



PROGRAMA ANALÍTICO DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

1. Datos de identificación:	
• Nombre de la institución y de la dependencia	<i>Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Biológicas</i>
• Nombre de la unidad de aprendizaje	<i>Diseño de Sistemas de Conservación de Germoplasma</i>
• Horas aula-teoría y/o práctica, totales	<i>72</i>
• Horas extra aula totales	<i>18</i>
• Modalidad	<i>Escolarizada</i>
• Tipo de periodo académico	<i>8° Semestre</i>
• Tipo de Unidad de aprendizaje	<i>Optativa III</i>
• Área Curricular	<i>ACFP</i>
• Créditos UANL	<i>3</i>
• Fecha de elaboración	<i>30/01/12</i>
• Fecha de última actualización	<i>12/02/12 12/12/16</i>
• Responsable (s) del diseño:	<i>Dr. Mario Alberto Rocha Peña</i>

2. Presentación:
<p>La diversidad de los seres vivos es inmensa, actualmente se tienen descritas mas de 1'700,000 especies, que incluyen desde los microorganismos hasta los organismos superiores, como plantas y animales. Lo anterior representa la vida acuática y la terrestre, así como las especies de vida silvestre y las domesticadas por el hombre. Cada una de las especies presentes en al mundo juega un papel importante en el equilibrio ecológico de la naturaleza, así como en la vida cotidiana y subsistencia</p>

del hombre mismo. El germoplasma es el material genético que puede perpetuar una especie o población de organismos, por lo que todos los seres vivos son sujetos de conservación de su germoplasma, ya sea para la perpetuación de la especie misma o para la preservación de alguna de sus características intrínsecas de importancia industrial, alimenticia, de salud, etc., para el hombre. El profesional de la Biotecnología Genómica en el desempeño de su carrera profesional siempre estará involucrado con la manipulación de seres vivos, desde microorganismos (bacterias, levaduras, etc.), hasta plantas y animales superiores, por lo que su preparación profesional requiere del conocimiento de cómo conservarlos. El curso hará énfasis en los conocimientos básicos y aplicados de los diferentes enfoques de conservación de germoplasma para que el profesional tenga la capacidad de diseñar sistemas de conservación de acuerdo a la especie que trate. La Unidad de Aprendizaje será centrada en el alumno.

### 3. Propósito(s)

El Diseño de Sistemas de Conservación de Germoplasma Vegetal tiene como propósito conocer el estado del arte de los diferentes sistemas de conservación de germoplasma, particularmente de recursos genéticos vegetales, animales y microbianos. La UA incluye: 1.- Los principios generales de conservación *in situ* (áreas protegidas para la conservación de especies y ecosistemas y, agroecosistemas a nivel de fincas agrícolas y ganaderas) y *ex situ* (conservación de individuos completos y de tejidos y estructuras reproductivas *in vitro*). 2.- La normatividad vigente nacional e internacional que regula la conservación de recursos genéticos. 3.- Las diferentes instituciones nacionales e internacionales de resguardo e intercambio de recursos genéticos. 4.- La descripción y análisis de los métodos de conservación particulares para cada grupo de organismos vegetales, animales y microbianos.

La UA se apoya en los conocimientos previos adquiridos en las UA de Evolución y sistemática, Microbiología general, Biotecnología Agrícola, Biotecnología Pecuaria, Biotecnología industrial y Diagnóstico molecular, así como de UA relacionadas de Ambiente y Sustentabilidad, Anatomía y Fisiología vegetal y animal; cada una de las cuales incluyen los conceptos básicos de la identificación, propagación y uso de microorganismos y organismos superiores, el cultivo y regeneración de tejidos vegetales *in vitro*, así como la importancia que tienen todos los seres vivos para el hombre para la sostenibilidad de ecosistemas.

Los conocimientos adquiridos en la UA de Diseño de sistemas de conservación de germoplasma tienen impacto en la aplicación de estrategias de aprendizaje autónomo mediante el uso racional y análisis de la información disponible sobre el

tema, así como en la alternativa de participar en forma directa en los retos presentes y futuros de conservación de especies vegetales, animales y microbianas de importancia para el hombre. Todos lo anterior, mediante la aplicación y/o desarrollo de sistemas de conservación de recursos genéticos de importancia para el hombre y utilidad para el bienestar de la sociedad.

Un propósito fundamental de la UA es analizar en forma crítica la información disponible sobre temas en sistemas de conservación de germoplasma y clasificar en función de calidad, veracidad, sustento y simulación.

#### 4. Enunciar las competencias del perfil de egreso

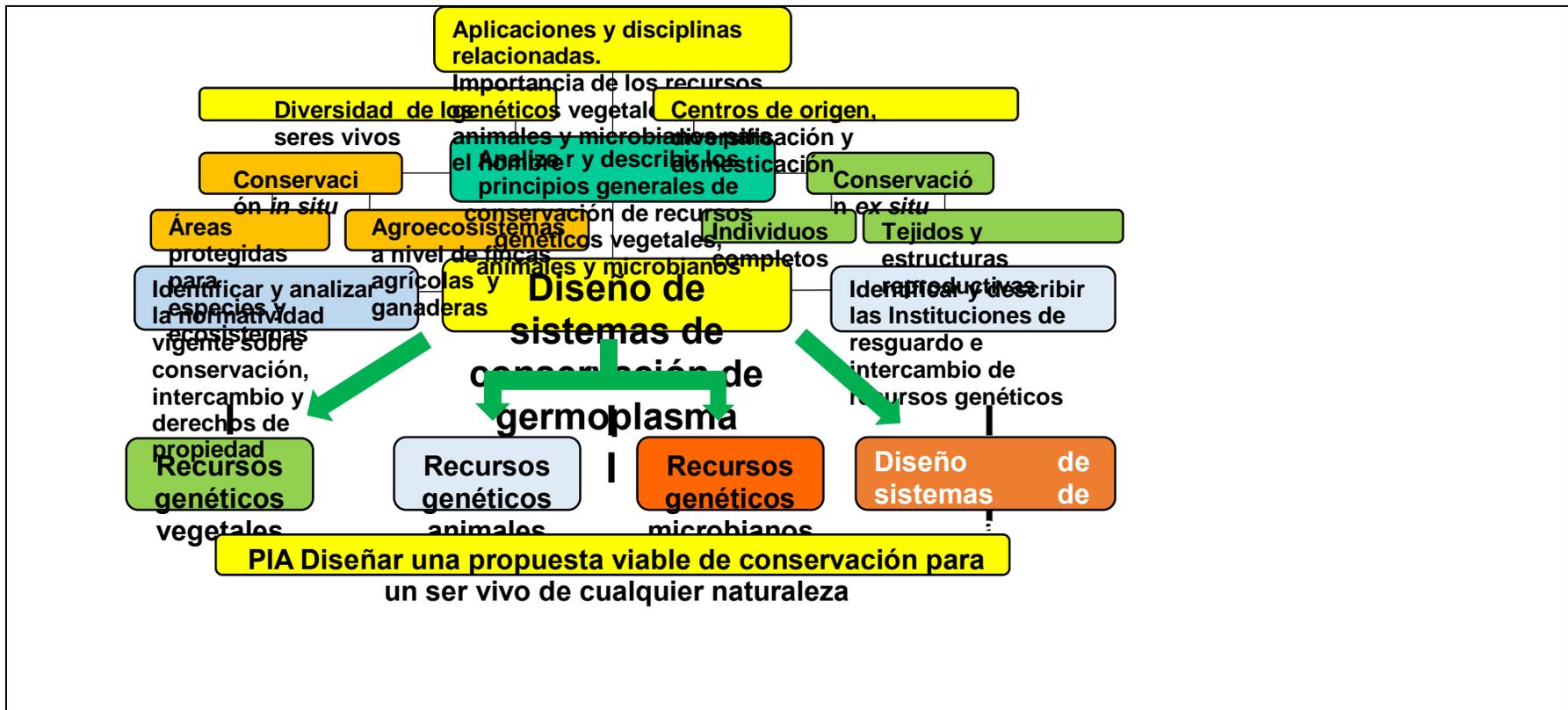
a. Competencias Generales a las que contribuye esta unidad de aprendizaje

- Aplicar estrategias de aprendizaje autónomo en los diferentes niveles y campos del conocimiento que le permitan la toma de decisiones oportunas y pertinentes en los ámbitos personal, académico
- Intervenir frente a los retos de la sociedad contemporánea en lo local y lo global con actitud crítica y compromiso humano académico y profesional para contribuir a consolidar el bienestar general y el desarrollo sustentable.
- Construye propuestas innovadoras basadas en la comprensión holística de la realidad para contribuir a superar los retos del ambiente global interdependiente.

b. Competencias específicas del perfil de egreso a las que contribuye la unidad de aprendizaje

- Desarrollar productos, procesos y servicios biotecnológicos de utilidad en los sectores salud, agrícola, pecuario, industrial y ambiental, a partir de los avances y descubrimientos de las ciencias genómicas, para el bienestar de la sociedad.

#### 5. Representación gráfica:



6. Estructuración en capítulos, etapas, o fases, de la unidad de aprendizaje
- I. Analizar y describir de los conceptos generales de conservación y diseño en particular para recursos genéticos vegetales
  - II. Analizar y describir de los conceptos generales de conservación y diseñar en particular para recursos genéticos vegetales, animales y microbianos.

III. Diseño de sistemas de conservación propuestos para casos particulares				
<p><b>Etapa 1.</b> Analizar y describir de los principios generales de conservación y diseño en particular para recursos genéticos vegetales</p> <p><b>Elementos de competencias.</b> Identificar el área de competencia de la conservación de germoplasma de recursos genéticos vegetales, animales y microbianos; los principios generales de la conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i>; centros de origen, diversificación y domesticación de especies, así como la normatividad vigente internacional y nacional para la conservación, las instituciones de resguardo e intercambio de recursos genéticos vegetales con la finalidad de visualizar una fuente de trabajo.</p>				
Evidencias de aprendizaje (2)	Criterios de desempeño (3)	Actividades de aprendizaje (4)	Contenidos (5)	Recursos (6)
<p>1.- Cuadro sinóptico sobre los sistemas de conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i>.</p> <p>2.- Cada estudiante propondrá la conservación de una especie de ser vivo como trabajo semestral. En el 1er parcial el estudiante indicará la especie de su elección y presentará en forma escrita un resumen de las características generales de la especie elegida y motivo de selección.</p>	<p>El cuadro sinóptico debe contener:</p> <p>Información relevante sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Área de competencia del DSCG</li> <li>- Ciencias relacionadas</li> <li>- Conceptos generales de conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i></li> <li>- Centros de origen, diversificación y domesticación de especies</li> </ul>	<p>Asistencia a clase donde el profesor expone la información relevante</p> <p>Organización de la información, por medio de toma de notas</p> <p>Consulta bibliográfica de los temas tratados</p> <p>Trabajo individual: Síntesis sobre los temas tratados. Se entregará el escrito en letra legible.</p> <p>Análisis grupal sobre los temas tratados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Diversidad vegetal, animal y microbiana</li> <li>b. Principios generales de conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i></li> <li>c. Centros de origen, diversificación y domesticación de especies</li> <li>d. Sistemas de conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> de recursos genéticos vegetales</li> <li>e. Instituciones internacionales de resguardo de recursos genéticos vegetales</li> </ul>	<p>Aula</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyector a pantalla</li> <li>- Equipo de cómputo</li> <li>- Presentación de información sobre el tema</li> <li>- Recursos electrónicos de información</li> </ul> <p>Biblioteca</p>

<p>3.- El estudiante entregará siete tareas y el resumen de 11 lecturas</p> <p>4.- El examen del 1er parcial contendrá preguntas sobre los temas tratados en clase, las lecturas y las tareas</p>	<p>- Sistemas de conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> de recursos genéticos vegetales y su tipificación morfológica y molecular</p> <p>- Lectura y análisis en clase de 11 citas bibliográficas alusivas a la conservación de recursos genéticos vegetales. Entrega de siete tareas de temas tratados en clase</p> <p>- La especie de ser vivo seleccionada para trabajo semestral, deberá contener en el 1er parcial sus características generales, importancia, distribución, centro de origen etc. y motivo de selección para su conservación.</p> <p>El examen del 1er parcial se aplicará el día y hora establecidos por el departamento de escolar y archivo.</p>		<p>f. Revisión de los tratados internacionales y la normatividad relacionados con la conservación de RG vegetales</p> <p>g. Conservación <i>in situ</i> de recursos genéticos vegetales: áreas protegidas para la conservación de especies y ecosistemas; agroecosistemas a nivel de fincas agrícolas</p> <p>h. Conservación <i>ex situ</i> de recursos genéticos animales: Individuos completos en confinamiento a nivel de campo y protegido; conservación convencional <i>in vitro</i>: refrigeración y congelamiento de semillas ortodoxas.</p> <p>i. Conservación <i>in vitro</i> de recursos genéticos vegetales con especies propagación vegetativa: crecimiento retardado <i>in vitro</i>.</p> <p>c. Conservación <i>in vitro</i> de recursos genéticos</p>	
---	---	--	---	--

			vegetales: sistemas no convencionales: vitrificación, encapsulamiento, congelamiento, criopreservación y agentes crioprotectores  i. Revisión de las herramientas moleculares para la tipificación de recursos genéticos vegetales	
--	--	--	--	--

**Etapa 2:**i) Analizar y describir los principios generales de conservación de recursos genéticos animales y microbianos

**Elementos de competencias.**

Identificar el área de competencia de la conservación de germoplasma de recursos genéticos animales y microbianos, así como la normatividad vigente internacional y nacional para la conservación, las instituciones internacionales de resguardo e intercambio de recursos genéticos animales y microbianos con la finalidad de visualizar una fuente de trabajo

<b>Evidencias de aprendizaje</b> <b>(2)</b>	<b>Criterios de desempeño</b> <b>(3)</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b> <b>(4)</b>	<b>Contenidos</b> <b>(5)</b>	<b>Recursos</b> <b>(6)</b>
1.- Cuadro sinóptico sobre los sistemas de	El cuadro sinóptico debe contener:	Asistencia a clase donde el profesor expone la información relevante	a. Conservación <i>in vitro</i> de recursos genéticos vegetales con especies propagación vegetativa:	Aula - Proyector a pantalla

<p>conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i>.</p> <p>2.- Cada estudiante propondrá la conservación de una especie de ser vivo como trabajo semestral. En el 2do parcial el estudiante indicará alterantivas metodológicas de conservación de la especie propuesta y su justificación y pertinencia</p> <p>3.- El estudiante entregará seis tareas y el resumen de 23 lecturas</p> <p>4.- El examen del 1er parcial contendrá preguntas sobre</p>	<p>Información relevante sobre: conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> de recursos genéticos animales; conservación de recursos genéticos microbianos <i>in vitro</i>.</p> <p>- Lectura y análisis en clase de 23 citas bibliográficas alusivas a la conservación de recursos genéticos vegetales. Entrega de seis tareas (tres obligatorias y tres de puntos extra) de temas tratados en clase.</p> <p>- Elaborar un apartado con información sobre un ejemplo de tipificación molecular de un recurso genético vegetal, con análisis crítico de su pertinencia.</p> <p>- Elaborar un apartado con información sobre un ejemplo de conservación de recursos genéticos animales, con análisis crítico de su pertinencia.</p> <p>- El examen del 2do parcial se aplicará el día y hr establecidos por el</p>	<p>Organización de la información, por medio de toma de notas</p> <p>Consulta bibliográfica de los temas tratados</p> <p>Actividad grupal de análisis, discusión sobre los temas tratados</p>	<p>crecimiento retardado <i>in vitro</i>.</p> <p>b. Sistemas convencionales de conservación <i>in vitro</i>: congelamiento lento y rápido (ultracongelación) semillas ortodoxas.</p> <p>c. Conservación de recursos genéticos vegetales: sistemas no convencionales: vitrificación, encapsulamiento, congelamiento, criopreservación y agentes crioprotectores</p> <p>d. Revisión de las herramientas moleculares para la tipificación de recursos genéticos vegetales</p> <p>e. Diversidad, animal y</p> <p>f. Conservación <i>in situ</i> de recursos genéticos animales: Áreas protegidas para la conservación de especies y ecosistemas; agroecosistemas a nivel de fincas ganaderas</p> <p>g. Conservación <i>ex situ</i> de recursos genéticos animales: individuos</p>	<p>- Equipo de cómputo</p> <p>- Presentación de información sobre el tema</p> <p>- Recursos electrónicos de información</p> <p>Biblioteca</p>
---	---	---	---	---

los temas tratados en clase, las lecturas y las tareas	departamento de escolar y archivo.		<p>completos en confinamiento a nivel de campo y protegido; conservación <i>in vitro</i> de embriones, espermatozoides y oocitos</p> <p>h. Diversidad microbiana</p> <p>i. Conservación <i>in vitro</i> de recursos genéticos microbianos: soportes, liofilización, congelamiento, criopreservación y agentes crioprotectores</p> <p>j. Revisión del Tratado de Budapest sobre conservación de recursos genéticos microbianos</p>	
--	------------------------------------	--	---	--

<b>Etapa 3:</b> Diseño de sistemas de conservación: propuestas de casos particulares				
<b>(1) Elementos de competencias.</b> Trabajo final de conservación integral de la especie seleccionada de un ser vivo con viabilidad y pertinencia				
<b>Evidencias de aprendizaje</b>	<b>Criterios de desempeño</b> <b>(3)</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b> <b>(4)</b>	<b>Contenidos</b> <b>(5)</b>	<b>Recursos</b> <b>(6)</b>

(2)				
<p>1.- Cada estudiante propondrá la conservación de una especie de ser vivo como trabajo semestral. En el 1er parcial el estudiante indicará la especie de su elección y presentará en forma escrita un resumen de las características generales de la especie elegida y motivo de selección.</p> <p>El 3er parcial el estudiante expondrá en forma oral y escrita el trabajo final propuesto de</p>	<p>El cuadro sinóptico debe contener:</p> <p>Información relevante sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instituciones de resguardo de recursos genéticos vegetales, animales y microbianos</li> <li>- Citas bibliográficas</li> </ul> <p>Elaborar un apartado con información acerca de un caso práctico de derechos de propiedad de un recurso genético vegetal, animal o microbiano</p>	<p>Asistencia a clase donde el profesor expone la información relevante</p> <p>Organización de la información, por medio de toma de notas</p> <p>Consulta bibliográfica de los temas tratados</p> <p>Actividad grupal de análisis, discusión sobre los temas tratados</p>		<p>Aula</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyector a pantalla</li> <li>- Equipo de cómputo</li> <li>- Presentación de información sobre el tema</li> <li>- Recursos electrónicos de información</li> </ul> <p>Biblioteca</p>

conservación de un ser vivo				
-----------------------------	--	--	--	--

**7. Evaluación integral de procesos y productos (ponderación / evaluación sumativa).**

**ETAPA 1**

Evidencia 1. Propagación vegetal **2%**

Evidencia 2 Instituciones responsables conservación recursos genéticos vegetales **2%**

Evidencia 3 International treaty **2%**

Evidencia 4 Ley federal de variedades y reglamento de movilización de germoplasma **2%**

Evidencia 5 Dormancia y latencia de semillas**2%**

Evidencia 6 Tabla comparativa protocolos CIMMYT, CIAT, ICRISAT, IRRI, NCGR **4%**

Evidencia 7 Diseño de un sistema de conservación de germoplasma de papa, camote o plátano seleccionar uno (CIP o IITC) **4%**

PPA1 Propuesta de conservación de una especie de ser vivo como trabajo semestral. 1era parte Introducción y Justificación **4%**

Examen fase 1:**8%**

**TOTAL 30 PUNTOS**

**ETAPA 2**

Evidencia 1 Protocolo conservación bancos de células germinales de animales de interés agropecuario **3%**

Evidencia 2 Normatividad relacionada con derechos de propiedad y movimiento de recursos genéticos animales **3%**

Evidencia 3 Tratado de Budapest **2%**

Evidencia 4 Niveles de seguridad de laboratorios **2%**

Evidencia 5 Conservación microorganismos recombinantes **2%**

PPA2 Propuesta de conservación de una especie de ser vivo como trabajo semestral. 2da parte Metodología **8%**

Examen fase 2: **10%**

**TOTAL 30 PUNTOS**

### **ETAPA 3**

Evidencia 1 Seminario referencias bibliográficas trabajo final **10%**

Evidencia 2 Seminario presentación oral trabajo final **10%**

PPA3 Documento escrito trabajo final. 3a parte Resultados esperados y Discusión **10%**

Examen fase 3: **10%**

**TOTAL 40 PUNTOS**

## **8. Fuentes de apoyo y consulta (bibliografía, hemerografía, fuentes electrónicas).**

### **Bibliografía**

#### **Libros**

Day, J.G. and Stacey, G.N. (ed). **2007**. Cryopreservation and Freeze-Drying Protocols. Second Edition. Methods in Molecular Biology. Humana Press Inc. Riverview Drive, Suite 208. Totowa, New Jersey 07512. USA.

Fuccillo, D., Sears, L., and Stapleton, P. (ed). **1997**. Biodiversity in Trust: Conservation and Use of Plant Genetic Resources in CGIAR Centres. Cambridge University Press. United Kingdom.

Hunter-Cevera, J.C. and Belt A. (ed). **1996**. Maintaining Cultures for Biotechnology and Industry. Academic Press. New York.

Oldenbroek, K. (ed). **2007**. Utilisation and conservation of farm animal genetic resources. Wageningen Academic Publishers. The Netherlands.

Poehlman, J.M., y Sleper, D.A. **2005**. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa, S.A: de C.V. México D.F:

Razdan M.K. and Cocking E.C. (ed.). **1997**. Conservation of Plant Genetic Resources *in Vitro*. Volume 1: General Aspects. Science Publishers. USA.

Razdan M.K. and Cocking E.C. (ed.). **1997**. Conservation of Plant Genetic Resources *in Vitro*. Volume 2: Applications and Limitations. Science Publishers. USA.

Reed, B.M. (ed). **2008**. Plant Cryopreservation: A Practical Guide. Springer Science Business Media, LLC, 233 Spring Street, New York, NY 10013, USA.

#### **Literatura miscelánea**

Engels, J.M.M. and Visser, L. (ed). **2003**. A guide to effective management of germplasm collections. IPGRI Handbooks for Genebanks No. 6. IPGRI, Rome, Italy.

ERFP. **2003**. Guidelines for the Constitution of National Cryopreservation Programmes for Farm Animals. Publication No. 1 of the European Regional Focal Point on Animal Genetic Resources. <http://www.zum.lt/agroweb/Tekstai/Guidelinst.pdf>

Karp, A., S. Kresovich, K.V. Bhat, W.G. Ayad and T. Hodgkin. **1997**. Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies. IPGRI Technical Bulletin No. 2. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. <http://www.biodiversityinternational.org/publications/Pdf/138.pdf>

Pilling, D., and Rischkowsky, B. (ed). **2007**. The state of the world's animal genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1250e/a1250e.pdf>

Ruane, J. and Sonnino, A. **2006**. The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0399e/a0399e00.pdf>

Taba, S., van Ginkel, M., Hoisington, D., and Poland, D. **2004**. Wellhausen-Anderson Plant Genetic Resources Center: Operations Manual, 2004. El Batán, Mexico: CIMMYT. <http://www.cimmyt.org/english/docs/manual/genebank/manual.pdf>

#### **Revistas indexadas**

- Arora, D.K., Saikia, R., Dwivedi, R., and Smith, D. **2005**. Current status, strategy and future prospects of microbial resource collections. *Current Science* 89:488-495.
- Babcock, C., Chen, X., Crous, P.W., Dugan, F.M., Goates, B., and Green, P.N. **2007**. Plant Germplasm Centers and Microbial Culture Collections: A User's Guide to Key Genetic Resources for Plant Pathology. *Plant Disease* 91:476 – 484.
- Barbas, J. P., and Mascarenhas, R.D. **2009**. Cryopreservation of domestic animal sperm cells. *CellTissue Bank* 10:49–62.
- Laterniere-Moreno, L., De la Cruz-YupitMoo, E., Tuxill, J., Mendoza-Elos, M., Arias-Reyes, L.M., y Chavez-Servia, J.L. **2005**. Sistema tradicional de almacenamiento de semilla de frijol y calabaza en Yaxcabá, Yucatán. *Revista Fitotecnia Mexicana* 28:47-53.
- Laterniere-Moreno, L., Tuxill, J., YupitMoo, E., M., Arias-Reyes, L., Cristobal-Alejo, L., and Jarvis, D.I. **2006**. Traditional maize storage methods of Mayan farmers in Yucatan, Mexico: implications for seed selection and crop diversity. *Biodiversity and Conservation* 15:1771–1795.
- Pereira, R.M., and Marques, C.C. **2008**. Animal oocyte and embryo cryopreservation. *Cell Tissue Banking* 9:267–277.
- Smith, D. **2003**. Culture collections over the world. *Int Microbiol* 6:95–100.
- Upadhyaya, H.D., Gowda C.L.L. and Sastry, DVSSR. 2008. Plant genetic resources management: collection, characterization, conservation and utilization. *Journal of SAT AgriculturalResearch* 6:1-15.

**Normatividad:**

Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf>

Comisión nacional de áreas naturales de México <http://www.conanp.gob.mx/>

United Nations Environment Programme, World Conservation Monitoring Centre

[http://www.unep-wcmc.org/protected\\_areas/index.html](http://www.unep-wcmc.org/protected_areas/index.html)

International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture

<http://www.planttreaty.org/>

Budapest Treaty On The International Recognition Of The Deposit Of Microorganisms

[http://www.wipo.int/treaties/en/registration/budapest/trtdocs\\_wo002.html](http://www.wipo.int/treaties/en/registration/budapest/trtdocs_wo002.html)

### **Instituciones de conservación, resguardo e intercambio de recursos genéticos**

The Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) <http://www.cgiar.org/>

Internacional Agricultural Research Centers (Consortium of Centers) <http://www.cgiar.org/centers/index.html>

Genebanks & Databases <http://www.cgiar.org/impact/genebanksdatabases.html>

USDA National Plant Germplasm System <http://www.ars-grin.gov/npgs/holdings.html>

USDA National Center for Genetic Resources Preservation <http://www.ars.usda.gov/Main/docs.htm?docid=17925>

Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura <http://www.sinarefi.org.mx/>

Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research Berlin, Germany <http://www.izw-berlin.de/>

American Type Culture Collection (ATCC) <http://www.atcc.org/>

Home Pages of Culture Collections in the World <http://wdcm.nig.ac.jp/hpcc.html>

Culture Collection of Algae and Protozoa <http://www.ccap.ac.uk/index.htm>

Culture Collection of Algae of Charles University <http://botany.natur.cuni.cz/algo/caup-contact.html>

UTEX Collection of Algae <http://www.sbs.utexas.edu/utex/>

CABI Bioscience Genetic Resource Collection <http://www.cabi-bioscience.org>

Fungal Genetic Stock Centre <http://fgsc.net>

