



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



Componente Práctico de Carácter Complexivo, presentado al H.
Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención
del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Reconocimiento de la importancia y uso de bancos de
germoplasma como fuente de genes para el mejoramiento genético
de especies vegetales”

AUTOR:

Danny Aquiles Alvear Murillo

TUTOR:

Walter Oswaldo Reyes Borja, Ph.D.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2021

RESUMEN

El presente trabajo de componente práctico de examen complejo, trata sobre la temática de la importancia y el uso de los bancos de germoplasma como fuentes de genes para el mejoramiento genético de especies vegetales. Con el objetivo de preservar ciertas especies vegetales a través de estos bancos de germoplasma, siendo necesario conservar su valor y mejorar la utilización de los recursos fitogenéticos. Los bancos de germoplasma son sitios para preservar material biológico, cuyo objetivo es la conservación de la biodiversidad a largo plazo; es decir, material vegetal vivo, reproducible, que trascienda en el tiempo y que sobreviva a eventos destructivos. También son considerados recintos diseñados para evitar que se pierda para siempre la diversidad genética de plantas cultivadas y silvestres. Para llevar a cabo este análisis, se procedió a recolectar información bibliográfica de libros, revistas, periódicos, artículos científicos, páginas web, ponencia, congresos, manuales técnicos y juicio de expertos por medios virtuales. La información alcanzada se plasmó mediante las técnicas de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca la importancia del uso de bancos de germoplasmas para la conservación de las especies vegetales. Al final del trabajo, se obtuvo como resultado que el objetivo de esta actividad es la conservación de la diversidad de las especies y variedades nativas de Ecuador, ya que muchas se están perdiendo por varios factores tales como: el efecto del cambio climático, los cambios en hábitos alimenticios, la destrucción de los ecosistemas naturales, los desastres naturales, la sustitución de variedades nativas por mejorar y las exigencias del mercado, mismas que provocan erosión genética o pérdida de la biodiversidad.

Palabras clave: Banco de germoplasma, genes, material genético, especies vegetales.

SUMMARY

This review is a practical component for a complex examination, deals with the issue of the importance and use of germplasm banks as sources of genes for the genetic improvement of plant species, with the aim of preserving certain plant species through these banks. Germplasm, being necessary to conserve their value and improve the use of plant genetic resources. Germplasm banks are sites for preserving biological material, whose objective is the long-term conservation of biodiversity; that is, living, reproducible plant material that transcends time and survives destructive events. They are also considered enclosures designed to prevent the genetic diversity of cultivated and wild plants from being lost forever. To carry out this analysis, we proceeded to collect bibliographic information from books, magazines, newspapers, scientific articles, web pages, presentations, congresses, technical manuals and expert judgment by virtual means. The information obtained was captured by means of analysis, synthesis and summary techniques, in order for the reader to know the importance of the use of germplasm banks for the conservation of plant species. At the end of the work, it was obtained as a result that the objective of this activity is the conservation of the diversity of the native species and varieties of Ecuador, since many are being lost due to various factors such as: the effect of climate change, changes in eating habits, the destruction of natural ecosystems, natural disasters, the substitution of native varieties for improvement and the demands of the market, which cause genetic erosion or loss of biodiversity.

Keywords: Germplasm bank, genes, genetic material, plant species.

CONTENIDO

RESUMEN	II
SUMMARY	III
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1. Definición del tema caso de estudio	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. General	4
1.4.2. Específicos	5
1.5. Fundamentación teórica	5
1.6. Hipótesis	8
1.7. Metodología de la investigación	8
CAPÍTULO II	9
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	9
2.1. Desarrollo del caso	9
2.2. Situaciones detectadas	9
2.3. Soluciones planteadas	9
2.4. Conclusiones	10
2.5. Recomendaciones	11
III. BIBLIOGRAFÍA	12

INTRODUCCIÓN

El incremento de la producción de los cultivos se puede obtener, ya sea aumentando las áreas de cultivo y mediante la utilización de la biotecnología que ofrece herramientas para entender, conservar y usar los recursos genéticos, estos son fuente de genes para el mejoramiento de los cultivos, dentro y entre especies. El conocimiento de la agrobiodiversidad y el desarrollo agrícola adquieren, con el pasar de los tiempos mayor codependencia ya que, sin una agricultura apropiada los ecosistemas pueden ser transformados drásticamente; sin la biodiversidad, la agricultura no puede prosperar (Roca, S.f.).

Según la FAO, “los bancos de germoplasma desempeñan un papel fundamental en la conservación, la disponibilidad y el uso de una amplia diversidad fitogenética para la mejora de los cultivos y con ello la seguridad alimentaria y nutricional. Sirven de puente entre el pasado y el futuro, asegurando la disponibilidad continua de los recursos fitogenéticos para la investigación, la reproducción y la mejora del suministro de semillas para un sistema agrícola sostenible y resiliente”. (IFAPA, 2020).

Los bancos de germoplasma nacionales y centralizados surgieron cuando las decisiones políticas respondieron a los requerimientos de las industrias nacionales de mejoramiento y a la necesidad de una seguridad alimentaria nacional basada en una producción agrícola viable. Los objetivos de los bancos de germoplasma se deben examinar regularmente y modificarlos en respuesta a los cambios que se presenten en las necesidades de la sociedad, en la utilización del germoplasma, en los grupos de usuarios, en los presupuestos, en los organismos de financiamiento y en la política de los donantes. (Engelmann, F. y Engels, J.M.M. 2007).

Comúnmente, los bancos de germoplasma conservan el material genético en más de una colección o bajo varias condiciones de almacenamiento,

principalmente como garantía en contra de pérdidas y para simplificar prácticas de trabajo. (Painting et al., 1993).

Entre las principales limitaciones que enfrenta un banco de germoplasma en campo están los costos y todos los riesgos naturales de un cultivo, como las plagas, las enfermedades, la sequía, la inundación, los huracanes, etc. (Engelmann y Engels, 2002).

El INIAP a través del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, DENAREF, viene aportando desde más de 35 años a la conservación *ex situ* e *in situ* de los valiosos recursos fitogenéticos del Ecuador. Actualmente es el mayor banco de germoplasma de carácter nacional y conserva alrededor de 28 000 accesiones provenientes de colectas, intercambio y custodia. Aun así, todavía una importante diversidad genética del país debe ser conservada, antes de que los procesos de erosión genética en campo produzcan la desaparición definitiva de materiales únicos. (INIAP, 2016).

Los materiales colectados por el INIAP se encuentran actualmente conservados en las unidades de Recursos Fitogenéticos de la región Costa (E.E. Pichilingue y E.E. Portoviejo) y Amazónica (E.E. Central de la Amazonía), así como en el Banco Base de Germoplasma del INIAP en la Estación Experimental Santa Catalina.

El propósito del presente trabajo con la modalidad de titulación de examen complejo, apunta a conocer el uso de bancos de germoplasma, sean estos de tipo *ex situ*, *in situ* o *in vitro* de especies vegetales, que sirven como fuente de genes para el mejoramiento genético y la importancia que esta tiene para la formación de una variedad, según las diferentes condiciones ambientales que se presenten.

Metodología

La metodología que se aplicará en el siguiente trabajo válido para la modalidad de examen complejo, será de tipo descriptivo con revisiones bibliográficas de

archivos y documentos otorgados por las entidades competentes, información obtenida en páginas web de instituciones; además, también se tomarán en cuenta los trabajos de tesis, artículos científicos indexados, libros y revistas científicas.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento trata de reconocer la importancia y el uso de los bancos de germoplasma como fuentes de genes para el mejoramiento genético de especies vegetales.

Los bancos de germoplasma son sitios para preservar material biológico, cuyo objetivo es la conservación de la biodiversidad a largo plazo; es decir, material vegetal vivo, reproducible, que trascienda en el tiempo y que sobreviva a eventos destructivos. Son recintos diseñados para evitar que se pierda para siempre la diversidad genética (plantas cultivadas y silvestres).

1.2. Planteamiento del problema

La dificultad en diferenciar genotipos sólo en base a caracteres fenotípicos, sin búsqueda de caracterización molecular, conlleva a una subutilización de los recursos fitogenéticos conservados en el banco de germoplasma, así como también de incrementos de los costos de mantención, regeneración, caracterización y documentación del material por presencia de duplicados en los materiales conservados. Los ensayos convencionales que se han realizado poseen un poder estadístico muy bajo, debido al uso de sólo dos o tres repeticiones y utilizan protocolos de clasificación que no presentan exactitud. A veces es necesario repetir los ensayos, medir muchas más variables con mayor exactitud con más repeticiones, lo que demandarán de un alto costo (Engels y Viser 2007).

1.3. Justificación

En los actuales momentos en el mundo, fenómenos como la globalización y el Tratado de Libre Comercio, exigen una mejor competitividad en todos los cultivos, por lo que el mejoramiento genético de plantas debe responder con la obtención de cultivares según las diversas exigencias de los consumidores a nivel local y mundial. De igual manera, se debe jugar un rol importante dentro del contexto de la sostenibilidad de la agricultura y la preservación del medio ambiente. (Camarena F., 2014).

El mismo autor indica que la biotecnología moderna ha combinado genes de especies diferentes con el fin de obtener mayores resultados en la agricultura. A pesar de las resistencias a estas labores, la ciencia deberá seguir buscando los caminos que permitan producir más alimentos con menos recursos, reduciendo los efectos colaterales de una agricultura que requiere producir más alimentos e insumos para otras actividades.

La necesidad imperiosa de aumentar el potencial productivo preservando los recursos naturales, el desarrollo de sistemas de una agricultura sostenible y el logro de altos niveles de producción a largo plazo, requiere de la adecuación de los programas de mejoramiento hacia un cambio en el espectro de ambientes adecuados para cultivar, para el cual se deben considerar los objetivos de los planes de mejoramiento, criterios de selección y las modalidades de evaluación. Todo esto con el fin de desarrollar nuevas variedades con características de alta capacidad de producción, resistencia a enfermedades y plagas, conferidas por grupos de genes menores y la menor sensibilidad frente a condiciones ambientales desfavorables. (Camarena, F, 2014).

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Conocer la importancia de los bancos de genes para el mejoramiento genético de especies vegetales.

1.4.2. Específicos

Describir los bancos de genes, su importancia para la conservación, mejoramiento genético de plantas y la seguridad alimentaria.

Identificar los bancos de germoplasma vegetal más importantes del planeta.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Manejo del banco de germoplasma

La aparición de nuevas tecnologías, como la biotecnología (incluyendo la transformación genética) y la tecnología de la información, unidas ambas a un creciente reconocimiento mundial del valor de la conservación y la utilización de los recursos fitogenéticos, han influido también en el manejo de los bancos de germoplasma (Visser y Nap, 2002).

La amenaza de erosión genética del germoplasma y el valor de su uso potencial fueron los principales motivos de colecta de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Varios países iniciaron también sus propias actividades sistemáticas de recolección para proteger sus recursos genéticos (Pistorius, 1997).

El paradigma es de tipo técnico y se basa en el dominio de la biotecnología y, en particular, del estudio de los genomas, consecuentemente esto abre nuevas rutas al uso de la diversidad biológica. La buena selección de caracteres genéticos basada en el fenotipo y en la evaluación puede complementarse o reemplazarse directamente por la búsqueda de los genes al nivel de la secuencia del ADN e indirectamente por el uso de los marcadores moleculares. Una vez localizados los genes, estos pueden transferirse al germoplasma adaptado mediante los métodos tradicionales del fitomejoramiento o pueden aislarse,

clonarse y ser incorporados más tarde en una planta emisora empleando métodos que favorecen la modificación genética (Visser, 1998; Visser y Nap, 2002).

Cuando se tiene la información sobre las secuencias de los genes y sobre los fenotipos correspondientes y está disponible en una base de datos electrónica, se convierte en algo valioso para los fitomejoradores donde quiera que se presente la relación entre el agente patógeno y la planta hospedante (Karp 2001; Sobral 2001).

1.5.2. Derecho de la propiedad intelectual

Los derechos de los agricultores reconocen la contribución de las comunidades y los agricultores locales e indígenas de todas las regiones del mundo a la conservación y al desarrollo de los recursos fitogenéticos, pero no han evolucionado hasta convertirse en un concepto legal de derechos de propiedad. Los derechos de los agricultores recalcan tanto la importancia de proteger el conocimiento tradicional como el derecho de los agricultores a recibir los debidos beneficios y a participar en la toma de decisiones (Crucible II Group, 2000).

Muchas veces los convenios internacionales se contradicen recíprocamente. Se debe comprender que los convenios internacionales se han negociado, muchas veces, desde diferentes perspectivas y con distintos propósitos, a lo que debe agregarse la complicación causada por la falta de coordinación de las actividades nacionales, provocando una situación tensa a la hora de ejecutar los convenios (Frisvold y Condon, 1998; Petit et al., 2001).

1.5.3 Recursos fitogenéticos

Los recursos genéticos implican que el material llamado “germoplasma”, tiene o puede tener valor económico o utilitario, actual o a futuro, siendo especialmente importante el que contribuye a la seguridad alimentaria (IBPGR2 citado por Jaramillo y Baena, 2000).

Antiguamente, los agricultores han sido vigilantes de los recursos genéticos vegetales, pero hoy en día el germoplasma de las especies cultivadas se preserva cada vez más en bancos genéticos. Los bancos genéticos ofrecen a los fitomejoradores muestras de germoplasma bien preservadas y evaluadas que son de fácil alcance para poder afrontar las diferentes amenazas que pesan sobre la productividad agrícola (Jaramillo y Baena, 2000).

1.5.4 Colecciones de germoplasma

Las colecciones de germoplasma son congregaciones representativas que pueden contener desde decenas hasta miles de muestras de una variación de genotipos en forma de accesiones, que se conservan con un objetivo específico y en las mejores condiciones (Plucknett et al. 1992; Jaramillo y Baena 2000; Puldon 2006).

Frecuentemente, los bancos de germoplasma almacenan el material genético en más de una colección o bajo varias condiciones de almacenamiento, principalmente como garantía en contra de pérdidas y para simplificar prácticas de trabajo (Painting et al., 1993).

1.5.5 Caracterización agromorfológica del germoplasma

La caracterización es la identificación de las accesiones (Abadie y Berretta, 2001). Esta establece una de las actividades rutinarias en proyectos de investigación que involucren el estudio y la valoración de germoplasma. Para el caso del maíz, esta actividad puede servir para diferenciar accesiones de una misma especie, determinar su utilidad, estructura, variabilidad y relaciones entre ellas, además para localizar genes que estimulen su uso en la producción o en el mejoramiento de cultivos (Segovia y Fuenmayor 2000 y Jaramillo y Baena 2000).

Según la FAO (citada por Abadie, 2001), los caracteres de importancia agronómica son los de mayor interés para los mejoradores, ya que muestran los

patrones evolutivos del cultivo, resultantes de la selección impuesta por agricultores y por estreses bióticos y abióticos. Lastimosamente, asimismo caracteres de difícil medición, de herencia compleja que está muy influenciada por el ambiente.

1.6. Hipótesis

Ho= El uso de los bancos de germoplasma no inciden como fuentes de genes para el mejoramiento genético de especies vegetales.

Ha= El uso de los bancos de germoplasma si inciden como fuentes de genes para el mejoramiento genético de especies vegetales.

1.7. Metodología de la investigación

El presente trabajo práctico del componente de Examen Complexivo tuvo como finalidad analizar el reconocer la importancia y el uso de los bancos de germoplasma como fuentes de genes para el mejoramiento genético de especies vegetales, el cual inicio con la recopilación de la información usando el método descriptivo para lo cual se tomó en cuenta los trabajos de investigaciones realizadas, tesis, artículos científicos, bibliografías de libros, revistas científicas, periódicos, páginas web, ponencias, congresos entre otro etc.

El desarrollo de la información se llevó a cabo mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con el propósito de que el leyente conozca sobre la importancia y el uso de los bancos de germoplasma en el mejoramiento genético de especies vegetales.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El propósito de este trabajo fue recoger información sobre la importancia y el uso de los bancos de germoplasma como fuentes de genes para el mejoramiento genético de especies vegetales.

Los bancos de germoplasma nacionales y centralizados surgieron cuando las decisiones políticas respondieron a los requerimientos de las industrias nacionales de mejoramiento y a la necesidad de una seguridad alimentaria nacional basada en una producción agrícola viable, aunque en la actualidad no existe un programa que garantice la socialización para los agricultores sobre la importancia de la preservación de ciertas especies vegetales a través de estos bancos de germoplasmas, es necesario el desarrollo de este tipo de prácticas que nos permitan tener a la mano una información más resumida sobre este tema.

2.2. Situaciones detectadas

Una vez analizada la información recopilada, se puede observar que la aparición de nuevas tecnologías, tales como la biotecnología (incluyendo la transformación genética) y la tecnología de la información, han ayudado a tener un creciente reconocimiento a nivel mundial sobre el valor de la conservación y la utilización de los recursos fitogenéticos, lo que está influyendo también en el manejo de los bancos de germoplasma.

2.3. Soluciones planteadas

Como uno de los planteamientos necesarios sería aumentar el potencial productivo preservando los recursos naturales, el desarrollo de un sistema de una agricultura sostenible y el logro de altos niveles de producción a largo plazo, para lo cual se requiere de la adecuación de los programas de mejoramiento hacia un

cambio en el espectro de ambientes adecuados para cultivar, para el cual se deben considerar los planes de mejoramiento, criterios de selección y las modalidades de evaluación. Todo esto con el fin de desarrollar nuevas variedades con características de alta capacidad de producción, resistencia a enfermedades y plagas concedidas por grupos de genes menores y la menor sensibilidad frente a condiciones ambientales perjudiciales.

2.4. Conclusiones

Por lo antes detallado se concluye:

El reconocimiento sobre la importancia de contar con el uso de los bancos de germoplasma para el mejoramiento genético de las especies vegetales y conservar la agrobiodiversidad pudiendo mantener las especies cultivadas y sus parientes silvestres en el mismo lugar donde se han originado y están evolucionando constantemente. Sin embargo, los procesos de erosión genética latentes en el campo no aseguran su permanencia, lo que hace necesario conservarlas en condiciones *ex situ*.

El objetivo de esta actividad es la conservación de la diversidad de las especies y variedades nativas de Ecuador, ya que muchas se están perdiendo por varios factores tales como: el efecto del cambio climático, los cambios en hábitos alimenticios, la destrucción de los ecosistemas naturales, los desastres naturales, la sustitución de variedades nativas por mejoradas y las exigencias del mercado, mismas que provocan erosión genética o pérdida de la biodiversidad.

El mayor banco de germoplasma de carácter nacional y conserva alrededor de 28 000 accesiones provenientes de colectas, intercambio y custodia. Los materiales colectados por el INIAP se encuentran actualmente conservados en las unidades de Recursos Fitogenéticos de la región Costa (E.E. Pichilingue y E.E. Portoviejo) y Amazónica (E.E. Central de la Amazonía), así como en el Banco Base de Germoplasma del INIAP en la Estación Experimental Santa Catalina.

2.5. Recomendaciones

Por lo anteriormente detallado se recomienda:

Que los centros de investigación y algunas universidades, realizaran trabajos de mejoramiento genético cruzando el germoplasma local con variedades mejoradas y seleccionar a partir de estos cruzamientos nuevas variedades, tanto para la investigación como para la producción de semilla.

Que el gobierno establezca programas de apoyo constantes en las entidades de Investigaciones gubernamentales con el propósito de llevar a cabo investigaciones estratégicas sobre conservación, detección de virus y terapia viral, con el fin de mejorar la eficiencia y la eficacia de sus actividades de conservación y distribución del germoplasma. El objetivo final es tener una colección en conservación para almacenamiento a largo plazo, mientras se mantiene también un duplicado de la colección activa in vitro para distribución, con el fin de mejorar la eficiencia y la eficacia de sus actividades de conservación y distribución del germoplasma.

Los bancos de germoplasma también deberían ser considerados como una herramienta, de tal manera que se conviertan en un desarrollo que permita seguir mejorando la calidad y producción de estas especies vegetales, aumentando y renovando de manera que se convierta en una gran bodega de abastecimiento de semillas de buena calidad para todos los agricultores interesados.

III. BIBLIOGRAFÍA

- Abadie, Berretta. 2001. Caracterización y evaluación de recursos fitogenéticos en: "Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur". PROCISUR, Consultado 18 de septiembre de 2008. Disponible en: http://www.fagro.edu.uy/~fitotecnia/docs/Caracterizacion_y_Evaluacion_de_Recursos_Fitogeneticos.pdf
- Camarena, F.; Chura, F.; y Blas R. 2014. Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. Universidad Nacional Agraria de La Molina (UNALM). Segunda Ed. AGROBANCO. AGROSABER. Lima-Perú. P. 5 – 19
- Crucible II Group. 2000. Sembrando Soluciones. Vol. 1. Alternativas Políticas en Materia de Recursos Genéticos: Actualización de Gente, plantas y patentes. IDRC, Ottawa, Canadá; IPGRI, Roma, Italia; y Dag Hammarskjöld Foundation, Upsala, Suecia. Disponible en http://www.biodiversityinternational.org/Publications/pubfile.asp?ID_PUB=660.
- Engelmann, F. y Engels, J.M.M. 2007. Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. Manuales de Biodiversity para Bancos de Germoplasma N° 6. Biodiversity Internacional Via dei Tre Denari 472/a, 00057 Maccarese, Roma, Italia Pp. 06 – 22
- Engels, J.M.M. y Visser, B. 2000. Strategies and methodologies in genetic diversity conservation. En Encouraging Diversity: Crop development and conservation in plant genetic resources (Almekinders, C. y de Boef, W., eds.). IT Publications, Londres, Reino Unido.
- Engels, J., y Visser, L. 2007. Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. Manuales para bancos de germoplasma. N° 6. Biodiversity international. Roma. Italia.
- FAO. 2004. El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2003-04.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. Consultado 6 de diciembre de 2008. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/y5160s/y5160s00.htm#TopOfPage>

Frisvold, G.B., y Condon, P.T. 1998. The convention on biological diversity and agriculture: Implications and unresolved debates. *World Development* 26:551–570.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). 2020. Banco de germoplasmas: recursos genéticos para la mejora de los cultivos y la seguridad alimentaria. Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/web/noticias>.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias (INIAP) 2016. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, DENAREF. Pp. 01 – 03. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/305847931_

IBPGR, CIMMYT. 1991. Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, México City/International Board for Plant Genetic Resources. Consultado 29 de noviembre de 2008. Disponible en: <http://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversity/publications/pdfs/104.pdf>

Jaramillo S., Baena M. 2000. Material de Apoyo a la Capacitación en Conservación Ex Situ de Recursos Fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Grupo Américas. Consultado 21 de noviembre de 2008. Disponible en: http://www.ipgri.cgiar.org/training/exsitu/web/m_ppal_informacion_documentacion.htm

Karp, A., Kresovich, S., Bhat, K.V., Ayad, W.G. y Hodgkin, T. 1997. Molecular tools in plant genetic resources conservation: A guide to the technologies. IPGRI Technical Bulletin No. 2. IPGRI, Roma, Italia. Disponible en

http://www.biodiversityinternational.org/Publications/pubfile.asp?ID_PUB=138

Painting K. A., Perry M. C., Denning R. A., Ayad W. G. 1993. Guía para la documentación de recursos genéticos. Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos. Roma.

Disponible en: <http://www.fao.org/dcrep/003/x7650S/x7650s00.HTM>

Petit, M., Fowler, C., Collins, W., Correa, C. y Thornstrom, C.-G. 2001. Why governments can't make policy: The case of plant genetic resources in the international arena. CIP, Lima, Perú. 80 p.

Plucknett D., Williams J., Smith N., Anishetty M. 1992 Los bancos genéticos y la alimentación mundial; trad. por CIAT. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 260 p.

Pistorius, R. 1997. Scientists, plants and politics: A history of the plant genetic resources movement. IPGRI, Roma, Italia. 134 p. Disponible en http://www.biodiversityinternational.org/Publications/pubfile.asp?ID_PUB=240

Puldon V. 2006. Documentación, conservación y multiplicación de germoplasma. Instituto de Investigaciones del Arroz. La Habana, Cuba. Consultado 8 de septiembre de 2008. Disponible en: <http://www.agr.unne.edu.ar/.../Cuba.../11DOCUMENTACION,%20CONSERVACION%20Y%20GERMOPLASMA-Padron.pdf>

Roca W. S. f. Biotecnología moderna, plantas transgénicas y agrobiodiversidad: Oportunidades y desafíos. REDPAPA. Disponible en: <http://www.redepapa.org/wroca.pdf>

Segovia V., Fuenmayor F. 2000. Un modelo operativo para la evaluación y caracterización de germoplasma de Maíz (*Zea mays* L.). V Jornadas

Científicas del Maíz. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora. Venezuela. Consultado 8 de septiembre de 2008. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/Congresos/jornadas%20de%20maiz/5%20jornadas/11.htm> Stuber, Hancock. 2008. Sustaining Plant Breeding–National Workshop. Crop Science Society of America, Vol. 48:25–29. WI. USA.

Sobral, B.W.S. 2001. The role of bioinformatics in germplasm conservation and use. Pp. 171–178 en *Managing Plant Genetic Diversity* (Engels, J.M.M., Ramanatha Rao, V., Brown, A.H.D. y Jackson, M.T., eds.). CABI Publishing, Wallingford, Reino Unido.

Visser, B. y Nap, J.P. 2002. Biotechnology and agrobiodiversity, in biological and medical sciences. En: *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Eolss Publishers, Oxford, Reino Unido. [<http://www.eolss.net>

Visser, B. 1998. Effects of biotechnology on biodiversity. *Biotechnology and Development Monitor* 35:2–6.