a la diversidad de variedades que manejan algunos agricultores como puede ocurrir, por ejemplo, en el caso de papas nativas (Monteros-Altamirano 2011 y 2017). Para el caso de yuca (*Manihot esculenta*) se colectan 10 estacas por accesión conteniendo entre 6 y 8 yemas viables (Experiencia DENAREF, EECA).

El número de semillas que debe ser colectado para, posteriormente, ingresarlo al banco de semillas, presenta variación de acuerdo a diferentes autores. Como ejemplo de lo mencionado, 1 000 semillas se considera como un número aceptable y entre 1 500 y 3 000 preferible (FAO 1994, FAO 2014); no obstante, otras publicaciones mencionan que es deseable colectar 4 000 o 12 000 semillas de acuerdo a si son alógamas o autógamias (IBPGR 1985). En la práctica a veces este número no es posible sea por la existencia de pocas plantas en campo o por el tamaño de la semilla. En general, el DENAREF colecta 1 000 semillas para especies con semillas grandes (más de 2 cm de largo) y 3 000 para especies con semillas pequeñas (Velásquez et al. 2008). Si no existen suficientes semillas de una variedad, se colecta el número de semillas disponible y luego se multiplican en condiciones *ex situ* para contar con cantidad de semilla suficiente para la conservación.

El INIAP-DENAREF valora el conocimiento del agricultor quien, durante la colecta, se convierte en una fuente muy confiable de información referente a la variabilidad existente en su predio o en su comunidad.

3.2.2.6 Información a tomar en la colecta (datos de pasaporte)

Es la información básica y absolutamente necesaria que se toma en el momento de la colecta para el futuro aprovechamiento del germoplasma. La información que no se recopile en el momento de la colecta es información que muy difícilmente se podrá volver a tomar. En el Anexo 1 se presenta el formulario de los datos de pasaporte que usa actualmente el DENAREF y que, entre otra información, incluye:

- Lugar de colecta.
- Fecha de colecta.
- Nombre del colector.
- Código y número del colector (anotado de manera consecutiva a partir del uno); este debe coincidir con el número de la etiqueta del ejemplar.

- Nombre común de la planta.
- Características ecogeográficas: suelo, clima.
- Georeferenciación de las muestras.
- Fenología: flor (fl.), fruto (fr.), estéril (est.).
- Tipo de vegetación.
- Características de flor, fruto y partes vegetativas.
- Número de las fotografías que corresponden a cada ejemplar.

3.2.2.7 Acondicionamiento

- Durante la colecta se deben mantener las muestras viables hasta llegar al sitio de conservación. Las estacas o esquejes se mantienen en recipientes (fundas, mallas, macetas, etc.) a los cuales se debe proveer la humedad adecuada. Por el contrario, semillas y tubérculos se deben revisar para que no se humedezcan. Las etiquetas deben estar claramente legibles y para su llenado se debe usar lápiz o marcador permanente.
- En el sitio de conservación, los materiales colectados deben ser acondicionados. Los materiales de propagación vegetativa colectados tienen que ser adaptados en invernadero; se debe tener un control sobre plagas para poder multiplicarlos e introducirlos en los jardines de conservación. Para los materiales con semillas ortodoxas, el acondicionamiento implica limpieza, secamiento, pruebas de germinación y conservación (ver protocolo de conservación *ex situ*). En todos los casos, se llevará un estricto control del etiquetado para evitar errores durante el proceso.

Literatura adicional recomendada:

Guarino, L.; Ramanatha Rao, V.; Reid, R. 1995. Collecting plant genetic diversity. Technical Guidelines. IPGRI. FAO. UNEP. IUCN. CAB International. 727 p.

Esta publicación incluye casos de colectas de varias especies a nivel mundial con sus especificidades en cuanto a muestreo y técnica (colectas de semillas, colecta de partes vegetativa, colectas *in vitro*, etc.), puede servir como guía para la realización de colectas específicas.



CAPÍTULO II

CONSERVACIÓN *EX SITU*

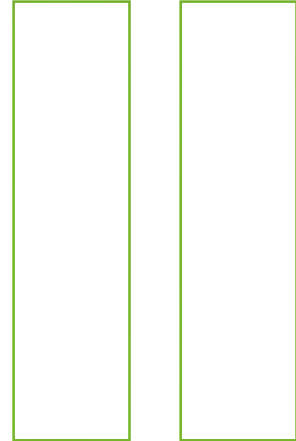


FOTO 2

Colecciones de campo en INIAP. Colección nacional de camote [*Ipomoea batatas*(L) Lam.] , Estación Experimental Tropical Pichilingue, EETP.

1. Antecedentes

Los Andes Centrales, desde el sur de Colombia, pasando por Ecuador, Perú, Bolivia, hasta el norte de Argentina y Chile, constituyen una de las zonas más ricas en agrobiodiversidad en el mundo. Esta área ha sido reconocida por numerosos científicos, entre ellos el genetista ruso Nicolai Vavilov, como uno de los centros principales de origen y domesticación de las plantas cultivadas (Zeven y De Wet 1982). No es raro encontrar agricultores en Los Andes que aún mantienen en una misma finca diversos cultivos y variedades dispuestos en mezclas o en franjas, donde se aprecia una multiplicidad de papas, razas de maíz, quinua, fréjol, diversos frutales, plantas medicinales, raíces y otros tubérculos. Lo mismo ocurre en la Amazonía y en la Costa, aunque esta última región es la que mayor proceso de erosión genética ha sufrido (Tapia *et al.* 2008).

A pesar de la importancia capital que tiene la agrobiodiversidad para la supervivencia humana, está desapareciendo a un ritmo cada vez más acelerado. Se estima que, a lo largo de la historia de la humanidad, se han utilizado unas 10 000 especies para la alimentación humana y la agricultura. Actualmente, tan solo 12 especies vegetales y 5 especies de animales proporcionan más de un 70% de alimentos humanos. Solamente 4 especies vegetales (maíz, trigo, arroz y papa) y 3 especies animales (vacunos, porcinos y gallinas) proporcionan más de la mitad de la alimentación (Sevilla y Holle 2004; Esquinas-Alcazar 2005). A lo largo de los últimos 100 años, ha tenido lugar una enorme pérdida de la diversidad genética dentro de las llamadas "principales especies".

En Ecuador, para frenar la acelerada pérdida de diversidad genética en el país, el INIAP se ha enfocado en rescatar la agrobiodiversidad a través de la recolección, estudio, conservación y potenciación de muestras de plantas cultivadas (variabilidad dentro y entre especies) y sus parientes silvestres. Hace más de 50 años el INIAP inició colecciones de germoplasma de cacao, la que actualmente constituye una de las colecciones más grandes de Sudamérica. En 1983 se creó la Unidad de Recursos Fitogenéticos que dio lugar al banco de germoplasma de cultivos andinos del INIAP y, a partir de 1990, se crea oficialmente el Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF) para que se encargue de la conservación de la agrobiodiversidad nacional (Nieto *et al.* 1984; Castillo 1989).

Actualmente el banco de germoplasma de INIAP conserva en condiciones *ex situ* aproximadamente 28 000 accesiones de 290 géneros y más de 500 especies. En este banco se encuentran especies tanto andinas como andinizadas. Las especies conservadas provienen principalmente de colectas de germoplasma en Ecuador pero también existen accesiones provenientes de intercambio y custodia (en menor número). El Anexo 2 incluye un detalle de los géneros, especies y número de accesiones conservadas en el banco de germoplasma de INIAP a nivel nacional.

La conservación *ex situ* es una estrategia confiable y segura utilizada a nivel mundial, puede ser aplicable a un alto número de especies y conserva materiales en estado vulnerable por lo que previene la erosión genética en campo y facilita el acceso a las muestras (Jaramillo y Baena

2000). La conservación *ex situ* se realiza en un banco de germoplasma que se constituye en una póliza de seguro y, en el caso de Ecuador, también es un patrimonio nacional. El banco de germoplasma permite prevenir posibles extinciones de variedades nativas y especies silvestres; suministra diversidad genética que puede ser utilizada en la investigación agrícola, y con esto, aporta a la regeneración de ecosistemas empobrecidos, así como a la seguridad y soberanía alimentaria de las futuras generaciones.

2. Justificación

La pérdida de la diversidad en Ecuador se ha evidenciado durante las colectas de germoplasma, ya que en algunos casos no se encuentran variedades nativas en sitios de colectas anteriores o es difícil encontrarlas. Las razones son múltiples, entre ellas: el cambio de hábitos alimenticios, desconocimiento de las cualidades nutricionales, alimenticias o medicinales de las variedades, cambio climático, destrucción de los ecosistemas naturales, la sustitución de variedades nativas por mejoradas, desastres naturales, las exigencias de los mercados, entre otras.

El INIAP, como instituto público de investigación agropecuaria, es el encargado de liderar la conservación *ex situ* de la diversidad genética de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación que se encuentren en territorio nacional y ha formado el banco de germoplasma más grande del país. El INIAP conserva *ex situ* la agrobiodiversidad utilizando diferentes metodologías en cámara refrigerada, cultivo *in vitro* y colecciones de campo.

3. Materiales y métodos

Los materiales colectados pueden ser conservados en cámaras refrigeradas, en campo o *in vitro*.

3.1 Materiales para la conservación de semillas

3.1.1 Materiales y equipos para laboratorio de semillas

- Balanzas analíticas.
- Determinadores de humedad de semillas.
- Germinadores.
- Cajas Petri.
- Papel absorbente.

- Agua destilada.
- Formatos de registro (ver protocolo documentación).
- Sellador al vacío.

3.1.2 Materiales y equipos para cámara de secamiento

- Compresores externos.
- Deshumificadores fijos y portátiles.
- Campana de secado.
- Silicagel.
- Estanterías.
- Termómetros.
- Determinadores de humedad.
- Formatos de registro (ver protocolo documentación).

3.1.3 Materiales y equipos para cámara refrigerada (-15 °C)

- Compresores externos.
- Sistema automatizado de control de temperatura.
- Estanterías.
- Gavetas de plástico.
- Fundas de aluminio - polietileno.
- Etiquetas adhesivas plastificadas.
- Código de barras (a futuro).
- Marcadores permanentes.
- Formatos de registro (ver protocolo documentación).
- Extintores de incendios.
- Sistema de alarma en caso de averías.

3.2 Metodología para conservación de semillas

La adquisición de germoplasma en el DENAREF se ha dado principalmente a través de colecta, pero en el caso de ingresar germoplasma por otras fuentes externas, tales como el intercambio de germoplasma, se deben seguir procedimientos cuarentenarios.

La conservación de germoplasma en cámaras refrigeradas se da cuando la especie a ser conservada tiene semillas de comportamiento ortodoxo (es decir, tolera baja temperatura a baja humedad interna, sin perder viabilidad). Para esto se requiere que las muestras de semillas conservadas mantengan la integridad genética y la viabilidad al mayor nivel posible, durante períodos prolongados. Para determinar si una especie tiene semilla ortodoxa, recalcitrante o intermedia, se debe referir a Hong y Ellis (1996).

3.2.1 Secamiento de semillas ortodoxas

Previamente al secado, a las muestras de semillas ortodoxas colectadas se las debe limpiar de impurezas (piedras o restos de material vegetal como hojas, pedúnculos, etcétera) y eliminar las semillas amorfas, o con enfermedades o plagas.

Luego de la limpieza, se determina el contenido de humedad. En el DENAREF se utilizan determinadores de humedad portátiles. Posteriormente, las semillas son acondicionadas en cuartos de secamiento; para esto la FAO (2014) recomienda condiciones de: 5 a 20 °C, y entre 10 y 25% de humedad relativa (HR). En el DENAREF se acondicionan en ambientes a 20 °C y de 30 a 40% HR. El secamiento de semillas oleaginosas se da hasta porcentajes de entre 3 y 8% de humedad interna (HI) como el caso de la soya, y entre 5 y 11% de HI para especies de semillas con contenido de almidón como por ejemplo maíz, trigo, etcétera (Engels y Visser 2003). En el DENAREF se utilizan determinadores de humedad portátiles fabricados para semilla comercial para controlar el contenido de humedad durante el proceso de secado. Se remarca que solo las especies con semilla ortodoxa pueden ser conservadas a bajo contenido de humedad y bajas temperaturas; en cambio, las semillas de comportamiento recalcitrante tales como caucho, cacao, cítricos entre otras, no toleran baja humedad y pierden viabilidad. En el caso de semillas de comportamiento intermedio como el café, maní y *Carica* sp., el porcentaje de HI no puede bajar del 5% y no se puede almacenar por debajo de los 5 °C. Para este tipo de semillas, se deben usar métodos alternativos de conservación como colecciones de campo o cultivo *in vitro*.

3.2.2 Determinación de la germinación inicial (pruebas de viabilidad)

Una submuestra de semillas ortodoxas debe ser extraída antes de empacar e ingresar al cuarto de almacenamiento para realizar la prueba de germinación inicial. Este porcentaje de germinación inicial es clave y debe ser documentado, ya que es el dato inicial de referencia para las pruebas posteriores que indicarán si existe una pérdida de la viabilidad, lo que facilita la decisión de refrescamiento del material conservado. De acuerdo al número de semillas disponibles en la muestra, se escoge el número de semillas que se usará para el porcentaje de germinación. FAO (1994) sugiere usar dos repeticiones de 100 semillas cada una. Sin embargo, si no existe suficiente número de semillas se pueden realizar 2 repeticiones de 10 cada una (experiencia DENAREF). La germinación se hace en condiciones controladas de humedad, temperatura y luminosidad que varían de acuerdo a la especie y que pueden ser consultadas en IBPGR (1985 a; b). El DENAREF utiliza germinadores importados de marcas reconocidas a nivel mundial.

3.2.3 Almacenamiento de la semilla en cámaras

Existen dos tipos de colecciones para los recursos fitogenéticos conservados en forma de semilla:

1. Colecciones base que se mantienen con temperaturas entre -10 °C y -18 °C, siendo lo óptimo -18 °C (en INIAP-DENAREF se mantienen a -15 °C), que conservan las muestras de semillas a largo plazo; y,

2. Colecciones activas que se mantiene con temperaturas entre -5 °C y -10 °C (en INIAP-DENAREF,-10 °C), que conservan muestras de semillas para el uso inmediato.

Las muestras de semillas ortodoxas que alcanzan el porcentaje de viabilidad y humedad interna adecuadas son ingresadas a las cámaras de conservación.

En el INIAP-DENAREF se utilizan fundas de aluminio - polietileno para empacar las semillas ya que aprovecha el espacio disponible; sin embargo, no se puede observar a simple vista la muestra conservada como ocurre al usar otros envases como vidrio o plástico transparente. La muestra original del material colectado se ingresa al banco base y, cuando existe refrescamiento, la muestra duplicada de este material ingresa al banco activo.

Cada accesión o muestra es empaquetada en dos submuestras con los siguientes fines: una funda para pruebas de germinación y para envíos de pedidos a usuarios, y otra que no es abierta bajo ninguna circunstancia hasta que se realicen procesos de multiplicación de semillas. Este proceso impide que toda la muestra se humedezca (humedad ambiental) durante la manipulación en la preparación de muestras para germinación, refrescamiento, multiplicación, etcétera.

El uso de fundas de aluminio - polietileno presenta varias ventajas en las circunstancias del DENAREF:

1. Las fundas y etiquetas pueden ser elaboradas y compradas a nivel nacional.
2. Si existe una rotura externa por rozamiento, todavía existen fundas internas que impedirían el deterioro de la muestra.

No menos importante es indicar que las cámaras de conservación deben tener **compresores** (motores) principales y alternos (de emergencia) además de un **generador automático de electricidad** ya que las semillas no deben estar expuestas a variaciones de temperatura y humedad. Es recomendable instalar sistemas de alarma cuando se producen averías o cortes en el suministro.

3.3 Conservación en campo

3.3.1 Materiales para acondicionamiento en invernadero

- Macetas.
- Fundas de polietileno.
- Sustrato para macetas (pomina, compost comercial).
- Agroquímicos permitidos.

3.3.2 Materiales y equipos para conservación en campo

- Libro de campo impreso y en Tablet.
- Lápices.

- Herramientas de campo (machetes, azadones, rastrillos, palas).
- Bomba de fumigación.
- Mallas de plástico.
- Estacas.
- Piola plástica o sogá.
- Etiquetas.
- Marcadores permanentes.
- Motocultor.
- Motoguadaña.
- Agroquímicos permitidos.
- Mallas o costales para cosecha.
- Tijeras de podar.
- Flexómetro.

3.4 Metodología para conservación en campo

La metodología de campo se usa para conservar cultivos clonales (cacao, jícama, banano, entre otros), cultivos de semillas recalcitrantes (caucho, palma africana, etcétera) o cultivos que rara vez producen semillas (oca, melloco y otros).

Según FAO (2014), los sitios escogidos para iniciar la conservación en campo deben tener las siguientes características:

- Las condiciones agroecológicas del sitio (clima, altitud, suelo, drenaje) deben ser similares al sitio de colecta de los materiales que se vayan a instalar.
- El sitio de conservación debe ser seguro contra robos o la invasión de animales.
- Los sitios deben ser accesibles y tener facilidades para riego (en lo posible).
- Se debe evitar la cercanía de otras especies emparentadas que puedan contaminar la composición genética de los materiales conservados en el sitio.
- Debe considerarse un tamaño que permita la expansión futura (especialmente especies perennes).

Uno de los problemas de este tipo de conservación es que las colecciones están sujetas a la incidencia de factores bióticos y abióticos. El manejo de estas colecciones puede ser el mismo que se aplica en la agricultura costumbrista, tomando en cuenta las condiciones ambientales, las densidades de siembra y el control de plagas. Se debe etiquetar cada accesión y los croquis de campo deben actualizarse periódicamente (en el caso de cultivos anuales). Las etiquetas deben ser adecuadas para soportar condiciones climáticas extremas, todo con el fin de evitar cambios o pérdidas de etiquetas. Se recomienda realizar un control periódico de identidad de accesiones mediante marcadores morfológicos o moleculares (FAO 2014).

Este tipo de conservación permite al investigador tener los materiales (colecciones) accesibles para procesos de caracterización y evaluación.

En el INIAP-DENAREF ciertos materiales son acondicionados en invernadero antes de pasarlos a campo; por ejemplo, materiales colectados en poca cantidad que necesitan multiplicarse o materiales que se requiere que pasen desde conservación *in vitro* a campo. En condiciones de la Estación Experimental Santa Catalina (3 050 m. s. n. m., temperatura media anual de 11,6 °C, precipitación de 1 400 mm), se conservan en campo colecciones de oca, melloco, mashua, jícamas, miso y varias plantas medicinales. En la Estación Experimental Tropical Pichilingue (75 m. s. n. m., temperatura media anual de 25,4 °C, precipitación de 2 233 mm) se conservan colecciones de camotes, musas y frutales de la Costa. En la Estación Experimental Central de la Amazonía (250 m. s. n. m., temperatura media anual de 24 °C, precipitación de 3 100 mm) se mantienen colecciones de chontaduro, varios frutales y plantas medicinales de la Amazonía.

3.5 Conservación *in vitro*

3.5.1 Materiales y equipos

- Libros de laboratorio o control.
- Cámaras de flujo laminar.
- Cuarto de cultivo para multiplicación (17 – 18 °C).
- Cuarto de cultivo para conservación (5 – 7 °C).
- Destilador de agua.
- Autoclave.
- Balanzas de precisión.
- Refrigerador.
- Ph-metro.
- Campanas de secado para reactivos.
- Tubos de ensayo con tapas.
- Cinta parafilm, algodón, papel toalla.
- Gradillas (metal y espuma flex).
- Marcadores permanentes.
- Reactivos varios para cultivo de tejidos.
- Pinzas y bisturíes de hojas intercambiables.

3.5.2 Metodología para conservación *in vitro*

Existen especies de plantas que se caracterizan por no producir semilla (o presentan escasa o rara fructificación) o especies que se reproducen sexualmente mediante órganos vegetativos (tubérculos, esquejes, acodos, etcétera). En este caso, una técnica alternativa para su reproducción y conservación es el cultivo *in vitro* de tejidos vegetales. Esta puede ser una metodología complementaria a la conservación en campo.

En esta técnica se utilizan explantes, es decir, una parte de la planta (órgano, tejido, célula o protoplasto) que se cultiva asépticamente en condiciones de laboratorio, en un medio nutritivo bajo condiciones controladas de luz, humedad y temperatura. El sistema de con-

servación *in vitro* permite mantener el material vegetal libre del ataque de plagas, almacenar gran cantidad de plantas en espacios reducidos, conservar morfotipos representativos de las colecciones de campo, y optimizar la disponibilidad de material genético cuando sea necesario para su caracterización, multiplicación e intercambio.

En el DENAREF se utilizan técnicas de cultivo de tejidos para conservar materiales a corto o mediano plazo. En el primer caso, se utilizan los medios de cultivo adecuados y los materiales se mantienen en un cuarto de cultivo para multiplicación (17 – 18 °C). Para la conservación *in vitro* a mediano plazo, existe una variación de medios de cultivo y los materiales se mantienen en un cuarto de cultivo para conservación (5 – 7 °C) para especies de clima frío.

Algunos medios de cultivos que se usan en el DENAREF han sido incluidos en la Tabla 1:

Tabla 1. Medios de cultivo utilizados en el DENAREF para introducción, micropropagación y conservación *in vitro* de varias especies andinas.

Especie	Medio	Objetivo
Mashua	Murashigue and Skoog (1962) (MS) estándar de laboratorio + Pantotenato de Ca (2 ml) + ANA (5 ml) + Putrescina (5 ml) + GA ₃ (5 ml) + Agar (6,5 g) + Carbón activado (5 g) + Sacarosa (20 g).	Introducción y micropropagación
Oca	MS + Pantotenato de Ca (2 ml) + Putrescina (10 ml) + GA ₃ (2,5 ml) + Agar (6,5 g) + Carbón activado (5 g) + Sacarosa (20 g).	Introducción y micropropagación
Jícama	MS + Pantotenato de Ca (2 ml) + ANA (5 ml) + GA ₃ (10 ml) + Agar (6,5 g) + Carbón activado (5 g) + Sacarosa (20 g).	Introducción y micropropagación
Miso	MS + GA ₃ (5 ml) + Putrescina (10 ml) + Agar (6,5 g) + Sacarosa (20 g).	Introducción y micropropagación
Melloco	MS + Pantotenato de Ca (2 ml) + GA ₃ (2,5 ml) + Agar (6,5 g) + Sacarosa (20 g).	Introducción
Melloco	MS + Pantotenato de Ca (2 ml) + Agar (7 g) + Sacarosa (20 g).	Micropropagación
Zanahoria blanca	MS + BAP (5 ml) + ANA (10 ml) + Putrescina (20 ml) + GA ₃ (10 ml) + Agar (6,5 g) + Sacarosa (20 g).	Introducción y micropropagación
Papa	MS + GA ₃ (2,5 ml) + Pantotenato de Ca (2,0 ml) + Agar (6,5 g) + Sacarosa (20 g).	Introducción y micropropagación
Papa	MS + Sorbitol (20 g) + Agar (7 g) + Sacarosa (20 g).	Conservación
Naranjilla	MS + Pantotenato de Ca (2 ml) + Putrescina (10 ml) + GA ₃ (2,5 ml) + Agar (6,5 g) + Carbón activado (5 g) + Sacarosa (20 g).	Introducción
Naranjilla	MS + GA ₃ (2,5 ml) + Pantotenato de Ca (2 ml) + Agar (6,5 g) + Sacarosa (20 g).	Micropropagación

Cuando se requiere sacar los materiales de condiciones *in vitro* a campo, es necesario realizar un proceso de adaptación de la planta *in vitro* desde el tubo de vidrio a una bandeja de polietileno con sustrato estéril (se sigue manteniendo en los laboratorios de cultivo de tejidos); esto puede durar unos 15 días. Luego, estas bandejas pasan a invernadero donde se adaptan dependiendo de la especie (1 a 2 semanas). Después las plántulas se siembran individualmente (se siembra en maceta y se las cubre con un vaso de plástico transparente); después de unos 3 días, se puede retirar el vaso y se mantiene con cuidados corrientes para invernadero (humedad adecuada, fertilización, etcétera).

Literatura adicional recomendada:

Una descripción adicional de la metodología de manejo en la conservación *ex situ* de semillas puede ser revisada en Rao *et al.* (2007); Velásquez *et al.* (2008) y FAO (2014).

Los protocolos *in vitro* para introducción (desinfección) y micropropagación varía con la especie. CIAT (1991) y CIP (1997) son buenas fuentes generales de consulta, pero se deben revisar publicaciones específicas de acuerdo a la especie de interés.

CAPÍTULO III

CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE GERMOPLASMA

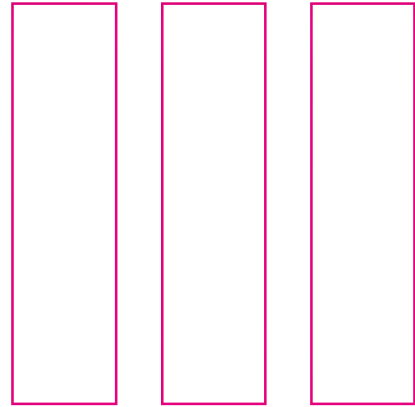


FOTO 3

Registro de descriptor diámetro del tallo dentro de la caracterización morfológica de la colección nacional de mashua (*Tropaeolum tuberosum* R. y P.) en la Estación Experimental Santa Catalina, EESC de INIAP.

1. Antecedentes

La variabilidad genética de plantas que existe en la región Andina, considerada como uno de los ocho centros de origen y diversidad de plantas cultivadas en el mundo, se ha desarrollado por varios mecanismos que incluyen procesos evolutivos, geográficos y de domesticación (Hidalgo 2003). La variabilidad que se expresa en caracteres visibles se denomina fenotípica y dentro de ella se encuentran las características botánicas-taxonómicas, las morfo-agronómicas y las evaluativas como respuesta a factores bióticos y abióticos (Franco *et al.* 2003). La variabilidad que no se expresa en características requiere, para su identificación, el uso de técnicas especiales de laboratorio que en la actualidad se refieren principalmente a marcadores moleculares y genómicos que son usados cada vez más (Franco *et al.* 2003; De Vicente *et al.* 2004; Spooner *et al.* 2005). Todos estos caracteres permiten una discriminación rápida entre las accesiones y permiten su agrupamiento (Engels y Visser 2003).

La utilización de los recursos fitogenéticos conservados *ex situ* solo es posible si se conocen las características y el comportamiento de las accesiones de las colecciones de germoplasma; y, si la variabilidad genética que se maneja es amplia, es posible facilitar la utilización a través de colecciones núcleo. El Plan de Acción Mundial para la Conservación y Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO 1996) recomienda el establecimiento de colecciones núcleo como una actividad necesaria para mejorar el uso de los recursos fitogenéticos (Brown 1995). En estas se reúne la mayor variabilidad genética posible de la colección de germoplasma (70-80%) en un subconjunto de accesiones que represente entre el 10 y 15% del total de accesiones que componen la colección del germoplasma.

La caracterización puede ser realizada durante cualquier etapa del proceso de manejo de germoplasma; no obstante, es mejor en épocas tempranas de la conservación. Es importante que exista esta información para incrementar el valor agregado y el uso del germoplasma conservado (FAO 2014).

Otro tipo de caracterización es la ecogeográfica, que es una medida de la diversidad de las condiciones climáticas, edafológicas y geofísicas de los lugares registrados de cultivo de las distintas variedades de una especie determinada, basada en la observación de las variedades identificadas en el campo (Tapia *et al.* 2015).

2. Justificación

La información obtenida mediante los estudios de caracterización permite, entre otras cosas: conocer la diversidad existente en los bancos de germoplasma, determinar duplica-

dos en colecciones, identificar materiales con características deseables para fitomejoradores, científicos, agricultores u otros usuarios, y determinar la relación taxonómica entre accesiones.

El INIAP, como instituto público de investigación agropecuaria, lidera la conservación *ex situ* de la diversidad genética de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación que se encuentran en territorio nacional. Para esto, ha formado el banco de germoplasma más grande del país. Este germoplasma, sin una adecuada descripción a través de descriptores morfológicos, agronómicos, ecogeográficos y moleculares, tendría un aprovechamiento muy precario.

3. Materiales y métodos

3.1 Materiales y equipos para caracterización en invernadero y campo

- Agroquímicos permitidos.
- Bomba de fumigación a mochila y a motor.
- Vestuario y prendas de protección.
- Cámara digital.
- Croquis de campo.
- Estacas.
- Etiquetas.
- Flexómetro.
- Calibrador digital.
- Computador portátil.
- Balanza de reloj de 5 kg.
- Fundas de polietileno.
- GPS.
- Herramientas menores: tijeras de podar, machete, azadones, palas, rastrillos, serruchos, podadoras de altura, navajas, etc.
- Libros de campo.
- Lista de descriptores.
- Prensa de herbario, papel periódico.
- Tabla de colores (RHS, 2007).
- Macetas.
- Malla antiáfidos.
- Mallas de plástico.
- Mallas o costales para cosecha.
- Marcadores permanentes.
- Lápices.
- Motocultor.
- Moto-guadaña.
- Piola.
- Sustrato para macetas (pomina, compost comercial).
- Accesorios para uso en guadaña.
- Podones.
- Gavetas.
- Carretillas.
- Baldes de plástico de 12 y 200 l.

3.2 Metodología

3.2.1 Caracterización morfológica en campo e invernadero

La caracterización morfológica es un proceso que posibilita evaluar o describir el germoplasma, con la finalidad de conocer formas y tamaños de las partes físicas de la planta (raíz, tallo, hojas, flores, frutos y semillas), colores (flor, hojas, tallos, fruto, etcétera) para lo que se usan tablas de colores (RHS 2007), entre otras características. También se realiza la evaluación de caracteres de valor agronómico como: resistencia a plagas, rendimiento, días a la floración, cosecha, entre otros.

Para la caracterización morfológica, se puede establecer colaboración con programas de mejoramiento o expertos para escoger los descriptores más adecuados para la especie.

Un descriptor es una característica o atributo cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión (Hidalgo 2003). Los descriptores se pueden clasificar en: botánicos-taxonómicos, morfo-agronómicos y evaluativos, y pueden ser cualitativos o cuantitativos; cada uno de ellos tiene diferentes estados de descriptor.

Para realizar la caracterización de germoplasma se utilizan listas de descriptores para varios cultivos ya probados a nivel internacional (FAO 2014) y publicados por: *Biodiversity International* (<http://www.biodiversityinternational.org/e-library/publications/categories/descriptors/>); *The International Union for the Protection of New Varieties of Plants* UPOV (http://www.upov.int/test_guidelines/en/list.jsp) y, por *USDA's National Plant Germplasm System* (USDA-ARS-NPGS) (<http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/croplist.pl>). En los cultivos en los cuales no se han publicado listas de descriptores, se pueden desarrollar listas en base a una guía que ha sido publicada por *Biodiversity International* (2007).

3.2.2 Análisis de datos

3.2.2.1 Datos morfológicos

Al aplicar los descriptores, se genera una matriz de datos entre accesiones y variables que es el insumo principal para el análisis. Los datos morfológicos y agronómicos se analizan con programas estadísticos tales como NTSYS (<http://www.exetersoftware.com/cat/ntsyspc/ntsyspc.html>), INFOSTAT (<http://www.infostat.com.ar/>), SPSS (www.spss.com), entre otros.

Los caracteres cuantitativos se analizan usando estadísticas descriptivas (valor máximo, mínimo, promedio y coeficiente de variación) y análisis de correlación para establecer la relación entre variables. Para los caracteres cualitativos, se determina la moda y la frecuencia. También se utiliza análisis multivariado por medio de conglomerados jerárquicos, y similitudes o disimilitudes que pueden generar dendrogramas y gráficas de componentes principales o coordenadas principales.

3.2.2.1.1 Matriz de similitud y distancia

La similitud general entre dos entradas es función de sus similitudes individuales en cada uno de los caracteres para los cuales son comparados. Utilizando el paquete estadístico IBM SPSS Statistics versión 21 y la distancia de Gower (1971), se estima la similitud taxonómica entre cada par de entradas o accesiones para caracteres continuos, mientras que para los cualitativos se utiliza el coeficiente de asociación que se detalla a continuación:

$$S_{ij} = \sum \frac{S_{ij}}{n}$$

Donde:

n = número de caracteres cualitativos

S_{ij} = coeficiente de asociación entre las entradas o accesiones *i* y *j*

Luego se transforma en una matriz de distancia (D1), mediante el complejo S_{ij}:

$$D1(ij) = (1 - S_{ij})$$

Además se calcula una matriz de distancia Euclideana:

$$D2(ij) = (X_{ki} - X_{kj})^2/n$$

Donde:

X_{ki} = registro estandarizado de carácter k en la entrada o accesión *i*

X_{kj} = registro estandarizado de carácter k en la entrada o accesión *j*

Dando la matriz final:

$$D = \frac{(n1D1 + n2D2)}{(n1 + n2)}$$

La estructura taxonómica de las entradas o accesiones es analizada por medio del agrupamiento jerárquico de Ward (1963) que permite encontrar, en cada estado, aquellos dos grupos cuya unión produzca el mínimo incremento en la suma total de cuadrados del error dentro del grupo. La elección del número de grupos de entradas se hace con los criterios de Pseudo F y Pseudo t².

3.2.2.1.2 Determinación del valor discriminante entre grupos

Caracteres cuantitativos

Para determinar el valor discriminativo de los descriptores cuantitativos, se usa la prueba de rango múltiple de Duncan que expresa el número total de posibles comparaciones dentro de un grupo.

Caracteres cualitativos

El valor discriminante para separar grupos se estima siguiendo lo mencionado por Tapia (1998), utilizando la prueba chi-cuadrado (X²) y el coeficiente de correlación de Pearson (P).

3.2.2.1.1 *Análisis de componentes principales*

Se usa para representar un conjunto elevado de caracteres mediante un número reducido de variables hipotéticas llamadas componentes principales (Crisci y López 2002).

3.2.2.1.2 *Análisis discriminante canónico*

Permite corroborar el análisis de componentes principales y separar características discriminantes. El objetivo de este análisis es cuantificar la validez de la relación entre las variables.

3.2.2.2 *Datos moleculares*

Para la caracterización molecular, el DENAREF coordina actividades con el Departamento Nacional de Biotecnología el cual tiene experiencia en la aplicación de diferentes metodologías moleculares tales como: CAPs -*Cleaved amplified polymorphic sequences*-, RAPDs -*Random amplified polymorphic DNA*-, ISSRs -*Inter simple sequence repeats*-, SSRs -*Simple sequence repeats*- y AFLPS -*Amplified fragment length polymorphism*- (Morillo y Miño, 2011). El análisis de datos moleculares (presencia – ausencia) se realiza a través de los programas estadísticos NTSYS (<http://www.exetersoftware.com/cat/ntsyspc/ntsyspc.html>), STRUCTURE (<http://pritchardlab.stanford.edu/structure.html>), INFOSTAT (<http://www.infostat.com.ar>), SPSS (<http://www.spss.com>), entre otros.

Como ejemplo de lo señalado, para la metodología de microsatélites (SSRs) los datos de la variabilidad genética se obtienen mediante el software SAGA GT-SSR versión 3.3, que es un asistente de lectura de las imágenes proporcionadas por el LI-COR. La matriz de datos obtenidos de SAGA es importada a Excel en donde se elabora una matriz genotípica, donde es depurada y guardada como matriz de texto delimitado por tabulaciones para importar al paquete estadístico Power Marker V3.0 (<http://statgen.ncsu.edu/powermarker>)(Liu y Muse, 2005).

3.2.2.2.1 *Análisis de diversidad genética*

Los parámetro de diversidad obtenidos en el programa Power Marker V3.0 son:

Heterocigosidad total u observada (H_o): es la frecuencia de individuos heterocigotos en la población. Si la frecuencia de un alelo es muy alta, existe poca heterocigosidad. La heterocigosidad está dada por la siguiente ecuación:

$$= \frac{N^{\circ} \text{ de genotipos heterocigotos}}{N^{\circ} \text{ total de genotipos}}$$

Diversidad genética o heterocigosis esperada (HE): es la probabilidad de que dos alelos escogidos al azar sean diferentes. Está dada por la siguiente ecuación:

$$HE = 1 - \sum q_i^2 = 1 - (q_a^2 + q_b^2 + q_c^2 + d^2 + \dots + q_k^2)$$

Donde:

q= frecuencia alélica de cada alelo en un loci

3.2.2.2.2 Contenido de información de polimorfismo (PIC)

Es la medida de la información de un marcador genético, que depende del número de alelos para un determinado locus y de sus frecuencias relativas. Un alelo es polimórfico cuando su frecuencia es menor a 0,9.

3.2.2.2.3 Estructura genética

La matriz genotípica se convierte en el programa Power Marker V3.0, a matriz de distancia escogiendo la opción de alelos compartidos (*Shared Allele Distance*, DAS). El cálculo de la distancia genética entre dos poblaciones da una estimación relativa del tiempo que ha transcurrido desde que las poblaciones se han establecido. Bajas estimaciones de distancia pueden indicar una subestructura de la población, o indicar que las poblaciones están separadas desde períodos cortos de tiempo. Con esta matriz, se elabora el árbol UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*), el cual está basado en una matriz de distancias genéticas individuales.

3.2.2.2.4 Análisis de agrupamiento

Se elabora una matriz de datos binarios (1 y 0), con la cual se realiza la representación en árbol UPGMA en el software NTSYS, para representar las relaciones individuales entre accesiones.

3.2.2.2.5 Análisis de coordenadas principales

A su vez se realiza el Análisis de Coordenadas Principales (PCoA), que es una técnica de ordenación que explica relaciones entre las OTU (Unidades Taxonómicas Operacionales) (Crisci y López 2002).

3.2.2.3 Caracterización ecogeográfica

El ambiente de las fincas se caracteriza mediante variables climáticas, geofísicas y edáficas. La caracterización ecogeográfica de los sitios se realiza a partir de las coordenadas geográficas obtenidas con un receptor GPS y técnicas SIG. La fuente, formato y resolución o escala de las distintas capas temáticas se muestra en la Tabla 2. Una vez caracterizados los sitios, se asigna a cada una de las muestras recogidas la información ambiental que le correspondería según su procedencia.

Tabla 2. Fuente y características de las capas temáticas utilizadas en la caracterización ecogeográfica

Capas	Fuente	Formato	Resolución o escala
Climáticas	WorldClim	Ráster	30 arc-segundos
Geofísicas	Shuttle Radar Mission	Ráster	
Edáficas	MAGAP	Vectorial	1: 50.000

Los resultados de la variabilidad ecogeográfica se analizan para las variables cualitativas, calculando las frecuencias absolutas de cada categoría y el índice de variación de la moda (DM) propuesto por Wilcox (1973). La fórmula usada para calcular DM es $1 - (\sum_{i=1}^k (f_m - f_i) / N(k - 1))$, donde f_m es la frecuencia de la categoría modal, k es el número de categorías y N es el número de casos. De este modo, DM varía entre 0 cuando todos los casos caen en una misma categoría, y 1 cuando todos los casos están distribuidos uniformemente entre las categorías.

Para las variables cuantitativas se calculan los siguientes estadísticos descriptivos: máximo, mínimo, primer cuartil (Q1), tercer cuartil (Q3), media y desviación estándar. Adicionalmente, se calcula el coeficiente de variación de Pearson (CV) para identificar las variables y razas que presentaron mayor dispersión relativa de los datos y, por tanto, mayor variabilidad. Cuando las variables no siguen una distribución normal y no es posible normalizar los datos, se utiliza el coeficiente de correlación por rangos de Spearman para evaluar el grado de asociación entre las variables. Las diferencias entre accesiones se evalúan mediante el test de Kruskal-Wallis y, en los casos en los que la hipótesis nula es rechazada, se utiliza el método de comparación múltiple de Dunn (1964) para evaluar si la diferencia observada entre los rangos medios de cada pareja de razas es o no significativa.

Mapas de distancias morfológicas y ecogeográficas

Los mapas se generan a partir de la información obtenida en las caracterizaciones morfológica y ecogeográfica, siguiendo un procedimiento similar al desarrollado por van Zonneveld *et al.* (2012). En primer lugar, se genera una retícula de celdas de 10 km x 10 km y se calcula el centroide de cada una de sus celdas. A continuación, se identifican las celdas en las que se había muestreado y las correspondientes celdas vecindario; es decir, celdas con puntos de muestreo que se encuentran dentro del área de influencia de la celda en cuestión. Para determinar el área de influencia, se proyecta un área circular de radio de 20 km desde el centroide de la celda para la cual se quería calcular su área de influencia. El tamaño del área de influencia se determina teniendo en cuenta la superficie promedio de las fincas. Una vez identificadas las celdas de interés, se calculan todos los posibles pares de distancia morfológica entre las muestras en una celda de muestreo y las muestras de sus celdas vecindario, y todos los pares de distancia ecogeográfica entre las fincas de una celda de muestreo y las fincas de sus celdas vecindario. Dada la diferente naturaleza de las variables, la distancia aplicada es la de Gower (1971). Previamente, las variables cuantitativas son estandarizadas. Finalmente, a cada celda en la que se había muestreado, se le asigna el valor promedio de la distancia entre ella y sus celdas vecindario.

Para poder interpretar los resultados de los diferentes mapas que se obtienen, se generan dos mapas de intensidad de muestreo. Para ello, se crea una retícula de celdas de 10 km x 10 km y se calcula el número total de fincas muestreadas por celda y el número total de muestras recogidas por celda. Para la obtención de los mapas, se utiliza ArcGIS (<https://www.arcgis.com/features/index.html>) y R (<https://www.r-project.org>). Adicionalmente, se evalúa el grado de correlación entre las distancias promedio, tanto morfológica como ecogeográfica, calculadas para cada celda de muestreo mediante un test de Mantel (1967). El nivel de significación del coeficiente de correlación producto-momento de Pearson (r) se obtiene tras 999 permutaciones.

CAPÍTULO IV

MULTIPLICACIÓN Y REGENERACIÓN DE ESPECIES DEL BANCO DE GERMOPLASMA



FOTO 4

Multiplicación asexual de especies medicinales de la Sierra. EESC-INIAP.

1. Antecedentes

Hay dos procesos de manejo del germoplasma conservado en un banco que se refieren a: i) **monitoreo** de la semilla o material propagativo para verificar la calidad (viabilidad) y cantidad (número o peso) del germoplasma conservado en el banco; y, ii) **regeneración**, que es la renovación de las accesiones mediante la siembra y la cosecha de las semillas o material propagativo con las mismas características de la muestra original. En el primer caso, muchas veces los materiales que llegan al banco, tales como semillas o partes vegetativas, no tienen la cantidad suficiente para entrar a conservación, o el tamaño de la muestra conservada disminuye con el uso; por lo tanto, es necesario multiplicarlos para aumentar el tamaño de la muestra. El proceso de regeneración, en cambio, está ligado a datos de viabilidad (ver protocolo de conservación *ex situ*). Es decir, cuando el porcentaje de viabilidad de las semillas baja del 85%, la muestra debe ser regenerada. El proceso de regeneración debe estar en condiciones controladas para asegurar que los nuevos materiales sean genéticamente iguales a los originales (Sackville y Chorlton 1997; Engels y Visser 2003; FAO 2014).

El mantenimiento de la viabilidad, la integridad genética y la calidad de las muestras, siguiendo las regulaciones establecidas para el efecto, es una actividad primordial de los bancos de germoplasma (Rao *et al.* 2007). La regeneración y/o multiplicación en campo son actividades costosas, de riesgo y delicadas. Su principio primordial debe ser el de no alterar la composición genética del material vegetal, lo cual implica controlar procesos a veces muy complejos cuando las accesiones son poblaciones heterogéneas. En estos casos, es necesario evitar una pérdida selectiva de genotipos a lo largo de todo el ciclo de cultivo, para lo que es fundamental que el ambiente del lugar de multiplicación sea lo más semejante posible al de origen (Mesa 2001).

2. Justificación

Durante el proceso de conservación, las muestras pueden perder viabilidad con el tiempo, o disminuir su disponibilidad por su bajo número de semillas o propágulos. Por lo tanto, y para mantener los materiales conservados en cantidad suficiente y con alta calidad, se deben realizar rigurosos procesos de multiplicación y regeneración. Solo así el material conservado puede ser puesto a disposición de los fitomejoradores, investigadores, agricultores u otros usuarios. Al tratarse de procesos costosos, en el DENAREF estas actividades sirven también para realizar la caracterización y evaluación de las colecciones, con lo cual se asegura no solo cantidad y calidad del material sino que adiciona información valiosa al germoplasma.

3. Materiales y equipos

3.1 Monitoreo de colecciones conservadas como semilla

- Cajas Petri.
- Papel absorbente.
- Agua destilada.
- Germinadores.
- Libro de registro de laboratorio de semillas.
- Computador.
- Cámara fotográfica.
- Manuales de tecnología de semillas para bancos de germoplasma (IBPGR 1985a; IBPGR 1985b; Rao *et al.* 2007).

3.2 Materiales y equipos para multiplicación en campo o invernadero

- Cámara digital.
- Computador.
- GPS.
- Bolsas de papel, plástico y tela.
- Etiquetas.
- Marcadores, lápices.
- Tijeras de podar, machete, excavadora.
- Fundas de polietileno.
- Sustrato.
- Desinfectantes de suelo.
- Desinfectante de semilla.
- Fertilizantes y agroquímicos permitidos.
- Malla antiáfidos.
- Libro de registro de inventario de materiales conservados en campo.

3.3 Materiales para multiplicación *in vitro*

- Libro de registro de inventario de materiales conservados *in vitro*.
- Otros materiales (ver protocolo de conservación *ex situ*).

4. Metodología para monitoreo de colecciones

La guía para el manejo adecuado de colecciones de germoplasma (Engels y Visser 2003) y las normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (FAO 2014) establecen las directrices generales que deben seguirse para la regeneración de recursos fitogenéticos. Adicionalmente, Engels y Ramanata (1998) presentan casos prácticos de regeneración para varias especies alimenticias, las cuales también pueden ser guías útiles para la regeneración de germoplasma en INIAP. En algunos casos se puede realizar la regeneración del germoplasma inmediatamente después de la colecta, pero depende de la disponibilidad de fondos para el efecto.

4.1 Monitoreo para determinar la necesidad de multiplicar/regenerar

El germoplasma conservado *ex situ* en INIAP se encuentra compuesto por 61% como semillas, 36% en colecciones de campo y 3% *in vitro*.

4.2 Monitoreo para materiales conservados como semillas

El 60% del germoplasma conservado *ex situ* se encuentra en cámaras frías para semillas ortodoxas, lo que significa aproximadamente una cantidad de 16 800 accesiones. Como en el banco de germoplasma del INIAP se conserva un alto número de géneros y especies, el muestreo debe involucrar un 10% del total de accesiones (1 680) anualmente para que el ciclo de la actividad concluya cada 10 años. Esto significa que, dentro de cada género y especie, se muestrea el 10% de accesiones; es decir, una aproximación aleatoria de *core collection*.

4.2.1 Número de semillas

Al ingresar una muestra al banco de germoplasma, se registra el peso de la muestra y el peso de 100 semillas, con lo cual se obtiene el dato aproximado del número inicial de semillas. Se debe llevar un inventario del número o peso de semillas que ha salido para envío a usuarios o para pruebas de germinación. Aunque el número mínimo de semillas sugerido para mantener una muestra varía con el criterio de los autores en varias publicaciones (ver protocolo de conservación *ex situ*), en el DENAREF se utiliza una muestra de 1 000 a 3 000 semillas. Esta cantidad

se puede utilizar en condiciones ideales ya que, por ejemplo, en el caso de especies silvestres relacionadas a cultivos o variedades raras, este número puede resultar demasiado alto. De cualquier manera, existe un número base de inventario que es el valor registrado al ingreso. Cuando se haya consumido el 50% de la muestra original, la muestra será prioridad para multiplicación.

4.2.2 Viabilidad

La viabilidad de semillas se monitorea realizando pruebas de germinación. Tras poner las semillas a germinar en condiciones adecuadas de luz y temperatura, se averiguar cuántas germinan (%), determinar si las que no germinan han muerto o están en estado de latencia, o identificar el estado sanitario de la muestra (por ejemplo, presencia de hongos o bacterias).

Cuando ingresan las muestras, se registra el porcentaje de germinación inicial. Algunas especies con semillas no alcanzan el 100% de germinación inicial, debido a factores tales como estado de madurez a la cosecha, dormancia, etcétera. Si al realizar el monitoreo, que consiste en una prueba de germinación luego de un período de tiempo (en el DENAREF aproximadamente cada 10 años), se determina si el porcentaje ha disminuido del 85% (en base al resultado de la prueba inicial de germinación); en ese caso, se pone la muestra como prioridad para regeneración (Castillo 1995; FAO 2014). En el caso de especies silvestres relacionadas a los cultivos, el porcentaje es 70% o menos (FAO 2014).

4.3 Monitoreo para materiales conservados *in vitro*

En cultivo de tejidos *in vitro*, el monitoreo se realiza al menos dos veces al año. En laboratorio *in vitro*, el monitoreo debe ser ejecutados en un 100% de accesiones.

El tamaño de muestras de propágulos vegetativos conservados *in vitro* varía entre 3 y 6 repeticiones por accesión. En el monitoreo se registra el número de tubos por accesión, el número de plantas por tubo, el vigor de las plántulas y la sanidad de las mismas (por ejemplo, presencia de hongos o bacterias).

4.4 Monitoreo para materiales conservados en campo

El monitoreo de los materiales conservados en campo se realiza al menos una vez al año para cultivos perennes o uno por ciclo de cultivo para cultivos estacionales. Al igual que en el laboratorio *in vitro*, el monitoreo debe ser ejecutados en un 100% de accesiones. El tamaño de muestras de propágulos vegetativos conservados en campo varía entre 5 y 20 repeticiones por accesión.

4.5 Metodología para la multiplicación y regeneración

4.5.1 Selección de las accesiones y determinación del tamaño de la muestra para regeneración

Se recomienda escoger para regeneración a las accesiones con menor viabilidad por sobre las que tienen menor número de semillas (Dullo *et al.* 2008). Para evitar grandes pérdidas de alelos y maximizar la producción de semillas, Rao *et al.* (2007) recomienda utilizar 100 o más plantas en las accesiones que son genéticamente heterogéneas.

Según Dullo *et al.* (2008), la muestra tomada de una accesión de semilla para la regeneración se debe seleccionar al azar para que represente la diversidad dentro de la accesión o colección, y para incrementar la probabilidad de retener los alelos de baja frecuencia.

Crossa y colaboradores (1993) citado por Dullo *et al.* (2008), estimaron, como regla general, que se necesitan de 90 a 210 semillas para retener, con una probabilidad de entre 90 y 95%, alelos con una frecuencia génica de 0,003 a 0,05 y un número de loci entre 10 y 150. Para mantener la variación genética existente dentro de la población, las especies de polinización cruzada (alógamas) por lo general requieren un mayor número de plantas en comparación con las autopolinizadas (autógamas).

El número mínimo de semillas requerido para la regeneración se puede estimar a partir del tamaño de muestra estándar utilizado para la regeneración y de la viabilidad de la muestra, de acuerdo con la siguiente ecuación (Rao *et al.* 2006):

Número de semillas requerido para la regeneración = Población de plantas deseada para la regeneración / (porcentaje de germinación¹ × porcentaje de establecimiento en campo esperado²)

¹ Los porcentajes de germinación y de establecimiento en el campo se expresan en decimales: 95% se expresa como 0.95.

² El establecimiento de la plantas es, por lo general, 5% menor que el porcentaje de germinación en condiciones deficientes y 1% menor en buenas condiciones.

4.5.2 Multiplicación y regeneración en campo

Según Dullo *et al.* (2008), las colecciones a regenerarse se deben sembrar en los ambientes más favorables posibles para que no exista presión de selección. El sitio seleccionado para la multiplicación o regeneración debe tener: suelo fértil, uniforme y con buen drenaje; la existencia de fuentes de agua de riego, en lo posible; y estar preferiblemente aislado para evitar ataques de insectos plaga y patógenos. Durante el cultivo en campo, se deben dar todas las condiciones posibles adecuadas para maximizar la producción de semillas o de material propagativo. Las semillas y propágulos se deben cosechar cuando estén fisiológicamente maduros y sanos, evitando ocasionar daños mecánicos.

El control del ambiente para mantener el genotipo original consiste en evitar que las accesiones se contaminen por intercambio de polen (alógamas) o se mezclen mecánicamente (autógamas y de reproducción asexual). Las especies de reproducción sexual, que sí necesitan control de la polinización (alógamas), se multiplican y regeneran preferiblemente en invernaderos o casas de malla.

A continuación, se describe un ejemplo en el caso de regeneración de especies de reproducción asexual como son los tubérculos andinos (TAs) en el DENAREF: oca (*Oxalis tuberosa*), melloco (*Ullucus tuberosus*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*). Las accesiones de Tas, cuando se las cosecha al finalizar el ciclo de entre 6 a 8 meses, se conservan en mallas con al menos 50 tubérculos por accesión en un cuarto semi-oscuro a 14 °C hasta su brotación. Cuando están listos, se siembran al menos 20 tubérculos en campo (mínimo esperado de 10 plantas) pero el resto de tubérculos se los sigue conservando hasta que las plántulas en campo estén brotadas; ese momento es cuando la muestra puede ser descartada. Se debe tener cuidado con equivocaciones de etiqueta (cambio en la codificación de la muestra original) durante la conservación del material, siembra en campo, cosecha y, nuevamente, la conservación.

4.5.3 Mantenimiento de la integridad genética

Adaptando lo descrito por Sackville y Chorlton (1997), para evitar problemas en el cambio genético, se deben tomar en cuenta los siguientes lineamientos:

Identidad de la accesión. Errores humanos pueden producir cambios de etiqueta en los procesos de regeneración, con lo cual se cambiaría la identidad genética de una accesión.

Contaminación con genes foráneos. Referidos a contaminación con otra muestra, con semillas de cosechas anteriores o polen foráneo.

Cambios en la composición genética. Debido a diferencias en la viabilidad de las semillas de la muestra, composición de la submuestra, mutaciones, muerte de plantas en campo, etcétera.

Deriva genética y cuello de botella. Cambios en las frecuencias génicas para extinción o fijación de un alelo.

Selección. A diferencia de la deriva genética que afecta alelos, la selección puede afectar caracteres.

4.5.4 Acondicionamiento

Las muestras regeneradas se someten a pruebas de viabilidad y se acondicionan para almacenamiento. Los resultados de estas pruebas servirán de punto de referencia para monitoreos posteriores.

En el DENAREF las accesiones con semillas ortodoxas que han sido regeneradas se conservan en un banco activo (no regresan al banco base). Estas muestras serán las que se distribuyan a los usuarios.

En el proceso de multiplicación o regeneración existen varias etapas en las cuales, por errores de manejo, se podría cambiar la identidad genética de una muestra. En el caso de accesiones conservadas como semilla ortodoxa, es de suma importancia mantener las condiciones óptimas de almacenamiento; de esta manera se evitarían daños fisiológicos en las semillas y la consiguiente necesidad de regenerar la muestra por baja viabilidad.



CAPÍTULO V

DOCUMENTACIÓN DE GERMOPLASMA

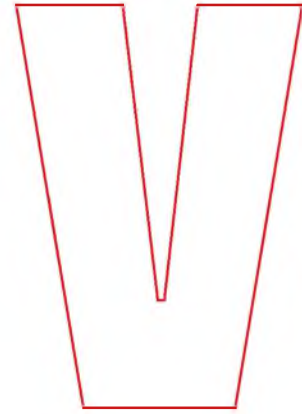


FOTO 5

Muestra de medios de documentación y publicaciones del INIAP-DENAREF.

1. Antecedentes

La información de las accesiones es esencial en los bancos de genes para manejar y mantener sus colecciones (FAO 2014). Todos los procesos que han sido mencionados en los capítulos anteriores generan ingente información que debe ser guardada y permitirá el uso eficiente del germoplasma conservado.

Los datos de pasaporte conforman la información mínima que debe estar disponible con el germoplasma. El uso de estándares internacionales facilita la documentación de germoplasma; como ejemplo se pueden citar los descriptores pasaporte para multicultivos (FAO-BIOVERSITY 2015). Actualmente, el internet y los medios digitales son los que dominan en documentación de bancos de germoplasma a nivel mundial como GRIN GLOBAL (http://www.ars-grin.gov/npgs/gringlobal/docs/3rd_tsg_mtg_retrospective_2010_sep30_gardner.pdf), entre otros.

Las características deseables de un sistema de documentación son:

- Integridad de los datos.
- Recuperación rápida de la información.
- Operaciones fáciles para el usuario.
- Funcionamiento flexible.
- Organización de los datos.

2. Justificación

La documentación de germoplasma es un proceso fundamental que debe acompañar a todas las actividades de manejo de la diversidad genética conservada. Esta actividad se justifica ya que, si una accesión en particular carece de información adecuada (al menos en cuanto a datos pasaporte), pierde su valor ya que limita notablemente su selección para estudios posteriores y, por lo tanto, su uso.

3. Materiales y métodos

3.1 Materiales y equipos para la documentación

- Libro datos pasaporte (Anexo 1).
- Libros de campo.
- Cuadernos de laboratorio de semillas.
- Cuadernos de laboratorio de biología molecular.
- Plantillas para almacenar datos de la caracterización y evaluación.
- Archivos digitales de fotografías.
- Paquete de hoja de cálculo Microsoft Excel®.
- Programa GRIN-global.
- GPS.
- Computadora de alta capacidad de almacenamiento y procesamiento de datos.
- Tablet.
- Servidor.
- Disco duro de respaldo.

3.2 Metodología para la documentación

3.2.1 Registro de datos durante la colecta

Durante la colecta, se recopilan datos pasaporte que deben ser registrados en físico y, posteriormente, de manera digital en bases de datos tales como archivos Microsoft Excel® y GRIN-Global. Los detalles de esta información pasaporte pueden visualizarse en Anexo 1 o en la descripción del protocolo de colecta.

3.2.2 Registro de datos durante el procesamiento de muestras

En el caso de procesamiento de muestras – semilla, se genera información referente a porcentaje de germinación inicial, porcentaje de humedad interna de la muestra, ubicación de la muestra en cámara de secamiento, temperatura y humedad de la cámara de secado, y peso de muestra al ingreso al banco. Esta información se registra en libros o registros en laboratorio de semillas para luego ser ingresados a una base de datos.

3.2.3 Almacenamiento

Semillas.- Durante la conservación a largo plazo, se generan datos como porcentajes de germinación (en el caso de monitoreo de muestras), peso de la muestra de semillas (con base en entregas de germoplasma a usuarios) y ubicación en cuarto de conservación. Además, se debe llevar un registro de las temperaturas de las cámaras del banco base y activo.

En el banco de germoplasma del INIAP, la identificación de materiales se realiza de la siguiente manera: el primer código es ECU en referencia al nombre del país y el segundo es el número consecutivo de muestras. Por ejemplo, ECU-13452 corresponde a una accesión de maíz. Si una accesión se pierde por circunstancias ajenas a la voluntad (fenómenos naturales), el número asignado a la accesión no es suplantado por otra especie. El motivo es que dicho material puede estar duplicado en otro banco o pudo haber sido usado en un proceso de mejora con lo cual el número se encuentra en uso en un lugar diferente al banco de germoplasma.

Cultivo de tejidos.- En el laboratorio de cultivo de tejidos también se debe generar historial de la accesión en el laboratorio en cuanto a ubicación de las accesiones (cámara de micropropagación o conservación), número de tubos por accesión, datos de evaluaciones periódicas de viabilidad y sanidad, además del tiempo estimado para multiplicación. Todo esto tiene respaldo en un libro de laboratorio y su correspondiente base de datos.

Colecciones de campo.- Las colecciones de campo deben ser documentadas en cuanto a croquis en campo de las colecciones (ubicación), cantidad de propágulos o plántulas por accesión, sanidad, etcétera. Igualmente, estas colecciones pueden generar información de caracterización. Se mantienen libros de campo de respaldo con la información y bases de datos.

3.2.4 Caracterización de germoplasma

Los libros de caracterización contienen datos registrados de los descriptores morfológicos y evaluaciones agronómicas. Esta información se registra en libros de campo y tablas de datos (las tablas de datos son construidas en Microsoft Excel® y contienen la información de los libros de campo en formato digital); se generan fotos digitales y, finalmente, catálogos. La caracterización molecular también genera información, registrada en libros de laboratorio, referente a número de muestra de ADN ligada al número de accesión, sitio del almacenamiento en congelación (ubicación congeladora, número de rack), datos de cuantificación de ADN, perfiles electroforéticos y, finalmente, tablas de presencia – ausencia de bandas. Estos archivos pueden ser fotos digitales, fotos de geles, bases datos de Microsoft Excel®, etcétera.

En el DENAREF se han publicado tres catálogos: *Catálogo de raíces y tubérculos andinos* (1996), *La agrobiodiversidad del cantón Gualaquiza* (2009) y el *Catálogo de Cotacachi* (2010). Además, se ha difundido una serie de publicaciones relacionadas a la agrobiodiversidad en diferentes formatos como libros, CDs, artículos científicos, entre otros.

3.2.5 Programas para documentación

Hasta el momento, los archivos de Microsoft Excel® con datos de pasaporte o caracterización han resultado los más prácticos y seguros (adicionado a las versiones físicas de respaldo de toda la información). El programa DBgermo (IBTA Argentina), con el que se inició la migración de datos, actualmente se encuentra en desuso para el DENAREF por falta de soporte técnico. Existen otros programas de uso local como el SBD, sistema de documentación, auspiciado por CATIE, el sistema usado en el Centro de Recursos Genéticos de México o el sistema de NARO (*National Agriculture and Food Research Organization*) en Japón. Al momento de esta publicación, el DENAREF considera el uso del programa GRIN-Global.

Pese a que algunos bancos de germoplasma a nivel mundial mantienen su información pasaporte y de caracterización *on line*, sin restricción, el DENAREF ha mantenido su información restringida y planea hacerlo como por ejemplo con el caso de las coordenadas geográficas de colecta de germoplasma; el objetivo es evitar un potencial acceso no consentido que viole normas de acceso a germoplasma establecidas a nivel nacional. Esto se tomará en cuenta con la migración de información al GRIN-Global, en la cual habrá información restringida para manejo interno del DENAREF y existirá información disponible al público a través de internet.

Cualquier solicitud de acceso a germoplasma se procesa y analiza al interior del INIAP; las respuestas a las solicitudes se deben regir al cumplimiento de todos los lineamientos jurídicos establecidos para acceso a germoplasma.

Un buen sistema de documentación en el banco de germoplasma permite un correcto manejo de la diversidad genética conservada. Por ejemplo, un inventario actualizado permite saber el sitio exacto y las condiciones de almacenamiento, viabilidad del material conservado, entre otros datos; información que puede determinar prioridades para caracterización, evaluación, regeneración, multiplicación, etcétera. Toda esta información puede ser posteriormente utilizada para preparar publicaciones científicas, catálogos de diversidad y otros productos.



CAPÍTULO VI

CONSERVACIÓN EN FINCAS (*IN SITU*)

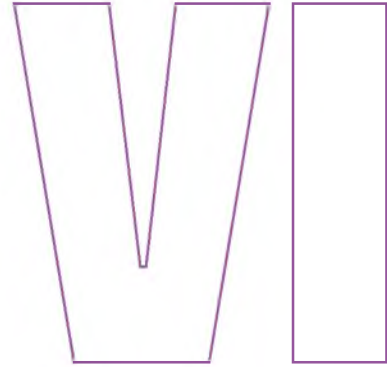


FOTO 6

Feria de intercambio de semillas en la ciudad de Cotacachi, provincia de Imbabura.

1. Antecedentes

La biodiversidad en los sistemas agrícolas (que incluyen plantas, animales, organismos presentes en el suelo, polinizadores y enemigos naturales de plagas) constituye la agrobiodiversidad (Jarvis et al. 2011). La palabra *in situ* significa "en el sitio". De esta manera, la conservación *in situ* se da al mantener la biodiversidad dentro de los ecosistemas y sus hábitats naturales, así como en el mantenimiento y recuperación de poblaciones de especies. Las especies silvestres se conservan *in situ* en ecosistemas naturales, mientras que las cultivadas lo hacen en agroecosistemas. Los primeros son conocidos como áreas protegidas (santuarios, parques naturales y reservas ecológicas) y los segundos son denominados como sistemas tradicionales o costumbristas de cultivo. Estos agroecosistemas comprenden las fincas y huertos caseros o jardines de autoconsumo, y son usados por el agricultor con fines de producción. Este sistema de conservación está basado en la participación activa del agricultor, involucra el mantenimiento de variedades o sistemas de cultivo dentro de sistemas agrícolas tradicionales, y representa un beneficio socioeconómico, ecológico y genético para el hombre y el ecosistema (Baena et al. 2003; Berretta y Rivas 2001; Chavez-Servia et al. 2004).

La amplia agrobiodiversidad de Ecuador se debe a sus condiciones ecológicas y culturales particulares que han favorecido el proceso evolutivo de las especies. Dentro de esta diversidad de plantas se encuentran las alimenticias, medicinales, forestales, frutales y forrajeras; un buen número de estas especies son usadas por los ecuatorianos en pequeñas comunidades (ya que se encuentran ligadas a la cultura tradicional) y, en menor escala, en grandes ciudades.

Para conservar y usar la agrobiodiversidad local, el INIAP inició hace 50 años las actividades de conservación *ex situ*; al final de la época de los años 90, el DENAREF empezó a incursionar también en la conservación en finca de agricultores "*on farm*" o conservación *in situ* (Barrera et al. 2004; Tapia y Carrera 2011). Como metodologías de apoyo se tiene la identificación de áreas de conservación, las ferias de intercambio de semillas nativas, apoyo a la conservación en fincas, agroturismo, registros comunitarios y los CBDA (Centros de bioconocimiento y desarrollo agrario). Con estas actividades, el INIAP está consolidando la complementariedad entre la conservación *ex situ* e *in situ*.

2. Justificación

La agrobiodiversidad conservada *in situ* mediante el fortalecimiento de agroecosistemas es muy importante para la alimentación local, la seguridad nutricional y el desarrollo de la agricultura. La ventaja de la conservación *in situ* es que el trabajo con los agricultores como socios permite el uso sostenible de la biodiversidad agrícola promoviendo alternativas económicas respaldadas por la conservación *ex situ*.

En el sentido expuesto, el DENAREF es el ente gubernamental idóneo para llevar adelante la conservación complementaria *ex situ* e *in situ*. El INIAP, al cuidar el banco de germoplasma *ex situ* más grande del país, no solo salvaguarda la diversidad genética sino también apoya a las comunidades

mediante la identificación de áreas de conservación, la restitución de germoplasma a fincas agrobio-diversas, y las ferias de intercambio de semillas, entre otras actividades para la conservación *in situ*. La recuperación de los ecosistemas agrícolas mediante una mayor diversidad y la dinámica entre los diferentes cultivos y sus variedades (rotación de cultivos) permitirá una mayor estabilidad de los suelos y fertilidad que apoya la resistencia de los cultivos al aumento a enfermedades y plagas, regulación de la escasez o el exceso de agua, creación de microclimas para mitigar las temperaturas extremas, entre otras ventajas.

3. Materiales y equipos

3.1 Materiales y equipos para identificación de áreas de conservación

- Base de datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC.
- SIG, sistema de información geográfica.
- Computadora.
- Bases de datos propias.

3.2 Materiales y equipos para registros comunitarios

- Herramientas de levantamiento de información participativas.
- Papelógrafos.
- Marcadores.
- Tarjetas de identificación.
- Cámara fotográfica.
- GPS.

3.3 Materiales y equipos para ferias de intercambio de semillas

- Material divulgativo (afiches promocionales, invitaciones, cuñas radiales).
- Cámara fotográfica.
- Papel periódico.
- Apoyamanos.
- Marcadores.
- Etiquetas para identificación de agricultores.

- Registros de asistencia.
- Registros de agrobiodiversidad.
- Premios (herramientas, insumos agrícolas, semillas y/o plántulas, etcétera).
- Stand para presentación de agrobiodiversidad (carpas, mesas, sillas, banners, entre otros elementos).

3.4 Materiales y equipos para inventarios de agrobiodiversidad

- Base de datos pasaporte.
- SIG.
- Herramientas de levantamiento de información participativas.
- Papelógrafos.
- Marcadores.
- Tarjetas de identificación.
- Cámara fotográfica.
- GPS.

3.5 Materiales y equipos para CBDA

- Herramientas (azadones, palas, machetes, etcétera).
- Insumos agrícolas.
- Materiales de siembra (semillas, plántulas, tubérculos, entre otros).
- Sistema de riego.
- Letreros de identificación.
- Materiales para manejo de cultivos (piola para tutoreo, alambre, postes, etcétera).
- Croquis de campo.
- Libro de campo.
- GPS.
- Cámara fotográfica.

4. Metodología

4.1 Metodología para identificación de áreas de conservación

El objetivo es identificar celdas de 10 km x 10 km con alta agrobiodiversidad y con bajo riesgo de pérdida por causas demográficas y/o culturales.

Fase 1. Selección de criterios

Los criterios a tener en cuenta en la priorización de áreas de conservación son: ecogeográficos, biológicos, culturales, demográficos, sociales y económicos.

Fase 2. Generación de capas - criterio

Para la fase 2, se presenta como ejemplo el cultivo de maíz en la región Sierra de Ecuador. Las capas de información que son utilizadas para generar las capas-criterio se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Capas de información utilizadas para la identificación de áreas prioritarias de conservación de maíz en la Sierra de Ecuador.

Criterio y código	Capa/s original/es	Tipo	Capa final
Precipitación	Precipitación anual de las fincas muestreadas	Vectorial, punto	Precipitación promedio de las fincas de una celda
Diversidad ecogeográfica	Distancias ecogeográficas	Ráster (10 km x 10 km)	Igual que la original
Riqueza de razas	Riqueza de razas	Ráster (10 km x 10 km)	Igual que la original
Distribución de razas	Razas por finca	Vectorial, punto	Celdas con presencia de razas de distribución local
Grado de presencia del cultivo	Número de variedades por finca	Vectorial, punto	Número total de variedades por celda
Abundancia de poblaciones "mezcla"	Número de "mezclas" por finca	Vectorial, punto	Número total de "mezclas" por celda
Diversidad morfológica	Distancias morfológicas	Ráster (10 km x 10 km)	Igual que la original
Erosión genética	Razas por cantón en 1957 y 2010	Vectorial, polígono	Proporción de razas desaparecidas por cantón
Diversidad de variedades tradicionales por finca	Número de variedades por finca	Vectorial, punto	Número promedio de variedades por celda
Intercambio de semillas	Frecuencia de intercambio por agricultor	Vectorial, punto	Frecuencia de intercambio más común (valor modal) entre agricultores de una celda
Diversidad de usos	Número de usos por familia	Vectorial, punto	Número promedio de usos por celda
Tamaño poblacional	Número de habitantes por parroquia	Vectorial, punto	
Distancia a núcleos urbanos	Zonas urbanas	Vectorial, polígono	

Posteriormente, los valores de estas capas-criterio son transformados a una escala de 0 a 100, asignando valores bajos o cercanos a 0 para aspectos negativos y altos o cercanos a 100 para los positivos. En el caso de los criterios de tipo cualitativo, la transformación es directa; es decir, el valor 100 se asigna a categorías consideradas positivas y 0 a categorías negativas. Para los criterios cuantitativos, la reclasificación se hace en función de los cuartiles (Tabla 4).

Tabla 4.
Reclasificación de
las capas-criterio
en función de las
preferencias

Criterio	Preferencia	Valores
Precipitación (mm)		
446-758	Alta	100
759-929	Media	66
930-1105	Baja	33
1 106-2 181	No deseable	0
Diversidad ecogeográfica		
0,197-0,25	Alta	100
0,167-0,196	Media	66
0,129-0,166	Baja	33
0-0,128	No deseable	0
Riqueza de razas		
6-9	Alta	100
4-5	Media	66
2-3	Baja	33
1	No deseable	0
Distribución de razas		
Solo en una región	Alta	100
Mayoritariamente en una región	Media	66
En dos regiones	Baja	33
En tres regiones	No deseable	0
Grado de presencia del cultivo		
7-32	Alta	100
4-6	Media	66
3	Baja	33
1-2	No deseable	0
Abundancia de poblaciones en "mezcla"		
6-20	Alta	100
4-5	Media	66
2-3	Baja	33
0-1	No deseable	0
Diversidad morfológica		
0,334-0,446	Alta	100
0,292-0,333	Media	66
0,271-0,291	Baja	33
0-0,27	No deseable	0
Erosión genética		
0	Alta	100
0,01-58,32	Media	66
58,33-71,42	Baja	33
71,43-100	No deseable	0
Diversidad de variedades por finca		
2,01-6	Alta	100
1,8-2	Media	66
1,01-1,79	Baja	33
1	No deseable	0
Intercambio de semillas		
Cada cosecha o año	Alta	100
Cada 2 o 3 años	Media	66
Cada 4 o más años	Baja	33
Nunca	No deseable	0
Diversidad de usos		
4-7,66	Alta	100
3,01-4	Media	66
2,01-3	Baja	33
1-2	No deseable	0
Tamaño poblacional		
929-2 467	Alta	100
2 468-4 802	Media	66
4 803-9 196	Baja	33
9 197-100 759	No deseable	0
Distancia a núcleos urbanos (km)		
15-46	Alta	100
9-15	Media	66
4-15	Baja	33
0-4	No deseable	0

Fase 3. Evaluación multicriterio

Una vez establecidos los criterios y niveles de preferencia, se procede a evaluar las celdas teniendo en cuenta todos los criterios. El método utilizado fue el de la suma ponderada, esto es:

$$M = \sum_{i=1}^n A_i w_i$$

Siendo A_i la capa de cada criterio, w_i el peso de cada criterio y n la cantidad de criterios considerados.

1) *Todos los criterios son igualmente importantes*

2) *Priorización de criterios según expertos*

La lista de criterios es sometida a una encuesta entre expertos en conservación *in situ* de germoplasma y de la agrobiodiversidad para que evalúen la importancia de cada uno de ellos en una escala de 1 a 10, siendo 10 el máximo valor de importancia. Los expertos consultados, ecuatorianos e internacionales, son clasificados en cinco grupos de acuerdo al tipo de institución donde prestan sus servicios (Tabla 5).

Posteriormente, se calcula la media ponderada de cada criterio y, en función de este valor, se otorgaron diferentes pesos a los criterios de acuerdo a la diferencia de cada uno respecto al criterio de mayor importancia. Luego, se determina su importancia relativa dividiendo este valor por la puntuación total de todos los criterios.

Tabla 5. Características de la encuesta realizada entre expertos

Clasificación por sectores de encuestados
Investigación (institutos y universidades)
Organizaciones campesinas
Empresa privada
Cooperación (ONG)
Sector gobierno (ministerios y municipios)

3) *Priorización de los criterios por pares*

Se elabora una matriz de comparación entre pares de criterios, comparando la importancia de cada uno de ellos con los demás. Posteriormente, se calcula el número de veces que un criterio había sido considerado como el más importante y se determina su importancia relativa dividiendo este valor por la puntuación total de todos los criterios.

El esquema de la metodología propuesta para la priorización de áreas de conservación se presenta en la Figura 1.

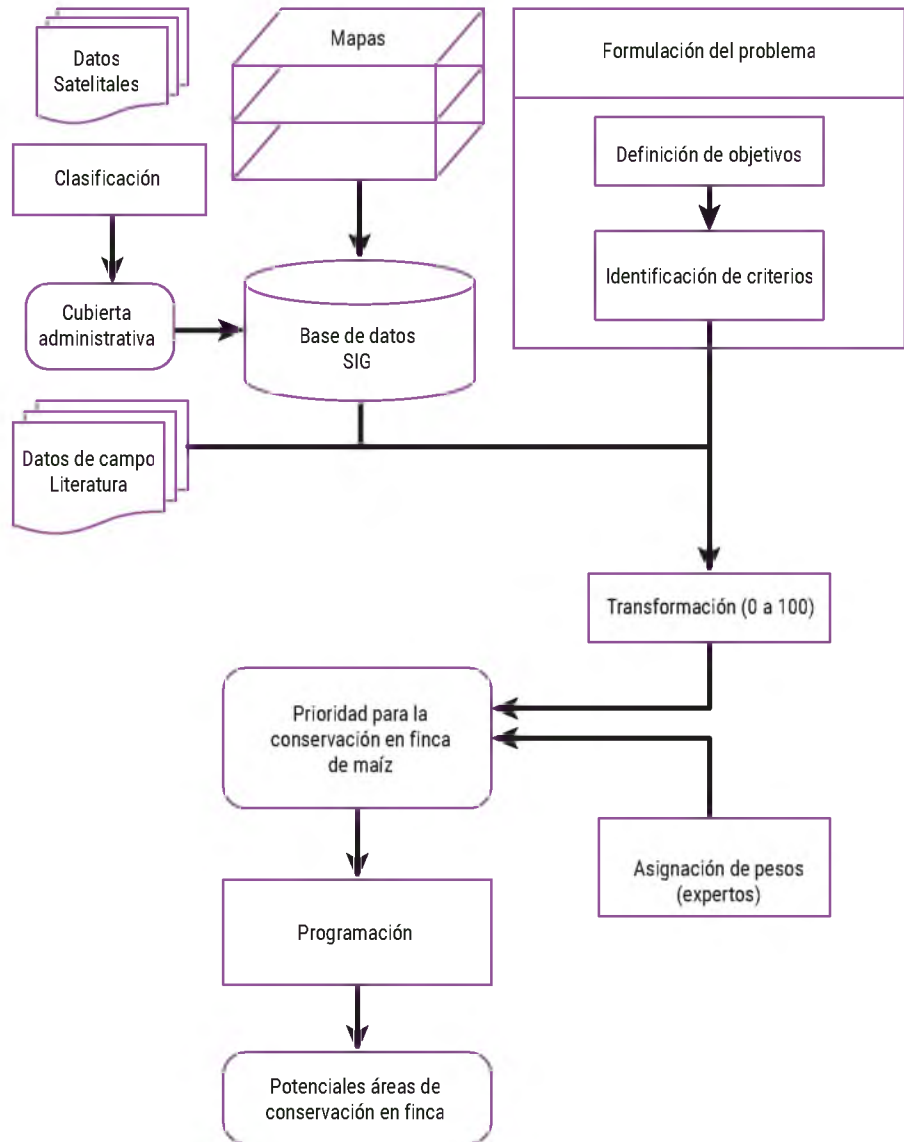


Figura 1. Metodología utilizada para la generación de los mapas de priorización de áreas de conservación

4.2 Metodología para registros comunitarios de la agrobiodiversidad

El Registro Comunitario de la Agrobiodiversidad (RCA) se refiere a información recopilada de los recursos genéticos de una comunidad que incluye datos sobre sus guardianes, datos de pasaporte, agroecología, valores culturales y su uso. También se define como un esfuerzo de la comunidad para documentar y conservar la biodiversidad que se usa y el conocimiento sobre esta, dentro de un área determinada (Upadhyay *et al.* sf).

¿Cuáles son los datos mínimos requeridos?

Los datos del RCA se pueden documentar a nivel de la familia y la comunidad. El tipo de datos también depende del propósito del RCA. La base de datos debe responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué tenemos?
- ¿Qué cosas son más valiosas para nosotros?
- ¿Por qué necesitamos conservarlas?
- ¿Cómo las usamos?
- ¿Quiénes mantienen el conocimiento tradicional y los materiales?

El RCA se debe mantener en el lenguaje local con los datos importantes requeridos para alcanzar los objetivos de la misión. El tamaño físico del RCA debe ser, por consiguiente, pequeño y fácil de transportar de tal manera que se pueda llevar de un lugar a otro.

Los siguientes datos fueron identificados por los agricultores de las comunidades en Kaski y Bara (Nepal) (Upadhyay *et al.* sf) a manera de ejemplo:

1. Información de los cultivos, razas, especies y variedades (nombres locales, científicos y étnicos).
2. Historia en el lugar (año de introducción; ¿dónde?).
3. De dónde fueron introducidas las especies (conocimiento de la fuente original y el material).
4. Longevidad/vida de las especies (por ejemplo si es anual, perenne, caducifolia, herbácea, arbustiva, arbórea, etcétera).
5. Modo de reproducción (por ejemplo, semilla, clones, hijuelo, tallo, hoja).
6. Hábitat natural (de acuerdo a la definición de los agricultores).
7. Distribución de la diversidad genética: rara, mediana o si es común.
8. Conocimiento de técnicas locales y tradicionales (prácticas que describen el proceso y mantenimiento de productos asociados a variedades específicas).
9. Usos (directo: comer, forraje, etcétera; servicio del cultivar; opción de uso y exploración de su valor).
10. Partes útiles, estadios y épocas.
11. Ciclo de vida.
12. Información sobre los que las mantienen (la dirección local y fotografía digital).
13. Fotografías/dibujos de los especímenes de herbario (ilustrando las características de las variedades y los descriptores de los agricultores).

En resumen, los pasos a seguir son:

1. Realización de una feria de diversidad.
2. Selección de la comunidad (muestra representativa de la población).
3. Conformación de un comité de registros comunitarios.

4. Taller participativo para el desarrollo de los registros.
5. Preparación de un grupo mínimo de datos (matriz).
6. Registro de datos por los agricultores (en sus sitios de cultivo).
7. Análisis y difusión de los datos de los registros entre los participantes.

Para más detalle sobre la metodología, se recomienda referirse a Upadhyay *et al.* sf.

4.3 Metodología para ferias de semillas

Constituye un “termómetro” de la agrobiodiversidad en un sitio específico. Su función es brindar información comparativa entre ferias de la misma área. En el caso de identificar una disminución de la agrobiodiversidad presente, el DENAREF actuará con medidas que apoyen su conservación en campo.

Las ferias estimulan y revalorizan la contribución de la labor campesina en la conservación de los recursos fitogenéticos y concientizan al público en general sobre la importancia de la agricultura campesina. La mayor parte de los asistentes a las ferias son mujeres, lo cual destaca a la mujer como eje fundamental en el proceso de conservación y manejo de los cultivos (Experiencia DENAREF).

A través de las ferias de intercambio de semillas, se viene evaluando la diversidad agrícola de cultivos, frutales y plantas medicinales a nivel del país. Esta actividad se realiza cada año en diferentes provincias de Ecuador.

Previo a la ejecución de cada feria, se realiza la difusión y promoción mediante la entrega de invitaciones a comunidades, organizaciones y agricultores conservacionistas con interés de participación en la feria. Además, se preparan afiches promocionales y cuñas radiales para motivar la asistencia.

Para la toma de información de la agrobiodiversidad expuesta, se cuenta con una hoja de registro de datos (Anexo 3), la cual cuenta con información como: nombre del agricultor, edad, comunidad, parroquia, cantón, nombre de cada una de las variedades expuestas y origen de la semilla. La toma de información se lleva a cabo por los técnicos del DENAREF y se efectúa en el transcurso del evento. Durante la feria, se recepta la información de todos los agricultores participantes y rápidamente se evalúa la diversidad presentada por ellos. Estos datos permiten identificar los agricultores/as o comunidades que presentan la mayor agrobiodiversidad, quienes son premiados.

Los datos de las ferias de semillas también permiten identificar agricultores con mayor aptitud para mantener la variabilidad nativa (agricultores conservacionistas), quienes son fundamentales para servir como ejemplo dentro de las comunidades para que se puedan reproducir sus experiencias para el beneficio comunal. Generalmente estos agricultores se caracterizan por tener un gran apego a las costumbres marcadas por la tradición, el mantenimiento de las variedades antiguas y su conservación para futuras generaciones, y comparten el germoplasma con la familia, amigos y vecinos. Estos agricultores son considerados para trabajos cooperativos con INIAP

4.4 Metodología para inventarios de agrobiodiversidad

El primer paso para formular una estrategia de conservación en una región es estudiar la agrobiodiversidad presente. Los inventarios son una recopilación completa y detallada de todos los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura de una zona determinada. Para generar estos inventarios es necesario usar SIG, información del banco de germoplasma. Otras fuentes de información son herbarios, jardines botánicos y centros de datos para la conservación (Baena *et al.* 2003). Los puntos calientes de agrobiodiversidad se identifican mediante métodos de SIG y permiten seleccionar las comunidades con las que se va a trabajar dentro de las provincias. La selección puede tener varios niveles: provincial, cantonal, parroquial y comunitario.

Un modelo de inventario de agrobiodiversidad ha sido publicado en Minga *et al.* (2010). El DENAREF maneja inventarios con modificaciones a los de la mencionada publicación (Anexo 3).

4.5 Metodología para centros de bioconocimiento y desarrollo agrario, CBDA

Los CBDA son escenarios de conservación de la agrobiodiversidad que permiten la realización de múltiples acciones tales como: restitución de material del banco de germoplasma, producción de semilla, realización de días de campo, giras de observación, investigación participativa, capacitación, validación y transferencia de tecnologías.

El objetivo general es investigar, conservar y multiplicar las especies agrícolas locales, y capacitar, de forma participativa, en temas de conservación de la agrobiodiversidad para mitigar el cambio climático y valorar los derechos de los agricultores; de esta forma se busca fortalecer la seguridad y soberanía alimentaria en las áreas de influencia de los CBDA.

Los objetivos específicos son:

- Investigar de forma participativa la agrobiodiversidad de las áreas de influencia del CBDA para ser utilizada de manera sostenible.
- Fortalecer el manejo y conservación de la agrobiodiversidad para que contribuya a la seguridad alimentaria y promueva la diversificación de las fincas.
- Multiplicar variedades mejoradas y semilla nativa para potenciar el germoplasma y contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria, así como a la mitigación del cambio climático.
- Capacitar y sensibilizar a los agricultores y la sociedad en general sobre la conservación, manejo y uso sostenible de la agrobiodiversidad.

La metodología para el establecimiento de los CBDA puede ser consultada en Paredes *et al.* (2014).



VII

GLOSARIO DE TÉRMINOS

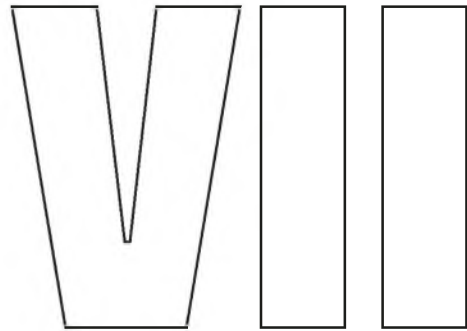


FOTO 7

Feria de semillas en Paltas, provincia de Loja.

Accesión: muestra distinta de germoplasma que se mantiene en un banco de germoplasma para conservación y uso (Painting *et al.* 1993).

Agrobiodiversidad: es una rama del estudio de la biodiversidad que se refiere específicamente a la variedad de plantas cultivadas, animales, organismos presentes en el suelo, polinizadores y enfermedades involucrados en sistemas agrícolas (Jarvis *et al.* 2011).

Banco de germoplasma: centro de recursos genéticos donde se conserva germoplasma en una o más colecciones (Painting *et al.* 1993).

Conservación *ex situ*: conservación de los componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales (NU 1992).

Conservación *in situ*: se entiende como la conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales, y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales; en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas (NU 1992).

Descriptor: rasgo, característica o atributo identificable y medible observado en una accesión que se utiliza para facilitar la clasificación, el almacenamiento, la recuperación y el uso de datos (FAO 2014).

Germoplasma: material genético responsable de las características de una planta (Painting *et al.* 1993).

Recursos fitogenéticos: material genético de plantas que tiene valor real o potencial. Adaptado de NU (1992)

Semillas intermedias: estas semillas toleran desecación hasta cerca de 10 a 12% de contenido de humedad, pero a menores niveles reduce su viabilidad. En contraste a las semillas ortodoxas, pierden viabilidad más rápidamente a 0 °C que a temperaturas entre 12 y 21 °C (Hong y Ellis 1996).

Semillas ortodoxas: semillas que pueden secarse hasta alcanzar un bajo contenido de humedad y almacenarse a bajas temperaturas, sin que sufran daños, para aumentar su longevidad (FAO 2014).

Semillas recalcitrantes: semillas que no son tolerantes a la desecación, que no se secan durante las últimas etapas de desarrollo y que se deshacen en un contenido de agua que varía entre 0,3 y 4 g g⁻¹. La pérdida de agua resulta en una pérdida de vigor y una disminución de la viabilidad rápida, así como a la muerte de las semillas en contenidos de agua relativamente altos (FAO 2014).

VIII

SIGLAS Y ABREVIATURAS

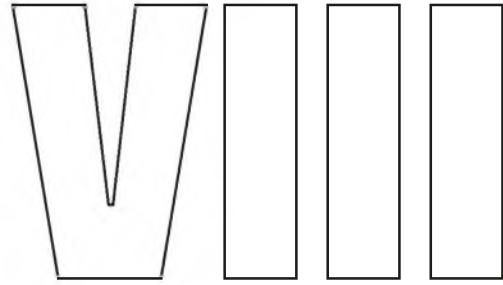


FOTO 8

Diversidad de leguminosas cultivadas en el Ecuador.

BG	Banco de germoplasma
DENAREF	Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos
EECA	Estación Experimental Central de la Amazonía
EESC	Estación Experimental Santa Catalina
EETP	Estación Experimental Tropical Pichilingue
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
GPS	Global Positioning System
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería.
SIG:	Sistema de información geográfica

IX

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

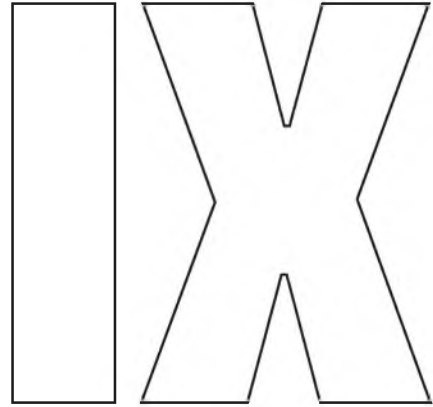


FOTO 9

Variabilidad genética de Oca en Guamote, provincia de Chimborazo.

- Baena, M.; Jaramillo, S.; Montoya, J.E. 2003. Material de apoyo a la capacitación en conservación *in situ* de la diversidad vegetal en áreas protegidas y en fincas. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. 130 p.
- Barrera, V.; Tapia, C.; Monteros, A. (eds). Raíces y tubérculos andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). No. 4 Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Quito, Ecuador – Lima, Perú. 176 p.
- Berretta, A.; Rivas, M. 2001. Estrategia en recursos fitogenéticos para países del Cono Sur. Instituto Interamericano para la Cooperación para la Agricultura IICA. PROCISUR, Montevideo. 154p.
- Bioversity International. 2007. Developing crop descriptor lists. Guidelines for developers. Technila. 71 p.
- Bioversity International. Consultado 21 marzo 2016. Disponible en: (<http://www.bioversityinternational.org/e-library/publications/categories/descriptors/>).
- Brown, A.H.D. 1995. The core collection at the crossroads. In: Core Collections of Plant Genetic Resources. Hodgkin, T.; Brown, A.H.D.; Van Hintum, Th.J.L.; Morales, E.A.V. (eds.). John Wiley & Sons, Chichester, UK, pp. 3-19.
- Castillo, R. 1989. Proyecto de creación del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, DENAREF. 24 p.
- Chávez-Servía, J.L.; Tuxill J.; Jarvis D.I. (eds). 2004. Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. 255 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1991. Cultivo de tejidos en la agricultura: Fundamentos y aplicaciones. Roca, W. y Mroginski, L. (eds.), Cali, Colombia. p. xii. 970.
- CIP (Centro Internacional de la Papa). 1997. Capacitación en manejo de plántulas *in vitro*. Manual de cultivo de tejidos. Centro Internacional de la Papa. Laboratorio de cultivo de tejidos. Departamento de Recursos Genéticos. 44 p.
- Código internacional de conducta para la recolección y transferencia de germoplasma vegetal de la FAO. Consultado el 20 de febrero 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/nr/cgrfa/cgrfa-global/cgrfa-codes/es/>.
- Crisci, V.; López, M. 2002. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. UNLP. CONICET. 102 p.
- De Vicente, M.C.; Metz, T.; Alercia, A. 2004. Descriptors for genetic markers technologies. Rome. IPGRI. 24 p.
- Dullo M.E.; Hanson, J.; Thormann, I. 2008. Guías para la regeneración de germoplasma: lineamientos generales y principios orientadores. En: Dullo, M.E.; Hanson, J. (eds.). Crop specific regeneration guidelines (CD-ROM). CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP), Rome. 7 p.
- Engels, J.M.; Visser, B. (eds.). 2003. A guide to effective management of germplasm collections. IPGRI. Handbook for genebanks. No. 6. IPGRI, Rome. 172 p.
- Engels, J.M.M.; Ramanatha, R. (eds.). 1998. Regeneration of Seed Crops and their Wild Relatives. Proceedings of a Consultation Meeting, 4–7 December 1995, ICRISAT, Hyderabad, India. International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 167 p.
- Esquinas-Alcazar. 2005. Hambre y globalización. Situación actual y cooperación internacional. Documento de análisis. 18 Oct. 2005. 7p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1994. Normas para bancos de genes. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. IBPGR. Engels, J. y Tao. K. (eds.), Roma. 15 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1996. Plan de Acción Mundial para la Conservación y Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. 64 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2014. Genebank standards for plant genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 165 p.

- FAO-BIOVERSITY. 2015. Multicrop Passport descriptors. V.2.1. December 2015. S.n.p.
- Franco, T. L.; Hidalgo, R. (eds.). 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
- Gold, K.; León-Lobos, P.; M. Way. 2004. Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. Boletín INIA N° 110, 62 p.
- Gower, J.C. 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics* 27: 857-874.
- GRIN GLOBAL. 2016. Consultado 30 enero 2016. Disponible en: http://www.ars-grin.gov/npgs/gringlobal/docs/3rd_tsg_mtg_retrospective_2010_sep30_gardner.pdf
- Guarino, L.; Ramanatha Rao, V.; Reid, R. 1995. Collecting plant genetic diversity. Technical Guidelines. IPGRI. FAO. UNEP. IUCN. CAB International. 727 p.
- Hidalgo, R. 2003. Variabilidad Genética y Caracterización de Especies Vegetales. En Franco, T. L.; Hidalgo, R. (eds.). 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. pp. 2- 26.
- Hong, T.D.; Ellis R.H. 1996. A protocol to determine seed storage behaviour. IPGRI. Technical Bulletin No.1. Engels, J.M.M.; Toll, J. (eds.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 62 p.
- IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources). 1985a. Handbook of seed technology for genebanks. Compendium of specific germination information and test recommendation. Vol II. Ellis, R.; Hong, T.; Roberts, E. (eds.). 667p.
- IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources). 1985b. Handbook of seed technology for genebanks. Principles and methodologies. Vol I. Ellis, R.; Hong, T.; Roberts, E. (eds.). 225 p.
- Jaramillo, S.; Baena, M. 2000. Material de apoyo a la capacitación en conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. 210 p.
- Jarvis, D.I.; Padoch, C.; Cooper, H.D. 2011. La biodiversidad, la agricultura y los servicios ambientales. En: Manejo de la biodiversidad en los sistemas agrícolas. Jarvis, D.I.; Padoch, C. and Cooper, H.D. (Editores). Bioversity International. P. Roma. Pp. 1-13
- Liu, K.; Muse, S. 2005. Power Marker: Integrated analysis environment for genetic marker data. *Bioinformatics*, 21(9), 2120-2130.
- Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Research*, 27: 209-220.
- Mesa, M. 2001. Desarrollo de técnicas de propagación *in vitro* de vld (*Vitis vinifera* L.). Taller de licenciatura. Ing. Agr. Quillota, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 60 p.
- Minga, N.; Salazar, M.; Rivadeneira, J. 2010. Lo que debemos saber para inventariar la agrobiodiversidad. Coordinadora Ecuatoriana de Agroecología CEA. Cartilla recuperando la agrobiodiversidad. Quito. 52p.
- Monteros-Altamirano, A. 2011. Potato landraces: description and dynamics in three areas of Ecuador. PhD. Thesis. Wageningen University. 160 p.
- Monteros-Altamirano, A.; Buitrón-Bustamante, J.; Orbe-Vergara, K.; Cuesta-Subía, X. 2017. Ecuadorian potato landraces: traditional names and genetic identity. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 40 (4): 481-489.
- Morillo E.; Miño, G. 2011. Marcadores Moleculares en Biotecnología Agrícola: Manual de procedimientos y técnicas en INIAP. Manual No. 91 Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina, Quito. 121 p.
- Murashigue, T.; Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*. Vol. 15. pp. 473-497.
- Nieto, C.; Rea, J.; Castillo, R.; Peralta, E. 1984. Guía para el manejo y preservación de los recursos fitogenéticos. Publicación Miscelánea No. 47. Estación Experimental Santa Catalina. Enero 1984. 43 p.
- NU (Naciones Unidas). 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 32 p.

- Painting, K.; Perry, M.; Denning, R.; Ayad, W. 1993. Guía para la documentación de recursos fitogenéticos. IBPGR. International Board on Plant Genetic Resources, Rome. 310 p.
- Paredes, N.; Tapia, C.; Monteros, A.; Tacán, M.; Naranjo, E.; Lima, L.; Peña, G.; Andrade, R.; Cáceres, A.; Borja, E. 2014. Centro de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario (CBDA). Publicación Miscelánea No. 417. INIAP. MAGAP .s.n.p.
- Prain, G.; Gin, Mok, I.; Sawor, T.; Chadikun, P.; Atmodjo, E.; Relwaty, E. 1995. Interdisciplinary collecting of *Ipomoea batatas* germplasm and associated indigenous knowledge in Irian Jaya. En: Guarino, L.; Ramanatha Rao, V.; Reid, R. Collecting plant genetic diversity. Technical Guidelines. IPGRI. FAO. UNEP. IUCN. CAB International. 727 p.
- Rao, N. K.; Hanson, J.; Dullo, M.E.; 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. 165 p.
- RHS (Royal Horticultural Society). 2007. RHS Colour Chart. Fifth edition. Published by The Royal Horticultural Society, Londres. S.n.p.
- Rojas, W. 2002. Recolección de germoplasma de cañahua y quinua. En: Informe Técnico Anual 2001 - 2002. Año 1. Proyecto "Elevar la contribución que hacen las especies olvidadas y subutilizadas a la seguridad alimentaria y a los ingresos de la población rural de escasos recursos". IPGRI - IFAD, Fundación PROINPA, La Paz. 13 p.
- Sackville-Hamilton, N.R.; Chorlton, K.H. 1997. Regeneration of accessions in seed collections: a decision guide. Handbook for genebanks. No.5. International Plant Genetic Resources Institute, Roma. 75 p.
- Sevilla, R.; Holle, M. 2004. Recursos Genéticos Vegetales. Lima. 113 p.
- Spooner, D.; Van Treuren, R.; De Vicente, C. 2005. Molecular markers for genebank management. IPGRI. Technical bulletin No. 10. Roma. 126 p.
- Tapia, C. 1998. Caracterización morfológica y molecular de la diversidad genética de la colección de *Pachyrhizus tuberosus* (Lam) Spreng. del CATIE (Tesis de maestría). Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza, Costa Rica. 157 p.
- Tapia, C.; Carrera, H. 2011. Promoción de los cultivos andinos para el desarrollo rural en Cotacachi - Ecuador. 198 p.
- Tapia, C.; Bravo, A.; Larrea, C. 2015. Áreas de agro-biodiversidad fenotípica entre variedades de un conjunto seleccionado de cultivos nativos estratégicos para la seguridad alimentaria. En: Larrea, C.; Cuesta, F.; López, A.; Greene, N.; Iturralde, P.; Maldonado G. 2015. Propuesta de indicadores nacionales para biodiversidad: una contribución para el sistema nacional de monitoreo del patrimonio natural y para la evaluación del impacto de la implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción 2015-2020. MAE, CONDESAN, GIZ, PNUD-FMAM, UASB, Quito-Ecuador. pp. 145-147.
- The International Union for the Protection of New Varieties of Plants UPOV. Consultado el 15 de marzo de 2016. Disponible en: http://www.upov.int/test_guidelines/en/list.jsp
- Upadhyay, M.P.; Shrestha, P.K.; Sthapit, B.R. (s.f). Community Biodiversity Register: Consolidating community role in management of agricultural biodiversity. On-farm management of agricultural biodiversity in Nepal. Good Practice. 9 p.
- USDA's National Plant Germplasm System (USDA-ARS-NPGS). Consultado el 12 de marzo de 2016. Disponible en: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/croplist.pl>
- Van Zonneveld, M.; Scheldeman, X.; Escribano, P.; Viruel, M.A.; Van Damme, P.; García, W.; Tapia, C.; Romero, J.; Siguéñas, M.; Hormaza, J.I. 2012. Mapping Genetic Diversity of Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) in its Putative Centre of Origin: Application of Spatial Analysis to Improve Conservation and Use of Plant Genetic Resources. Plos ONE 7: 1-14.
- Velásquez, J.; Monteros, A.; Tapia, C. 2008. Semillas: tecnología para producción y conservación. INIAP. Edít. Chiriboga, Quito. 135 p.
- Wilcox, A.R. 1973. Indices of qualitative variation and polltical measurement. The Western Political Quarterly 26:325-343.
- Zeven, A.C.; De Wet, J.M.J. 1982. Dictionary of cultivated plants and their regions of diversity. Excluding most ornamentals, forest tress and lower plants. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen. 257 p.

X

ANEXOS

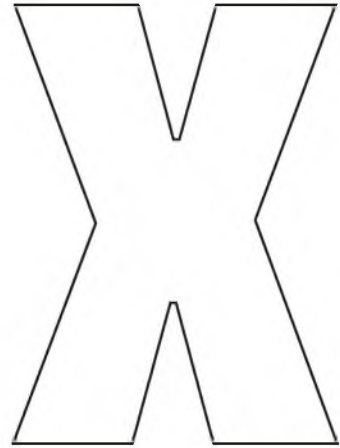



FOTO 10

Cultivo de papa en la provincia de Chimborazo.

Anexo 1. Formato de colecta de germoplasma INIAP-Departamento de Recursos Fitogenéticos (DENAREF)



FORMATO DE COLECTA DE GERMOPLASMA
INIAP DEPARTAMENTO DE RECURSOS FITOGENÉTICOS (DENAREF)

ACCESIÓN No

INSTITUTO COLECTOR: **COLECTOR (ES):** **FECHA:** d...../m...../a.....

GÉNERO: **ESPECIE:** **SSP:**

NOMBRE LOCAL: **GRUPO ÉTNICO:** **IDIOMA:**

PAÍS: **PROVINCIA:** **CANTÓN:** **PARROQUIA:**

LOCALIDAD: **NOMBRE DEL PREDIO:** **PROPIETARIO:**

LOCALIZACIÓN DEL SITIO (km) Norte/Sur: **DESDE:** **HASTA:**

LATITUD: **N/S** **LONGITUD:** **E/W** **ALTITUD:** **m s. n. m.**

ESTADO DE GERMOPLASMA:

0) se desconoce 1) silvestre 2) maleza 3) material de mejoramiento 4) cultivar nativo
5) cultivar mejorado 6) material del agricultor 7) variedades obsoletas 8) otros.....

FUENTE DE COLECCIÓN:

1) Habilidad silvestre	2) Campo cultivado	3) Mercado	4) Instituto de investigación	5) Otro.....
1.1 bosque/arboleda	2.1 finca	3.1 ciudad	4.1 línea de mejoramiento	
1.2 matorral	2.2 huerto	3.2 pueblo	4.2 material avanzado	
1.3 pastizal	2.3 jardín	3.3 otros sistemas de compra		
1.4 desierto/tundra	2.4 barbecho			
	2.5 pastura			

TIPO DE MUESTRA COLECTADA:

1) Semilla 2) Tallo 3) Polen 4) In vitro 5) Otro.....

FRECUENCIA DE MUESTRA:

1) algunos individuos dispersos 2) muy escasos (menos del 1%) 3) escasa (cubre 1-5%)
4) presente (cubre de 5-25%) 5) alta (mayor del 25%)

¿LA POBLACIÓN ESTÁ AISLADA DE OTRAS?: Sí..... NO.....

¿SE ENCUENTRAN PARIENTES CULTIVADOS CERCA? Sí..... NO.....

NÚMERO DE PLANTAS MUESTREADAS:..... en..... m²

ESTADO FENOLÓGICO DE LA POBLACIÓN:

1) vegetativo 2) floración 3) con semillas maduras

USO DEL MATERIAL:

1) alimento (procesamiento) 2) fruto 3) medicinal 4) bebida 5) fibra
6) artesanal 7) forraje 8) construcción 9) ornamental/cultural 10) otro.....

PARTE DE LA PLANTA UTILIZADA:

1) tallo 2) rama 3) hoja 4) corteza 5) rizoma 6) flor/ inflorescencia
7) fruto 8) semilla 9) raíz 10) tubérculo 11) otro.....

¿FOTOGRAFÍA?: Sí..... NO.....

¿ES EJEMPLAR DE HERBARIO?: Sí..... NO.....

MÉTODO DE MUESTREO: Randomizado.....Selectivo.....

TOPOGRAFÍA:

1) plano (0-0,5 %) 2) casi plano (0,6-2,9 %) 3) poco ondulado (3-5 %) 4) ondulado (6-0,95 %)
5) quebrado (11-15,9 %) 6) colinado (16-30 %) 7) fuertemente escarpado (mayor a 30 %)
8) montañoso (mayor a 30 %) 9) otro.....

FISIOGRAFÍA DEL TERRENO:

1) planicie 2) cuenca 3) valle 4) meseta 5) ladera 6) colina 7) montaña 8) otro.....

VEGETACIÓN A LOS ALREDEDORES:

1) potreros 2) arbustos 3) bosque nativo 4) arboleda 5) otro.....

FORMA GEOGRÁFICA (MICROCLIMÁTICA):

1) planicie 2) cuenca 3) valle 4) meseta 5) ladera 6) margen/bosque
7) bosque quemado 8) pradera quemada 9) banco de arena 10) orilla (río/mar)
11) estero 12) urbano/periurbano 13) borde de camino 14) otro.....

FORMA DE LA PENDIENTE:

1) receta () 2) cóncava () 3) convexa () 4) terraza da () 5) compleja ()

ASPECTO PENDIENTE (ORIENTACIÓN):

Norte..... Sur..... Este..... Oeste.....

DRENAJE DE SUELO:

1) pobre 2) moderado 3) bueno 4) excesivo

COLOR DEL SUELO:

1) blanco 2) rojo 3) rojizo 4) rojo amarillento 5) pardo
 6) parduzco 7) pardo rojizo 8) pardo amarillento 9) amarillo 10) amarillo rojizo
 11) verdoso, verde 12) gris 13) grisáceo 14) azul 15) negro azulado 16) negro

TEXTURA DEL SUELO:

1) arenoso 2) franco 3) arcilloso 4) orgánico 5) otro.....

PEDREGOSIDAD:

1) ausente 2) baja 3) media 4) otro.....

EROSIÓN DEL SUELO:

1) baja 2) intermedia 3) alta 4) terraza

CLIMA (DESCRIPCIÓN):

Temperatura..... Humedad.....

LUZ:

1) sombreado 2) soleado

PRÁCTICAS CULTURALES:

1) roza-tumba-quema 2) irrigado 3) trasplante 4) terrazas 5) amarre de cultivo
 6) control de plagas y enfermedades 7) otro.....

PRÁCTICAS DE ASOCIACIÓN ESPECIES SILVESTRES RELACIONADAS:

PLAGAS Y ENFERMEDADES PRESENTES:

OBSERVACIONES:

Fecha de siembra..... Fecha de cosecha

Fecha de floración..... Fecha de fructificación.....

Anexo 2. Géneros, especies y número de accesiones conservadas en el Banco de Germoplasma de INIAP a nivel nacional. 2016.

Estación Experimental Santa Catalina

Cultivos

Género	Especie	Accesiones
<i>Allium</i>	<i>cepa</i>	29
	<i>shoenoprasum</i>	1
<i>Amaranthus</i>	<i>caudatus</i>	56
	<i>cruentus</i>	58
	<i>hybridus</i>	5
	<i>hypocondriacus</i>	57
	sp.	322
<i>Apios</i>	<i>americana</i>	1
<i>Arachis</i>	<i>hypogaea</i>	314
	<i>hypocondriacus</i>	1
	sp.	89
<i>Arracacia</i>	<i>equatorialis</i>	1
	<i>moschata</i>	1
	sp.	1
	<i>xanthorrhiza</i>	205
<i>Avena</i>	<i>sativa</i>	540
	<i>strigosa</i>	4
	sp.	60
<i>Beta</i>	sp.	1
<i>Brassica</i>	<i>campetris</i>	1
	<i>napus</i>	7
	sp.	7
<i>Cajanus</i>	<i>caja</i>	8
<i>Capsicum</i>	<i>annum</i>	195
	<i>baccatum</i>	25
	<i>chinense</i>	10
	<i>flexuosum</i>	2
	<i>frutescens</i>	27

Género	Especie	Accesiones
	<i>lycianthoides</i>	1
	<i>pubescens</i>	37
	<i>rhomboideum</i>	1
	sp.	82
<i>Chenopodium</i>	<i>album</i>	1
	<i>quinoa</i>	673
	<i>ambrosioides</i>	7
	<i>murale</i>	1
	<i>pallidicaule</i>	3
<i>Cicer</i>	<i>arietinum</i>	150
<i>Cucurbita</i>	<i>argyrosperma</i>	21
	<i>ecuadorensis</i>	7
	<i>faprafolia</i>	1
	<i>ficifolia</i>	20
	<i>máxima</i>	6
	<i>moschata</i>	49
	<i>pepo</i>	21
	sp.	39
<i>Cyclanthera</i>	<i>pedata</i>	34
	sp.	1
<i>Dioscorea</i>	<i>bulbifera</i>	13
	sp.	1
		14
<i>Dolichos</i>	<i>lablab</i>	38
<i>Glycine</i>	<i>max</i>	227
	sp.	1
<i>Gossypium</i>	<i>barbadense</i>	5
	<i>hirsutum</i>	6
	sp.	157
<i>Heliantus</i>	<i>annus</i>	122
<i>Heliconia</i>	sp.	1
<i>Hordeum</i>	<i>vulgare</i>	1058
	<i>spontaneum</i>	29
	sp.	541
<i>Ipomoea</i>	<i>alba</i>	1
	<i>asarifolia</i>	4
	<i>batatas</i>	647
	<i>incarnata</i>	3
	<i>pes-caprae</i>	1
	<i>ramosissima</i>	2
	<i>reticulata</i>	1
	<i>rubens</i>	1
	<i>triloba</i>	6
	sp.	104
	<i>aristolochiifolia</i>	3

Género	Especie	Accesiones
<i>Lagenaria</i>	<i>siceraria</i>	2
<i>Lens</i>	<i>culinaris</i>	253
<i>Lepidium</i>	<i>bipinnatifidum</i>	2
	<i>sativum</i>	2
<i>Lupinus</i>	<i>affinis</i>	1
	<i>albicaulis</i>	5
	<i>albus</i>	51
	<i>angustifolius</i>	35
	<i>arboreus</i>	1
	<i>argenteus</i>	2
	<i>atlanticus</i>	2
	<i>caudatus</i>	1
	<i>consentinii</i>	1
	<i>hispanicus</i>	6
	<i>hybridus</i>	11
	<i>leucophyllus</i>	8
	<i>littoralis</i>	1
	<i>luteus</i>	10
	<i>mutabilis</i>	398
	<i>pachylobus</i>	1
	<i>polyphyllus</i>	1
<i>pusillus</i>	1	
<i>sericeus</i>	1	
<i>sp.</i>	13	
<i>Solanum (antes Lycopersicon)</i>	<i>cheemaniae</i>	55
	<i>esculentum</i>	6
	<i>habrochaites (antes hirsutum)</i>	10
	<i>neorickii (antes parviflorum)</i>	3
	<i>peruvianum</i>	1
	<i>pimpinellifolium</i>	10
	<i>sp.</i>	12
<i>Nicotiana</i>	<i>tabacum</i>	1
<i>Oryza</i>	<i>sativa</i>	62
<i>Oxalis</i>	<i>tuberosa</i>	207
<i>Pachyrhizus</i>	<i>ahipa</i>	17
	<i>erosus</i>	13
	<i>furrugineus</i>	1
	<i>panamensis</i>	1
	<i>tuberosus</i>	39
	<i>sp.</i>	1
<i>Passiflora</i>	<i>alata</i>	3
	<i>biflora</i>	1
	<i>cf. mixta</i>	1
	<i>edulis</i>	69
	<i>foetida</i>	3

Género	Especie	Accesiones
	<i>harlingii</i>	1
	<i>ligularis</i>	74
	<i>manicata</i>	5
	<i>mollissima</i>	27
	<i>popenovii</i>	4
	<i>quadrangularis</i>	17
	<i>roseoum</i>	1
	<i>rubra</i>	1
	<i>soiroi</i>	2
	<i>tripartita</i>	48
	<i>vitifolia</i>	1
	sp.	115
<i>Phaseolus</i>	<i>acutifolius</i>	3
	<i>angustifolius</i>	1
	<i>augusti</i>	1
	<i>coccineus</i>	176
	<i>lunatus</i>	193
	<i>polyanthus</i>	7
	<i>rosei</i>	1
	<i>vulgaris</i>	2465
	sp.	286
<i>Physalis</i>	<i>peruviana</i>	58
	sp.	9
<i>Pisum</i>	<i>sativum</i>	251
<i>Sesamum</i>	<i>indicum</i>	193
<i>Sicana</i>	<i>odorifera</i>	3
	sp.	1
<i>Solanum</i>	<i>acaule</i>	10
	<i>albornozii</i>	4
	<i>andreaum</i>	19
	<i>arboreum</i>	1
	<i>berthaultii</i>	2
	<i>boliviense</i>	2
	<i>brachistotrichum</i>	4
	<i>brevidens</i>	1
	<i>bulbocastanum</i>	1
	<i>canasense</i>	1
	<i>cardiophyllum</i>	1
	<i>caripense</i>	2
	<i>pectinatum</i>	3
	<i>chacoense</i>	7
	<i>chiliasense</i>	2
	<i>colombianum</i>	25
	<i>commersonii</i>	1
<i>demissum</i>	23	

Género	Especie	Accesiones
	<i>gourlayi</i>	1
	<i>grandiflorum</i>	1
	<i>hirtum</i>	2
	<i>hjertingii</i>	1
	<i>huancabambense</i>	1
	<i>hybrid</i>	6
	<i>jamesii</i>	1
	<i>juglandifolium</i>	12
	<i>lasiocarpum</i>	1
	<i>medians</i>	1
	<i>megistacrolobum</i>	1
	<i>microdontum</i>	4
	<i>minutifolium</i>	2
	<i>moscopanum</i>	3
	<i>multidissectum</i>	1
	<i>muricatum</i>	7
	<i>nigrum</i>	1
	<i>ochrantum</i>	10
	<i>pampasense</i>	1
	<i>paucijugum</i>	14
	<i>phureja</i>	27
	<i>pinnatisectum</i>	5
	<i>polyadenium</i>	3
	<i>pseudolulo</i>	12
	<i>quitoense</i>	166
	<i>raphanifolium</i>	1
	<i>regularifolium</i>	1
	<i>sanctae-rosae</i>	1
	<i>sessiliflorum</i>	20
	<i>sisymbriifolium</i>	2
	<i>sogaradinum</i>	1
	<i>sp.</i>	421
	<i>stoloniferum</i>	6
	<i>tuberosum</i>	450
	<i>tuquerrense</i>	8
	<i>vernei</i>	3
	<i>vertissimum</i>	2
	<i>andigenum</i>	4
	<i>candicum</i>	97
	<i>capsicoides</i>	2
	<i>cheesmaniae</i>	1
	<i>dulcamara</i>	1
	<i>etuberosum</i>	1
	<i>felinum</i>	2
	<i>galapagense</i>	3

Género	Especie	Accesiones
	<i>hyporhodium</i>	1
	<i>melongena</i>	3
	<i>repandum</i>	1
	<i>robustum</i>	1
	<i>stramonifolium</i>	2
	<i>tequilense</i>	3
	<i>x chaucha</i>	7
<i>Smallanthus</i>	<i>sonchifolius</i>	51
<i>Sorghum</i>	<i>arundinaceum</i>	1
	<i>bicolor</i>	72
	sp.	20
<i>Triticum</i>	<i>vulgare</i>	146
	<i>durum</i>	1
	sp.	767
<i>Tropaeolum</i>	<i>tuberosum</i>	101
	sp.	5
<i>Ullucus</i>	<i>tuberosus</i>	305
<i>Vicia</i>	<i>andicola</i>	1
	<i>benghalensis</i>	1
	<i>faba</i>	294
	<i>sativa</i>	12
	<i>villosa</i>	1
	sp.	4
<i>Vigna</i>	<i>unguiculata</i>	2
	<i>hookeri</i>	2
<i>Zea</i>	<i>mays</i>	2188

Pastos y forrajes

Género	Especie	Accesiones
<i>Agropyron</i>	<i>atenuatum</i>	2
	<i>desertorum</i>	5
	<i>repens</i>	1
	<i>trichophora</i>	1
<i>Agrostis</i>	<i>exigua</i>	1
	<i>hyemalis</i>	1
	<i>semivermiculata</i>	2
<i>Anthoxanthum</i>	<i>odoratum</i>	1
<i>Bouteloua</i>	<i>curtipendula</i>	2
	<i>distichis</i>	1
<i>Bromus</i>	<i>catharticus</i>	2
	<i>inermis</i>	6
	<i>kalmii</i>	1
	<i>lanatus</i>	2

Género	Especie	Accesiones
	<i>runssoriensis</i>	1
	<i>uniolooides</i>	1
	<i>wildenowii</i>	1
<i>Calamagrostis</i>	<i>heterophylla</i>	1
	<i>tarmensis</i>	1
<i>Chamaecytisus</i>	<i>proliferus</i>	1
	<i>palmensis</i>	1
	<i>suproliferus</i>	1
<i>Coronilla</i>	<i>varia</i>	2
<i>Dactylis</i>	<i>glomerata</i>	11
<i>Desmodium</i>	sp.	1
<i>Eleusine</i>	<i>coracana</i>	1
<i>Elytrigia</i>	<i>intermedia</i>	1
<i>Eragrotis</i>	<i>albus</i>	1
	<i>curvula</i>	2
<i>Festuca</i>	<i>arundinacea</i>	8
	<i>dolicofila</i>	1
	<i>humilior</i>	1
	<i>othrophylla</i>	1
	<i>ovina</i>	2
	<i>pratensis</i>	5
	<i>rubra</i>	5
	<i>weberbaueri</i>	1
	sp.	1
<i>Gaultheria</i>	<i>amonea</i>	1
	<i>erecta</i>	3
	<i>glomerata</i>	1
	<i>reticulata</i>	1
	<i>strigosa</i>	1
	<i>tomentosa</i>	1
	sp.	1
<i>Hedysarum</i>	<i>coronarium</i>	1
<i>Holcus</i>	<i>lanatus</i>	2
<i>Lathyrus</i>	<i>annus</i>	1
	<i>cicera</i>	1
	<i>latifolius</i>	1
	<i>pratensis</i>	1
	<i>sphaericus</i>	1
	<i>sylvestris</i>	1
<i>Lolium</i>	<i>italicum</i>	1
	<i>multiflorum</i>	12
	<i>perenne</i>	15
	<i>rigidum</i>	1
	sp.	1

Género	Especie	Accesiones
<i>Lotus</i>	<i>corniculatus</i>	1
<i>Medicago</i>	<i>lupulina</i>	2
	<i>murex</i>	1
	<i>polymorpha</i>	2
	<i>sativa</i>	14
	<i>truncatula</i>	1
<i>Muhlenbergia</i>	<i>angustata</i>	1
<i>Ornithopus</i>	<i>compressus</i>	4
	<i>sativus</i>	1
<i>Paspalum</i>	<i>lividum</i>	1
	<i>pallidum</i>	1
<i>Phalaris</i>	<i>aquatica</i>	7
	<i>arundinacea</i>	5
	<i>minor</i>	5
<i>Phleum</i>	<i>pratense</i>	0
<i>Poa</i>	<i>annua</i>	1
	<i>palustris</i>	1
	<i>pratensis</i>	6
	<i>sp.</i>	2
<i>Polygogon</i>	<i>labioides</i>	1
	<i>interruptus</i>	2
<i>Puccinellia</i>	<i>ciliata</i>	1
<i>Setaria</i>	<i>sphacelata</i>	5
<i>Stipa</i>	<i>plumeris</i>	2
	<i>sp.</i>	1
<i>Trifolium</i>	<i>alexandrinum</i>	5
	<i>cherleri</i>	1
	<i>decorum</i>	4
	<i>hirtum</i>	1
	<i>incarnatum</i>	5
	<i>isthmocarpum</i>	1
	<i>mechelianum</i>	1
	<i>pratense</i>	5
	<i>quartianum</i>	5
	<i>repens</i>	2
	<i>resupinatum</i>	3
	<i>rueppellianum</i>	4
	<i>steudneri</i>	4
	<i>subterraneum</i>	11
	<i>tembense</i>	4
<i>vesiculosum</i>	2	

Forestales

Género	Especie	Accesiones
Acacia	<i>ampliceps</i>	1
	<i>aneura</i>	1
	<i>auriculiformis</i>	1
	<i>dealbata</i>	2
	<i>holosericea</i>	1
	<i>mangium</i>	1
	<i>mearnsii</i>	1
	<i>melanoxylon</i>	1
	<i>murrayana</i>	1
	<i>pendula</i>	1
	<i>pruinocarpa</i>	1
	<i>saligna</i>	1
	<i>sp.</i>	1
<i>Albizia</i>	<i>guachapele</i>	1
<i>Atriplex</i>	<i>amnicola</i>	1
	<i>lentiformis</i>	1
	<i>nummularia</i>	1
	<i>undulata</i>	1
<i>Bombacopsis</i>	<i>quinatum</i>	1
<i>Caesalpinea</i>	<i>Inostachys</i>	1
	<i>spinosa</i>	48
<i>Cassia</i>	<i>sturtii</i>	1
	<i>fistula</i>	1
	<i>siamea</i>	1
<i>Casuarina</i>	<i>obesa</i>	1
<i>Cedrela</i>	<i>odorata</i>	1
	<i>montana</i>	6
<i>Ceratostema</i>	<i>alatum</i>	1
<i>Cordia</i>	<i>alliodora</i>	1
<i>Coriaria</i>	<i>thymifolia</i>	1
<i>Croton</i>	<i>sp.</i>	3
	<i>elegans</i>	2
<i>Derris</i>	<i>elliptica</i>	1
<i>Diphysa</i>	<i>robinoides</i>	1
<i>Enterolonium</i>	<i>cyclocarpum</i>	1
<i>Erythrina</i>	<i>amazonica</i>	1
	<i>berteroana</i>	1
	<i>fusca</i>	1
	<i>poeppigiana</i>	1
	<i>sp.</i>	4

Género	Especie	Accesiones
<i>Eucalyptus</i>	<i>camaldulensis</i>	2
	<i>coccifera</i>	1
	<i>dalrympleana</i>	1
	<i>deglupta</i>	1
	<i>delegatensis</i>	1
	<i>globulus</i>	2
	<i>gunii</i>	2
	<i>johnstonii</i>	1
	<i>nitens</i>	1
	<i>obliqua</i>	1
	<i>ovata</i>	1
	<i>pauciflora</i>	1
	<i>pulchella</i>	1
	<i>rubida</i>	1
	<i>saligna</i>	1
	<i>urnigera</i>	1
<i>viminalis</i>	1	
<i>Ficus</i>	sp.	3
	<i>carica</i>	88
<i>Gleditsia</i>	<i>triacanthos</i>	1
<i>Gliricidia</i>	<i>sepium</i>	1
<i>Gonzalagunia</i>	sp.	1
<i>Guazuma</i>	<i>ulmifolia</i>	1
	sp.	1
<i>Inga</i>	sp.	3
	<i>densiflora</i>	1
	<i>edulis</i>	1
	<i>spectabilis</i>	2
	<i>feuillei</i>	2
<i>Leucaena</i>	<i>diversifolia</i>	1
	<i>leucocephala</i>	3
<i>Mimosa</i>	<i>scabrella</i>	1
<i>Pithecellobium</i>	sp.	1
<i>Pouroma</i>	<i>bicolor</i>	1
	sp.	1
	<i>acuminata</i>	1
<i>Rheedia</i>	<i>magnifolia</i>	1
	<i>acuminata</i>	2
<i>Schizolobium</i>	<i>parahyba</i>	1
<i>Sesbania</i>	<i>sesban</i>	2
<i>Swietenia</i>	<i>macrophylla</i>	1
<i>Ziziphus</i>	sp.	1

Medicinales y aromáticas

Género	Especie	Accesiones
<i>Bidens</i>	<i>humilis</i>	1
	<i>pilosa</i>	1
	<i>bipinnata</i>	1
<i>Cananga</i>	<i>odorata</i>	1
<i>Cinnamomum</i>	<i>zeylanicum</i>	1
	<i>verum</i>	2
<i>Coriandrum</i>	<i>sativum</i>	3
<i>Fevillea</i>	sp.	1
<i>Franseria</i>	<i>artemisioides</i>	1
<i>Foeniculum</i>	<i>vulgare</i>	3
<i>Hibiscus</i>	<i>esculentus</i>	1
<i>Nigella</i>	<i>sativa</i>	1
<i>Ocimum</i>	<i>basilicum</i>	11
<i>Satureja</i>	<i>hortensis</i>	3
	<i>brownei</i>	1
<i>Perezia</i>	<i>multiflora</i>	2

Frutales

Género	Especie	Accesiones
<i>Annona</i>	<i>cherimola</i>	166
	<i>muricata</i>	9
	<i>squamosa</i>	1
	sp.	8
	<i>montana</i>	4
<i>Averrhoa (intermedia)</i>	<i>carambola</i>	2
	<i>bilimbi</i>	1
<i>Bixa (intermedia)</i>	<i>orellana</i>	2
<i>Bomarea</i>	sp.	1
<i>Vasconcellea</i>	<i>candicans</i>	1
	<i>cauliflora</i>	2
	<i>cundinamarcensis</i>	3
	<i>goudoutiana</i>	1
	<i>heilbornii</i>	7
	<i>microcarpa</i>	6
	<i>pubescens</i>	33
	<i>stipulata</i>	31
	<i>weberbaueri</i>	0
sp.	18	
<i>Carica</i>	<i>papaya</i>	28

Género	Especie	Accesiones
<i>Cucumis</i>	<i>sativus</i>	7
	<i>melo</i>	2
<i>Solanum</i>	<i>betaceum</i>	33
	sp.	9
<i>Diospyros</i>	<i>philippensis</i>	1
	<i>blancoi</i>	1
<i>Durio</i>	<i>zibethinus</i>	1
<i>Eriobotrya</i>	<i>japonica</i>	1
<i>Fragaria</i>	<i>vesca</i>	1
	sp.	1
<i>Hylocereus</i>	<i>polyrhizus</i>	2
	<i>undatus</i>	1
<i>Litchi</i>	<i>chinensis</i>	1
<i>Opuntia</i>	sp.	1
<i>Poncirus</i>	<i>trifoliata</i>	1
<i>Pouteria</i>	<i>caimito</i>	2
	sp.	2
<i>Prunus</i>	<i>serotina</i>	388
<i>Psidium</i>	<i>guajaba</i>	13
	<i>friedrichstahlianum</i>	5
	sp.	1
	<i>angulatum</i>	1
	<i>spectabilis</i>	1
<i>Punica</i>	<i>granatum</i>	1
<i>Quararibea</i>	<i>cordata</i>	1
	<i>obliquifolia</i>	1
<i>Rubus</i>	<i>acanthophyllus</i>	1
	<i>adenothallus</i>	2
	<i>bogotensis</i>	2
	<i>coriaceus</i>	4
	<i>ellipticus</i>	2
	<i>glabratus</i>	3
	<i>glaucus</i>	15
	<i>niveus</i>	3
	<i>robustus</i>	4
	<i>roseus</i>	5
	<i>urticaetolius</i>	3
	sp.	35
	<i>adenotrichus</i>	1
<i>Spondias</i>	<i>dulcis</i>	3
<i>Vaccinium</i>	<i>ashei</i>	10
	<i>crenatum</i>	2
	<i>floribundum</i>	23
	sp.	1
<i>Vitex</i>	<i>gigantea</i>	2
<i>Vitis</i>	sp.	1

Ornamentales

Género	Especie	Accesiones
<i>Brugmansia</i>	<i>sanguinea</i>	2
	sp.	2
<i>Cavendishia</i>	<i>bracteata</i>	2
	<i>tarapatama</i>	1
<i>Cissus</i>	<i>scicioides</i>	1
<i>Clavija</i>	sp.	1
<i>Pemettya</i>	sp.	0

Misceláneos

Género	Especie	Accesiones
<i>Bejaria</i>	<i>aestuans</i>	1
	<i>resinosa</i>	1
<i>Bromelia</i>	<i>pínguin</i>	2
<i>Cratylia</i>	<i>argentea</i>	1
<i>Crotalaria</i>	<i>juncea</i>	1
<i>Disterigma</i>	<i>alaternoides</i>	1
	<i>empetrifolium</i>	1
	<i>popenoi</i>	1
	sp.	2
<i>Eurica</i>	<i>sativa</i>	1
<i>Faba</i>	<i>bona</i>	7
<i>Hesperomeles</i>	<i>goudotiana</i>	1
	sp.	1
<i>Leonia</i>	sp.	3
<i>Macleania</i>	<i>rupestris</i>	2
	sp.	2
<i>Melothria</i>	sp.	1
<i>Neonelsonia</i>	<i>acuminata</i>	1
<i>Pentagonia</i>	sp.	1
	<i>glandiflora</i>	1
<i>Pernettya</i>	sp.	1
<i>Podandrogynne</i>	sp.	1
<i>Psammisia</i>	sp.	1
<i>Ribes</i>	sp.	3
	<i>rubrum</i>	1
<i>Tadehagi</i>	<i>triquetrum</i>	1
<i>Xanthium</i>	<i>spinosum</i>	1

Estación Experimental Tropical Pichilingue

Cultivos

Género	Especie	Accesiones
<i>Coffea</i>	sp.	314
<i>Ipomoea</i>	<i>batata</i>	443
<i>Ipomoea</i>	sp.	25
<i>Theobroma</i>	<i>cacao</i>	2689
<i>Zea</i>	<i>mays</i>	2000

Frutales

Género	Especie	Accesiones
<i>Acrocomia</i>	<i>aculeata</i>	1
<i>Alibertia</i>	<i>patinoi</i>	1
<i>Annonacardium</i>	<i>occidentale</i>	3
<i>Annona</i>	spp.	72
<i>Artocarpus</i>	<i>altiiis</i>	2
	<i>heterophyllus</i>	2
	<i>odoratissimus</i>	1
<i>Astrocaryum</i>	<i>vulgare</i>	1
<i>Averrhoa</i>	<i>carambola</i>	4
	<i>pili</i>	1
<i>Baccaurea</i>	<i>dulcis</i>	1
	<i>motleyana</i>	1
<i>Bixa</i>	<i>orellana</i>	114
<i>Chrysophyllum</i>	<i>cainito</i>	1
<i>Citrus</i>	sp.	59
<i>Cocus</i>	<i>nucifera</i>	8
<i>Cola</i>	<i>acuminata</i>	1
<i>Davidsonia</i>	<i>pruriens</i>	1
<i>Diospyros</i>	<i>blancoi</i>	2
<i>Durio</i>	<i>zibethinus</i>	1
<i>Eugenia</i>	sp.	1
	<i>stipitata</i>	5
	<i>uniflora</i>	1
<i>Garcinia</i>	<i>dulcis</i>	2
	<i>humilis</i>	1
	<i>intermedia</i>	1
	<i>mangostana</i>	1
<i>Inga</i>	sp.	15

Género	Especie	Accesiones
<i>Lacmellea</i>	sp.	1
<i>Lansium</i>	<i>domesticum</i>	1
<i>Macadamia</i>	<i>integrifolia</i>	1
<i>Mammea</i>	<i>americana</i>	1
<i>Mangífera</i>	<i>índica</i>	72
<i>Matisia</i>	sp.	1
<i>Morus</i>	<i>alba</i>	1
<i>Musa</i>	sp.	65
<i>Naphelium</i>	sp.	11
<i>Persea</i>	<i>americana</i>	33
<i>Spondias</i>	<i>dulcis</i>	1
<i>Phytelephas</i>	<i>seemannii</i>	1
<i>Plinia</i>	<i>cauliflora</i>	1
<i>Pouteria</i>	<i>campechiana</i>	1
	<i>sapota</i>	1
<i>Psidium</i>	<i>angulatum</i>	3
	<i>guajava</i>	14
<i>Punica</i>	<i>granatum</i>	2
<i>Quararibea</i>	<i>cordata</i>	1
	<i>mestofonii</i>	1
<i>Salacca</i>	<i>zalacca</i>	4
<i>Spondias</i>	<i>cytherea</i>	1
	<i>dulcis</i>	1
<i>Syzygium</i>	<i>malaccense</i>	1
	<i>jambos</i>	1
<i>Tamarindus</i>	<i>indica</i>	4
(Guarupu)		1
(Guayji)		2
(Níspero)		3
(Nuez)		1
(Almendras)		2
(Nicaragua)		1

Misceláneos

Género	Especie	Accesiones
Varías	<i>medicinales</i>	98
Varías	<i>hortícolas</i>	50

Estación Experimental Central de la Amazonía

Cultivos

Género	Especie	Accesiones
<i>Bactris</i>	<i>gasipaes</i>	70
<i>Capsicum</i>	sp.	34
<i>Coffea</i>	<i>canephora</i>	387
<i>Colocasia</i>	<i>sculenta</i>	19
<i>Discorea</i>	<i>bulbifera</i>	12
<i>Ipomoea</i>	<i>batata</i>	10
<i>Manihot</i>	<i>esculenta</i>	200
<i>Mussa</i>	sp.	90
<i>Pachyrhizus</i>	<i>tuberosus</i>	24
<i>Plukenetia</i>	<i>volubilis</i>	6
<i>Psidium</i>	<i>guajaba</i>	1
<i>Solanum</i>	<i>sessiflorum</i>	1
<i>Theobroma</i>	<i>cacao</i>	987

Frutales

Género	Especie	Accesiones
<i>Aiphanes</i>	<i>aculeata</i>	1
<i>Alibertia</i>	<i>edulis</i>	2
<i>Anacardium</i>	<i>occidentale</i>	1
<i>Annona</i>	<i>muricata</i>	4
	<i>montana</i>	4
	<i>comunis</i>	1
	<i>cherimola</i>	1
<i>Artocarpus</i>	<i>adoratissimus</i>	1
	<i>hetephillus</i>	3
	<i>altiiis</i>	2
<i>Averrhoa</i>	<i>carambola</i>	1
	<i>bilimbi</i>	1
<i>Bacaurea</i>	<i>ramiflora</i>	1
	<i>macrocarpa</i>	3
<i>Bartholletia</i>	<i>excelsa</i>	1
<i>Bixa</i>	<i>orellana</i>	3
<i>Borojoa</i>	<i>patinoi</i>	30
<i>Calliandra</i>	<i>tweedii</i>	2
<i>Carica</i>	<i>papaya</i>	1
<i>Caryocar</i>	<i>glabrum</i>	1
	<i>villosum</i>	1
<i>Caryodendron</i>	<i>orinocense</i>	2
<i>Chrysophyllum</i>	<i>venezolens</i>	1
<i>Cinamomun</i>	<i>verum</i>	2

Género	Especie	Accesiones
Citrus	<i>grandis</i>	1
	sp.	8
<i>Electrosilium</i>	<i>coca</i>	1
Eugenia	<i>victoriana</i>	3
	<i>stipitata</i>	7
<i>Euterpe</i>	<i>predatoria</i>	1
<i>Garcilaria</i>	<i>mangostana</i>	1
<i>Gmelia</i>	<i>arborea</i>	1
<i>Grias</i>	<i>neuverti</i>	1
<i>Herrania</i>	sp.	1
<i>Hevea</i>	<i>brasiliensis</i>	1
<i>Hylocereus</i>	<i>polyrhizus</i>	3
<i>Hymenea</i>	<i>oblongifolia</i>	1
Lacmellea	sp.	1
	<i>oblonga</i>	1
<i>Lansium</i>	<i>domesticum</i>	1
<i>Manguifera</i>	sp.	1
<i>Manihot</i>	<i>esculenta</i>	3
<i>Mansoa</i>	<i>alliacea</i>	3
<i>Mauritia</i>	<i>flexuosa</i>	1
<i>Microphellis</i>	<i>venulosa</i>	1
<i>Moldindra</i>	<i>citrifolium</i>	1
<i>Myrciaria</i>	<i>dubia</i>	2
<i>Naphelium</i>	<i>lappceum</i>	3
<i>Parmentiera</i>	<i>cerifera</i>	2
<i>Passiflora</i>	sp.	3
<i>Pentagonia</i>	<i>grandiflora</i>	1
<i>Phyllastachys</i>	sp.	1
<i>Plumeria</i>	<i>rubra</i>	1
<i>Pourouma</i>	<i>acuminata</i>	2
Pouteria	<i>caimito</i>	3
	sp.	1
Psidium	<i>friedrichsthalianum</i>	5
	<i>guajaba</i>	11
<i>Quararibea</i>	<i>obliquifolia</i>	1
<i>Ranvolfia</i>	sp.	1
<i>Rheedia</i>	<i>acuminata</i>	2
<i>Ribes</i>	<i>rubrum</i>	1
<i>Salaca</i>	sp.	2
<i>Sauropus</i>	<i>andugyorus</i>	1
Solanum	<i>hirtum</i>	1
	<i>sessiflorum</i>	1
	sp. (<i>Cyphomandra</i>)	7
Spondias	<i>purpurea</i>	1
	<i>dulces</i>	2
<i>Syaygium</i>	<i>jambas</i>	2
<i>Terminalia</i>	<i>oblonga</i>	1

Género	Especie	Accesiones
<i>Theobroma</i>	<i>subincanum</i>	1
	<i>grandiflorum</i>	3
<i>Uncaria</i>	<i>tomentosa</i>	2
<i>Vanilla</i>	<i>planifolia</i>	2
<i>Zingiber</i>	<i>officinale</i>	2
N.I.		1

Medicinales

Género	Especie	Accesiones
<i>Adenostemma</i>	<i>fosbergii</i>	1
<i>Aerva</i>	<i>sanguinolenta</i>	9
<i>Ageratum</i>	<i>conyzoides</i>	5
<i>Allium</i>	<i>schoenoprasum</i>	1
<i>Aloe</i>	<i>vera</i>	3
<i>Aristolochia</i>	<i>Pilosa</i>	1
<i>Banisteriopsis</i>	<i>caapi</i>	3
<i>Begonia</i>	<i>maculata</i>	1
<i>Blechum</i>	<i>browneii</i>	5
	sp.	1
<i>Brugmansia</i>	<i>sanguinea</i>	1
	sp.	3
<i>Brunfelsia</i>	<i>grandiflora</i>	2
<i>Bryophyllum</i>	<i>pinnatum</i>	7
<i>Chenopodium</i>	<i>ambrosioides</i>	1
<i>Conium</i>	<i>maculatum</i>	1
<i>Costus</i>	<i>spicatus</i>	3
<i>Curcuma</i>	<i>longa</i>	1
<i>Cymbopogon</i>	<i>citratus</i>	5
<i>Cyperus</i>	<i>prolixus</i>	6
<i>Dieffenbachia</i>	<i>bowmannii</i>	1
<i>Dryopteris</i>	<i>filiis-ma</i>	1
<i>Duratea</i>	<i>williamsii</i>	1
<i>Electrosilium</i>	<i>coca</i>	1
<i>Equisetum</i>	<i>arvense</i>	1
<i>Eryngium</i>	<i>foetidum</i>	1
<i>Hesperomeles</i>	<i>goudotiana</i>	1
<i>Ilex</i>	<i>guayusa</i>	1
<i>Justicia</i>	<i>colorata</i>	2
<i>Lantana</i>	<i>rugulosa</i>	1
<i>Lereticia</i>	<i>cordata</i>	1
<i>Lippia</i>	<i>alba</i>	1
<i>Malva</i>	<i>sylvestris</i>	1
<i>Mansoa</i>	<i>alliacea</i>	1
<i>Melissa</i>	<i>officinalis</i>	2

Género	Especie	Accesiones
Mentha	<i>viridis</i>	3
	<i>piperita</i>	1
	<i>sativa</i>	3
	<i>piperita</i>	6
	<i>pulegium</i>	1
<i>Nasturtium</i>	<i>officinale</i>	1
<i>Ocimum</i>	<i>basilicum</i>	5
<i>Origanum</i>	<i>vulgare</i>	1
<i>Pelargonium</i>	<i>hybridum</i>	1
<i>peperonia</i>	sp.	1
<i>Petiveria</i>	<i>alliacea</i>	4
<i>Phyla</i>	<i>strigulosa</i>	1
<i>Phyllanthus</i>	<i>niruri</i>	1
<i>Piper</i>	<i>angustifolium</i>	1
<i>Portulaca</i>	<i>oleracea</i>	2
<i>Potomorphe</i>	<i>peltata</i>	5
<i>Ruta</i>	<i>graveolens</i>	1
<i>Saccharum</i>	<i>officinales</i>	1
<i>Salvia</i>	<i>palifolia</i>	1
<i>Sansevieria</i>	<i>trifasciata</i>	1
<i>Scoparia</i>	<i>dulcis</i>	3
<i>Solanum</i>	<i>dulcamara</i>	1
<i>Tagetes</i>	<i>erecta</i>	2
<i>Tilia</i>	<i>cordata</i>	1
<i>Tradescantia</i>	<i>zanonia</i>	1
<i>Urtica</i>	<i>Cassana</i>	4
<i>Verbena</i>	<i>litoralis</i>	5
<i>Viola</i>	<i>odorata</i>	5
<i>Xanthopsoma</i>	<i>sanguitifolia</i>	2
<i>Zingiber</i>	<i>officinale</i>	5
N.I.		25

Forrajeras

Género	Especie	Accesiones
<i>Arachis</i>	<i>pintoí</i>	1
<i>Brachiaria</i>	<i>decumbens</i>	1
	<i>dictyoneura</i>	1
	<i>ruziziensis</i>	1
	<i>brizantha</i>	1
	<i>humidicola</i>	1
	<i>hibrido</i>	1
<i>Centrosema</i>	<i>pubescens</i>	1
<i>Desmodium</i>	<i>ovalifolium</i>	1
<i>Flemingia</i>	<i>macrophylla</i>	1

<i>Gliricidia</i>	<i>sepium</i>	1
<i>Leucaena</i>	<i>leucocephalla</i>	1
<i>Morus</i>	<i>alba</i>	1
<i>Panicum</i>	<i>máximum</i>	5
<i>Pennisetum</i>	<i>pupureum</i>	6
<i>Saccharum</i>	<i>officinarum</i>	1
<i>Tictonia</i>	<i>diversifolia</i>	1
<i>Trichantera</i>	<i>gigantea</i>	1

Estación Experimental Portoviejo

Cultivos

Género	Especie	Accesiones
<i>Annona</i>	<i>cherimola</i>	1
	<i>muricata</i>	1
	<i>squamosa</i>	1
<i>Arachis</i>	<i>hypogaea</i>	99
<i>Avherroa</i>	<i>carambola</i>	1
<i>Jatropha</i>	<i>curcas</i>	159
<i>Manihot</i>	<i>esculenta</i>	220
<i>Phaseolus</i>	<i>lunatus</i>	5
<i>Ricinus</i>	<i>comunis</i>	148
<i>Theobroma</i>	<i>cacao</i>	13
<i>Vigna</i>	<i>unguiculata</i>	56
<i>Zea</i>	<i>mays</i>	50

Frutales

Género	Especie	Accesiones
<i>Citrus</i>	sp.	28
<i>Cucumis</i>	<i>melo</i>	35
<i>Eugenia</i>	<i>stipitata</i>	15
<i>Fortunella</i>	sp.	1
<i>Mammea</i>	<i>americana</i>	1
<i>Manguífera</i>	<i>indica</i>	6
<i>Myroxylon</i>	<i>balsamum</i>	104
<i>Pouteria</i>	<i>caimito</i>	2
<i>Syzygium</i>	<i>jambos</i>	1
<i>Vitis</i>	<i>vinifera</i>	18

Forestales

Género	Especie	Accesiones
<i>Centrolobium</i>	<i>yavizanum</i>	341
<i>Chlorophora</i>	<i>tinctoria</i>	95

Estación Experimental Litoral Sur

Cultivos

Género	Especie	Accesiones
<i>Glycine</i>	<i>max</i>	227
<i>Sesamum</i>	<i>indicum</i>	47
<i>Arachis</i>	<i>hypogaea</i>	136
<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	136
<i>Oryza</i>	<i>sativa</i>	55

Frutales

Género	Especie	Accesiones
<i>Anacardium</i>	<i>occidentale</i>	5
<i>Annona</i>	sp.	58
<i>Artocarpus</i>	<i>altiiis</i>	1
	<i>heterophyllus</i>	1
<i>Borojoa</i>	<i>patinoi</i>	1
<i>Chrysophyllum</i>	<i>caimito</i>	2
<i>Inga</i>	sp.	4
<i>Mammea</i>	<i>americana</i>	2
<i>Manguifera</i>	<i>indica</i>	65
<i>Naphelium</i>	sp.	1
<i>Persea</i>	<i>americana</i>	10
<i>Pouteria</i>	<i>caimito</i>	2
	<i>sapota</i>	5
<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>	2
<i>Quararibea</i>	<i>cordata</i>	5
<i>Tamarindus</i>	<i>indica</i>	3
<i>Vitex</i>	<i>gigantea</i>	2
(Guayjí)		1
(Níspero)		3

Forestales

Género	Especie	Accesiones
<i>Chlorophora</i>	<i>tinctoria</i>	95
<i>Centrolobium</i>	<i>yavizanum</i>	341
<i>Myroxylon</i>	<i>balsamum</i>	104

Anexo 3. Formato para inventarios de la agrobiodiversidad

INVENTARIOS DE AGROBIODIVERSIDAD

A. Datos generales

Número de encuesta Encuestador Fecha

Nombre Edad Nivel de instrucción

Provincia Cantón Parroquia Comunidad Idioma

Latitud (N/S) Longitud (W) Altitud Grupo étnico

B. Especies y variedades de semillas que existen en la finca

Especie	Nombre de variedades	Destino (¿para qué se utiliza el cultivo?)			Importancia			Observaciones
		Autoconsumo	Mercado	Otros	Principal	Secundario	Olvidado	

C. Caracterización agronómica de las principales variedades

Especie	Variedad	Características agronómicas más importantes		Estado de conservación A: alta aceptación (casi todos lo cultivan)			Observaciones
		Planta	Parte comestible	A	B	C	

D. Especies y razas tradicionales que criaban nuestros padres y abuelos, pero que ya no se encuentran en la zona o tenía en la finca

Especies tradicionales anteriores	Raza o tipo	Característica principal		Usos	Referencia al sitio donde la vio por primera vez	Observaciones
		Tamaño	Color			

E. Especies y razas de animales domésticos tradicionales que se crían actualmente en la zona o tiene en la finca

Especies tradicionales	Raza o tipo	Característica principal		Usos	Estado de conservación A: alta aceptación (casi todos lo cultivan)			Observaciones
		Tamaño	Color		A	B	C	

F. Especies y variedades más importantes para el agricultor

Especies	Variedades	¿Por qué es importante?

G. Especies del bosque que las familias usan y manejan (enumere las principales, no más de 8 especies)

Especies vegetales	Usos	Estado de la conservación			Especies de animales	Usos	Estado de conservación		
		A	B	C			A	B	C

G. Especies del bosque que las familias usan y manejan (enumere las principales, no más de 8 especies)

1. ¿Qué personas de su comunidad tienen mayor diversidad de cultivos en sus fincas?

No.	Nombre	No. celular
1		(M/P)
2		(M/P)

2. ¿Qué personas de su comunidad tienen mayor diversidad de animales en sus fincas?

No.	Nombre	No. celular
1		(M/P)
2		(M/P)

3. ¿Qué personas de su comunidad producen semillas y tienen disponibilidad para la venta o intercambio?

No.	Nombre	No. celular
1		(M/P)
2		(M/P)

4. ¿Cómo guardamos las semillas y cómo lo hacían nuestros padres y abuelos?

Cultivo	Método

I. Identifique las personas que tienen un conocimiento amplio de la agrobiodiversidad según usos y cualidades de las especies, y variedades (no más de cinco personas)

Personas destacadas en área del conocimiento	Nombre del agricultor	Breve descripción del conocimiento
Agricultura (semilla, asociación de cultivos, riego, etcétera).		
Ganadería		
Forestería		
Bosque		
Salud humana		
Construcción		
Artesanías		
Preparación de alimentos		
Manejo de plagas		

J. ¿En qué fiestas o rituales de la comunidad se utilizan productos de la agricultura o animales? (Describa brevemente)

.....

.....

K. ¿Qué está haciendo la comunidad para recuperar y conservar la agrobiodiversidad?

Actividades	¿Con qué instituciones? / ¿Desde cuándo?
Inventarios	
Educación en escuelas	
Ferías de intercambio	
Festivales de comida	
Bancos comunales de semilla	

La presente publicación resume las experiencias del INIAP en el manejo de los recursos fitogenéticos en Ecuador en los últimos 37 años de trabajo complementadas con información actualizada a nivel mundial sobre el tema.

Se presentan los protocolos de manejo para actividades de conservación *ex situ*: colecta, conservación, caracterización y evaluación, regeneración y multiplicación, documentación y, finalmente, protocolos para la conservación en finca (*in situ*).

ISBN: 978-9942-22-262-6

