

INFORME FINAL

**“Estudio de Factibilidad para el Establecimiento de Bancos de Germoplasma del
INTA”
CONSULTORÍA CI-01-2009**

**Realizada para el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en el Marco del
programa de Fomento para la Producción sostenible, Contrato Préstamo 1436/OC-
CR MAG-BID**

Consultora: Dra. Helga Rodríguez Rodríguez

Abril del 2010

Resumen Ejecutivo

El presente estudio de factibilidad fue realizado para el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en el marco del Programa de Fomento de la Producción Agropecuaria Sostenible, (PFPAS) contrato préstamo 1436/OC-CR-BID.

El informe final es un informe comprensivo del todo y contiene los productos del estudio que solicitaba los términos de referencia. Una extensiva documentación adicional se presenta en subcarpetas y hacen parte de los documentos que entrega la consultoría para actualizar la información del INTA sobre bancos de germoplasma.

Este informe fue apoyado por una serie de consultas y reuniones conjuntas que se realizaron con los especialistas del INTA; y también por otras consultas externas a Instituciones en Costa Rica como el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), la Oficina Nacional de Semillas (ONS) y el Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola (IICA).

Antecedentes

La crisis alimentaria mundial, abrió la oportunidad al Gobierno de Costa Rica para implementar el Plan Nacional de Alimentos, PNA, 2008. El PNA tiene como uno de sus principales pilares, brindar a los productores insumos y semillas de buena calidad, especialmente en los granos de seguridad alimentaria, como son el arroz, el maíz y los frijoles, sin desatender algunos otros cultivos e incluir la actividad pecuaria. Éste es sólo uno de los componentes del PNA, que tiene un fuerte contenido social, enfocado en asistir a los pequeños y medianos productores y a las poblaciones vulnerables del país.

El 9 de Mayo del 2009, se publicó que el Gobierno destinaría 20 millones de colones para enfrentar el alza en los alimentos, respondiendo a la crisis alimentaria mundial. De los 20 millones, 6,500 millones se están girando para los pequeños y medianos productores mediante asistencia técnica y apoyo a las entidades públicas relacionadas con la política agrícola. Trece millones se están utilizando en un componente social, para reducir la vulnerabilidad de las familias más pobres. El PNA, 2008, pretende alcanzar la meta de producir semillas de arroz, maíz y frijoles para solucionar la deficiencia de estos granos en el mercado y evitar la importación de alimentos de la canasta básica, que desfavorecen la balanza comercial para el país. La acertada decisión del Gobierno de tomar medidas preventivas para asegurar la alimentación de sus habitantes, fue impulsada no sólo por la crisis económica, sino por la tendencia comprobada en la reducción de las cosechas, la baja en los rendimientos agropecuarios y los altos costos de los insumos agrícolas, que han comprometido la actividad agrícola y pecuaria.

El presente estudio de factibilidad para el establecimiento de bancos de germoplasma del INTA, contribuye en gran medida a solucionar los problemas de abastecimiento de semilla animal y vegetal para la producción interna de alimentos de la canasta básica. Además, es una medida preventiva que soluciona la dependencia de semillas importadas. Este estudio se concentró principalmente en lo técnico, para brindar al INTA las mejores

alternativas, para tomar decisiones sobre los puntos que se mencionan a continuación y que corresponden a los productos esperados de los términos de referencia:

- ❖ Las especies animales y vegetales con prioridad a conservar en los bancos de germoplasma, con sus cantidades y calidades, enmarcados dentro del PNA, 2008;
- ❖ las instalaciones faltantes para la conservación de materiales animales y vegetales;
- ❖ los equipos modernos, los reactivos y suministros para mantener los materiales animales y vegetales en excelentes condiciones de calidad, a corto, mediano y a largo plazo es, decir, a “perpetuidad”;
- ❖ los procedimientos óptimos a usar dentro de los laboratorios, incluyendo bioseguridad;
- ❖ los más recientes protocolos de preservación animal y vegetal, incluyendo la criopreservación;
- ❖ la organización de recursos humanos disponibles y faltantes para organizar los bancos de germoplasma animal y vegetal;
- ❖ la implementación del software libre DBGERMO, el cual es un sistema de manejo de información para bancos de germoplasma, amigable con el usuario. El DBGERMO registra accesiones, recolección de datos, caracterización, evaluación, inventario, *monitoreo del material*, poder germinativo, multiplicación, regeneración, y conservación del material genético animal, vegetal y de microorganismos. Con ello se cumplirían dos solicitudes expresas en los términos de referencia sobre la *sistematización de la información de los bancos de germoplasma*, y las propuestas para un *monitoreo del estado del material animal y vegetal*. Este programa acepta datos de campo, cámaras frías, invernadero, *in vitro* y criopreservación animal y vegetal;
- ❖ las mejoras que deberían implementarse en forma ordenada y planificada en las Estaciones Experimentales (laboratorios, cámaras frías, campo) para usar efectiva y eficientemente los recursos humanos y logísticos disponibles.
- ❖ Finalmente, hace un análisis de los costos de inversión y los costos corrientes anuales en que el INTA tendría que incurrir para la conservación de los materiales seleccionados en el Informe Técnico No. 1, bajo las condiciones descritas en el estudio recopilado en el formato del MIDEPLAN. Esto complementado con una

lista de los Organismos Internacionales y Locales para obtener los fondos necesarios, que ayuden a modernizar e instalar los laboratorios que requiere el INTA para cumplir con los objetivos del PNA, 2008. Se presentan ideas para que toda la sociedad participe y tome responsabilidad en el financiamiento de los bancos de germoplasma, ya que es toda la sociedad la que se beneficia en segunda instancia, de las semillas animales y vegetales generadas en las estaciones experimentales. Sin este aporte, seguramente no habrá donaciones que alcancen jamás para mantener el funcionamiento (costos corrientes) de los bancos de germoplasma a perpetuidad.

Estudio de Factibilidad para el Establecimiento de Bancos de Germoplasma del INTA

Marco de Referencia

La presente consultoría se origina de la necesidad dentro del INTA de mejorar y responder al llamado del PNA, 2008 con relación al abastecimiento de semillas de las especies de granos básicos de seguridad alimentaria, raíces y tubérculos y otras especies de importancia para Costa Rica. Consecuentemente, el INTA planteó ante PFPAS una solicitud de consultoría para la realización del presente estudio.

Para comprender mejor los planes del Gobierno, es necesario entender que la seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen en todo momento acceso material y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades y preferencias alimenticias a fin de llevar una vida sana y activa (definición de la Cumbre Mundial de la Alimentación, 1996). Basados en este concepto, es de esperarse que si los países no tienen suficientes alimentos para sus habitantes, los Gobiernos tienen que comprarlos en otros países. Puede ser que los alimentos se consiguen más caros ó que se consiguen más baratos, que a su precio interno. Durante la reciente crisis, los alimentos estaban a precios altos en los mercados internacionales y los países que no tuvieron suficientes alimentos, se vieron obligados a pagar los altos precios internacionales. En momentos de no crisis, casi siempre con superabundancia de alimentos en el mercado internacional, los alimentos se consiguen más baratos que el precio interno. Por ello, en la crisis alimentaria del 2008, los países que tuvieron que importar alimentos para sus habitantes, los tuvieron que comprar a precios elevados, y fueron “perdedores”, en el sentido de que la balanza comercial del país quedó desfavorecida.

Por ello, como medida de preventiva, antes que correctiva, el Gobierno de Costa Rica se adelantó a implementar el PNA, para contrarrestar los efectos negativos de tener que comprar alimentos en los mercados internacionales a altos precios, debido a la crisis.

Una de las herramientas, que garantiza tener en pleno funcionamiento el concepto teórico de seguridad alimentaria, es un banco de germoplasma produciendo semillas de buena calidad, en la cantidad que satisface la demanda del consumo interno del país para su producción anual. Por ello, tan importante, que el país sea independiente en la tecnología de producción de semillas.

En este documento el concepto de semilla, se usará en su sentido holístico para describir todos los materiales animales y vegetales que dan origen a un(os) nuevo(s) individuo(s). De tal manera, que semilla incluye: tubérculos, meristemos, esquejes, semen, bulbos, cormos, etc.

Los bancos de germoplasma son por antonomasia los sitios destinados al almacenamiento y uso de las semillas de las diferentes especies por el sector agropecuario. Los bancos de germoplasma vegetales internacionales se han dedicado a coleccionar mundialmente las

semillas de los granos básicos. Otras instituciones tienen por mandato mantener bancos de diferentes especies para los países y es el caso de los bancos de germoplasma del INTA que trabaja no solo, las semillas de la canasta básica, sino que también conserva y facilita el uso de otras plantas útiles y alimenticias para los integrantes del sector agropecuario. En cuanto a los bancos de germoplasma animal, se debe trabajar y apoyar más este aspecto de la producción, ya que casi no existen bancos de germoplasma animal.

The Svalbard Seed Vault

El “Global Seed Vault” o baúl de semillas de Svalbard es un banco de germoplasma de semillas de plantas, ubicado en la isla noruega de Spitsbergen cerca de la ciudad de Longyearbyen en el Archipiélago Ártico. Spitsbergen es una localización ideal debido a la carencia de actividad tectónica y a su capa permanente de hielo que ayuda a la preservación de las semillas. La localización es 1,300 Km sur del Polo Norte. El carbón de las minas presentes proporciona la energía para las unidades de refrigeración que mantienen las semillas al estándar internacionalmente recomendado de -20°C . Incluso si el equipo falla, pasarán varias semanas antes de que la temperatura alcance los -3°C . The Svalbard Seed Vault tiene una capacidad para conservar 4.5 millones de semillas.

El baúl de semillas fue establecido para preservar la amplia variedad de semillas de plantas de todos los lugares del planeta. El baúl mantendrá una duplica de todas las colecciones de germoplasma de los centros internacionales y otros institutos dedicados a la preservación de germoplasma. El baúl tiene como meta ser una facilidad que mantiene a perpetuidad en condiciones seguras todo el germoplasma mundial agrícola. Esto como mecanismo de prevención contra la pérdida accidental de diversidad en los bancos de germoplasma tradicionales, debido a la mala gestión, a un accidente como incendio, a las faltas y fallas de los equipos, a los cortes de financiamiento y a los desastres naturales. El baúl proveerá la seguridad contra las posibles pérdidas de semillas de los bancos mundiales en casos de crisis regionales o mundiales. El baúl es manejado bajo los términos de un acuerdo logrado entre el Gobierno de Noruega, El “Global Crop Diversity Trust” (GCDT) y el Centro de Recursos Genéticos Nórdicos.

La construcción de la cámara acorazada de la semilla (que costó aproximadamente \$9 millones) fue financiada enteramente por el gobierno de Noruega. El Gobierno de Noruega asume todo el costo de la operación y proporciona la mayor parte de los gastos de explotación anual para la facilidad, y ha puesto fondos de dotación a un lado para hacer frente a todos los gastos corrientes. Es decir, el gobierno noruego financiará de por vida el mantenimiento de la estructura.

Los proveedores de fondos primarios para otras actividades del banco son la Fundación Bill & Melinda Gates, el Reino Unido, Noruega, Australia, Suiza y Suecia. Se ha recibido financiamiento de una gran variedad de fuentes incluyendo cuatro países en vías de desarrollo que son Brasil, Colombia, Etiopía y la India. Para el envío de las semillas desde recónditos lugares del planeta la fundación de Bill & Melinda Gates ha proporcionado aproximadamente \$750.000.00 para asistir a países en vías de desarrollo y

centros de investigación agrícola internacionales para empaquetar y enviar las semillas en perfectas condiciones.

Esta facilidad es la última frontera en tecnología para conservar a perpetuidad las semillas ortodoxas por más de 100 años. Dado que la facilidad está abierta a todas las instituciones y países del mundo, el INTA puede aprovechar esta oportunidad y contribuir con el envío de semillas al baúl. La única condición es preparar las semillas en perfecto estado de calidad y empacarlas en los sobres diseñados para tal fin.

No existe en el mundo una facilidad similar para especies de seguridad alimentaria animal, y por lo tanto, podría ser que Costa Rica tome la iniciativa de proponer o iniciar esta facilidad con uno de sus laboratorios. El presente estudio propone la construcción de dos laboratorios de conservación de germoplasma animal, uno para ganado bovino y otro para ganado suino. Sin embargo, las facilidades pueden albergar germoplasma de caballos, ovejas, cabras, perros, gatos, etc. Una ventana de oportunidad para el INTA.

El Plan Nacional de Alimentos, 2008 y los bancos de germoplasma del INTA

Tal como se menciona en el Segundo Informe Nacional de Costa Rica “El Estado de los Recursos Genéticos 2008 para la conservación y utilización sostenible para la Agricultura y la Alimentación”, la riqueza del país en recursos genéticos, tanto *in situ* como *ex situ* es una opción fundamental sobre la que descansa la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible. El Gobierno con su herramienta llamada Plan Nacional de Alimentos, 2008, pretende que el país concilie el desarrollo del sector productivo de alimentos, dando garantía en el abastecimiento nacional de semillas e insumos y aportando a la disminución de la pobreza. El Plan Nacional de Alimentos, junto con la crisis mundial alimentaria, son una única oportunidad, para que de nuevo los programas en recursos genéticos asuman el protagonismo que merece el sector agropecuario nacional.

Para dar respuesta a este protagonismo, el gobierno nacional en su PNA, 2008 manifiesta claramente que se ejecutará un programa de Mejoramiento de la productividad y abastecimiento de semillas de calidad de granos básicos, raíces tropicales y tubérculos, coordinado por la Comisión Nacional de Semillas, integrada por el INTA, la ONS y el CNP y con participación de otros entes. También expresa el documento que, las semillas serán producidas principalmente en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez de Cañas, Guanacaste, Colegio de Riego del Trópico Seco (CURDT'S), hoy llamada Universidad Técnica Nacional (UTN), Estación Experimental Los Diamantes en Guápiles, Pococí, Estación Experimental Carlos Durán en Oreamuno de Cartago y Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica en Alajuela. Estas son las Estaciones Experimentales visitadas por la consultoría y donde se realizaron los análisis de necesidades, costos de inversión y análisis de costos corrientes para el mantenimiento de las especies seleccionadas en número y calidad descritas en el Informe Técnico.

Dentro de este mismo contexto, el documento exhorta al INTA a trabajar en un proyecto de granos básicos, en lo que se refiere a *arroz, maíz y frijol* para consumo humano, con los componentes tecnológicos de *mejoramiento genético*, manejo agronómico, zonificación agropecuaria, producción de semillas y transferencia en tecnología, que incorpore los programas de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria (PITTA). También, el INTA tiene como mandato trabajar un proyecto de ganadería, con énfasis en sustitución de concentrados por medio de desarrollo de tecnología de maíces forrajeros, producción de *maíz amarillo y sorgo*. El trabajo debe incluir diferentes pastos y forrajes, así como la producción de bancos forrajeros, henos y ensilajes. Asimismo, se buscarán otros sustitutos como son la producción de *yuca amarga* para alimentación animal y transferencia de tecnología, entre otros.

Para lograr parte de estos propósitos, el PNA, 2008, fortalecerá los laboratorios de suelos, *las Estaciones Experimentales* y se promoverá dentro de ellas la investigación aplicada, especialmente en productos de la canasta básica alimentaria. Asimismo, se harán *convenios con las universidades para aprovechar su infraestructura y el conocimiento desarrollado* por éstas en materia de investigación y transferencia de tecnología.

Pero el PNA, 2008 va mas allá de unos objetivos y pretende lograr metas concernientes a la mitigación del cambio climático que pudieran influenciar al sector agropecuario en el futuro. Por ello, en sus principales Medidas de Adaptación, el documento manifiesta que se debe trabajar en “La conservación *in situ* y *ex situ* de los recursos genéticos agrícolas y ganaderos para garantizar las necesidades alimenticias futuras, que permitan el mantenimiento de los procesos de evolución y adaptación de los cultivos a la variabilidad del clima y al cambio climático.”

Consecuentemente, esta consultoría trabajó dentro de los planes y objetivos expresados por el PNA, 2008 para el INTA, con el propósito de contribuir a la ejecución de los objetivos propuestos y en los planes de mitigación, para las principales especies de interés mencionadas en el PNA, 2008.

Las Estaciones Experimentales del INTA

En aras de realizar un diagnóstico de las facilidades con las que cuenta el INTA, se visitaron todas las estaciones experimentales mencionadas en el PNA, 2008. Estas visitas se realizaron con el propósito de evaluar las necesidades y obtener información sobre las posibilidades con las que cuenta cada Estación Experimental para el establecimiento de bancos de germoplasma animal o vegetal (cámaras frías, campo, *in vitro* o criopreservación), y de esta manera, proponer o no, la construcción de nuevos laboratorios, cámaras frías, etc.

Las Estaciones Experimentales visitadas fueron:

- ❖ Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez de Cañas, Guanacaste,

- ❖ Colegio de Riego del Trópico Seco (CURDT'S), actualmente Universidad Técnica Nacional (UTN), Cañas, Guanacaste,
- ❖ Estación Experimental Los Diamantes en Guápiles, Pococí,
- ❖ Estación Experimental Carlos Durán en Oreamuno de Cartago y
- ❖ Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica, (UCR) Alajuela.

Para dar respuesta a algunas debilidades que se quieren modificar inmediatamente sobre el manejo de la información, monitoreo de las colecciones y sistematización de los datos de los bancos de germoplasma, esta consultoría elaboró varias hojas en Excell que ayudan a:

- ❖ Una hoja electrónica para levantar un inventario completo de los materiales de campo, *in vitro*, cámaras frías y criopreservación. Esta hoja sirve para todas las colecciones.
- ❖ Una hoja electrónica que permite llevar los datos de las semillas ortodoxas que se tienen en las cámaras frías. En esta hoja se tienen datos generales de pasaporte, peso de las semillas, fecha de ingreso y egreso a las cámaras y porcentajes de germinación. Estas hojas de Excell se pueden importar desde el DBGERMO. La hoja contiene datos de cucúrbitas como ejemplo y es la hoja de excell que usan en el CATIE.
- ❖ Una hoja electrónica que permite saber si los experimentos de criopreservación son exitosos o no y cuantos materiales se mantienen en la colección. Esta tabla se puede usar para variedad de material vegetal, meristemas, scalps, etc. Observaciones, False-True Table (Ver Informes No.3 y No.4).

También, ésta consultoría ha insistido en la implementación del DBGERMO como único sistema de manejo de toda la documentación de los bancos de germoplasma del INTA, porque es un software libre, no requiere licencias, se puede adaptar / cambiar a las necesidades de cada especie, y la gran ventaja que tiene es que es un software amigable con el usuario. De tal manera, que no se requiere a una persona altamente entrenada en sistemas informáticos para la introducción de datos, manejo de datos, monitoreo de los datos y por ende monitoreo de los materiales.

Una ventaja de implementar el DBGERMO es que su autor el Sr. Julio Tilleria, está en permanente comunicación con los usuarios de su programa, y soluciona las necesidades extremas que pudieran surgir en algunos bancos de germoplasma. Durante la reunión del 29 de Enero en CATIE, hubo una sesión de refrescamiento del DBGERMO donde se volvió a ilustrar sobre lo versátil y poderoso que es este programa. Los Informes No. 3 y No. 4 recogen toda la información pertinente a las recomendaciones para la sistematización de los bancos de germoplasma y el monitoreo del estado del material. Se incluye el Manual Operativo del DBGERMO y el Manual de Diseño de las bases de datos, para el intercambio de datos, las convenciones usadas sobre la validación de datos a usar y las instrucciones de la importación y exportación rápida de datos. El INTA cuenta con el programa DBGERMO desde hace unos años atrás, pero no se ha implementado. Se sugiere fuertemente a las personas encargadas de implementar el

DBGERMO hacerlo lo antes posible. Aún, si el PCGRIN, que es un programa que los centros internacionales y el CGIAR están promocionando en todos los países, tuviera que usarse; los datos del DBGERMO se pueden “volcar” a este nuevo programa que saldrá en teoría en Agosto del 2010.

Reuniones con los técnicos del INTA

Las reuniones con los técnicos del INTA, contribuyeron para sondear y estimar las capacidades y necesidades logísticas en los laboratorios de las Estaciones Experimentales, las facilidades que se tienen de invernaderos y las áreas de campo donde están las colecciones. Se discutieron los pro y contras de la conservación en cada especie seleccionada (PNA, 2008) y bajo los criterios del Acuerdo Hemisférico para la Conservación de Recursos Fitogenéticos y las capacidades y tareas que actualmente tienen los diferentes técnicos del INTA. La selección de las especies animales en sus cantidades y calidades, responden también al PNA, 2008 así como a la solicitud expresa de la FAO, en su Plan de Acción Mundial sobre los recursos zoológicos (Informe No.1).

Las reuniones con los técnicos y la comunicación por email fue permanente durante todo el periodo de la consultoría. También, la comunicación con el Coordinador del Componente 1 del PFPAS fue constante y la consultoría contó con el apoyo y aprobación de todos los Informes mensuales realizados, tanto por el INTA como por el PFPAS.

Resumen de los Resultados de la Consultoría

El estudio de factibilidad se dividió en dos Informes o documentos. El primero de ellos se concentra específicamente en lo técnico. Este Informe técnico es una compilación de los 5 Informes parciales entregados mensualmente donde se analizan los productos esperados y se concluye en Acuerdos. Los Acuerdos definieron en gran medida los aspectos solicitados en los términos de referencia. Por lo tanto, después de haber realizado todas las actividades solicitadas, el Informe Técnico reúne todos los productos esperados de los términos de referencia pagina 2:

Productos Esperados	Se encuentra en Informe Número.
Especies vegetales y animales a ser considerados	Informe No. 1
Cantidades y calidades mínimas de material a conservar (Viene en los protocolos)	Informe No. 2
Condiciones de almacenamiento de los materiales (Viene en los protocolos)	Informe No. 2
Protocolos de conservación animal y vegetal a corto, mediano y largo plazo. Alternativas a la conservación a largo plazo para semillas ortodoxas	Informe No. 2
Seguridad en los laboratorios o bioseguridad	Informe No. 2
Personal requerido y perfil del mismo. Organización funcional del banco de germoplasma	Informe No. 2
Infraestructura requerida con sus dimensiones y equipamiento	Informes No. 3, No. 4 y No. 5
Recomendaciones para la sistematización de la información del banco de germoplasma, propuestas para un monitoreo del estado del material	Informes No. 3 y No. 4
Listado de las Instituciones de cooperación técnica y económica para el establecimiento de los bancos de germoplasma	Informe No. 5

Obviando estos detalles, este estudio llegó a la conclusión que técnicamente es factible que el INTA almacene y preserve a corto, mediano y en algunos casos a largo plazo las especies seleccionadas animales y vegetales. Este estudio de factibilidad seleccionó 21 especies vegetales para trabajar como prioridad en la seguridad alimentaria de Costa Rica y que se mencionan directamente en el PNA, 2008. Fríjol, Arroz, Maíz, Yuca, Ñame, Tiquisque, Papa, Aguacate, Palmito, Papaya, Mora, Rambután, Mango, Jocote, Guanábana, Guayaba, Cas, Tacaco, Jatropha, Sorgo dulce y Cratylia. Se seleccionaron 2 especies animales para conservar el germoplasma animal de seguridad alimentaria que son ganado bovino y ganado porcino.

En el INTA, se tienen las facilidades y las posibilidades económicas para conservar un número pequeño de especies. Si en el futuro, se mejoran las posibilidades y los bancos tienen mayores capacidades, entonces, podrán ir aumentando de tamaño, pero por el momento la propuesta es trabajar con un número reducido de especies, concentradas en especies de seguridad alimentaria, para mantener la calidad de las accesiones, bajo muy altos estándares de conservación. Mejorar la toma y manejo de datos de los bancos de germoplasma de forma organizada, es un trabajo que requiere algún tiempo, antes de pensar en introducir un número mayor de accesiones a las que se tienen en este momento.

La selección y agrupamiento de las especies por prioridad y técnica de conservación se encuentran en el Informe No. 1. Para la cantidad y calidad de semillas, plantas, individuos, cada protocolo de trabajo tiene especificaciones sobre estos puntos. Para el estudio específico de cuánto cuesta conservar una accesión de cada una de las especies seleccionadas, se tomaron datos publicados de los centros internacionales y se realizaron analogías, lo más cercanamente posibles a la realidad.

En cuanto a recursos humanos, el INTA cuenta con personas capacitadas y especializadas en el tema de recursos genéticos y bancos de germoplasma. Para temas específicos como criopreservación en plantas y caracterización molecular en plantas y animales, existe un déficit en conocimiento y experiencia dentro del grupo actual de trabajo. En temas de manejo de información de bancos de germoplasma, planificación y organización de bancos de germoplasma también existe un nivel sub-óptimo y por ende se debe reforzar e implementar un proceso de capacitación en ordenamiento de datos, planificación de manejo de bancos de germoplasma en el ámbito informático.

Para el o los dos laboratorios planificados de Criopreservación animal bovino y porcino, con la opción de la caracterización por técnicas de biología molecular y otras; se requiere la contratación de al menos un biólogo molecular que tenga experiencia en microsatélites y su interpretación. Además, que cuente con el conocimiento en uso de bases de datos de DNA, RNA y proteínas.

La estructura de funcionamiento de los laboratorios de cultivo de tejidos para el manejo de bancos de germoplasma y su interacción con los otros bancos de germoplasma (cámaras frías y campo), se sugiere como la mejor estrategia funcional, donde se comparten materiales y documentos. Una forma de compartir información entre todos los bancos de germoplasma del INTA es implantando el DBGERMO, progresivamente para todas las colecciones.

Para el manejo y monitoreo de todas las colecciones de germoplasma, se recomienda el uso del DBGERMO. Este programa libre, es el primer paso en el uso de bases de datos. No se requiere mayores conocimientos de informática y un entrenamiento sencillo a personas sin mayor preparación en computo, permite el uso del programa. También, facilita el manejo integral de todas las especies almacenadas bajo un sistema de bancos de germoplasma. Es decir, puede manejar la información de semillas ortodoxas almacenadas en cuartos fríos, de plantas cultivadas por cultivo de tejidos, de plantas en las colecciones de campo, de semen, óvulos y embriones animales, de especies de microorganismos, etc.

Por ello su versatilidad y uso amigable. Esto le permitiría al INTA en un solo programa tener toda la información integrada de sus accesiones vegetales, animales, microorganismos, peces, etc, en una única base de datos.

CONCLUSION FINAL

Esta consultoría ha concluido que el INTA posee facilidades estructurales, equipos, suministros y un bagaje de conocimiento dentro del grupo de técnicos y trabajadores en el tema de bancos de germoplasma y recursos genéticos. Esta combinación de facilidades y talento se debe reforzar en algunos puntos estratégicos mencionados para mejorar los resultados hasta el momento alcanzados. Por lo tanto, la propuesta del INTA de establecer nuevos bancos de germoplasma principalmente en el concepto animal, es posible, si se cuenta con los recursos económicos suficientes para las inversiones y los costos corrientes. Este es uno de los puntos álgidos que afrontan los bancos de germoplasma en el mundo, y el INTA no sería la excepción.

Se concluye en líneas generales, que los planes de establecer otros bancos de germoplasma, en el concepto animal harán una contribución mayor a la seguridad alimentaria del país bajo los términos del PNA, 2008. En la parte animal, no se tienen reportes de ganado criollo bovino, pero es posible que exista ganado porcino criollo en algunas fincas de donde se puede recuperar. La idea con los bancos de germoplasma animal, es lograr la independencia de semilla, para no importar semen de otros países desfavoreciendo la balanza comercial del país. Por el contrario, la meta es proveer al sector pecuario con semen, óvulos y embriones de buena calidad para mejorar la genética local.

Actualmente, el INTA cuenta con colecciones valiosas de especies vegetales, que deben seguir conservándose. El INTA con sus dos laboratorios de cultivos de tejidos en Cartago y Guápiles, suplen a un gran número de agricultores con semilla de papa, y otras raíces y tubérculos. Además, de las especies de seguridad alimentaria, Costa Rica tiene especies únicas como el tacaco y el jocote que sirven de alimentación y sustento económico a poblaciones vulnerables. Todos los esfuerzos encaminados en apoyo a estas poblaciones, contribuirán a la meta final del PNA, 2008.

Los bancos de germoplasma que poseen cámaras frías tienen que establecer un programa de mantenimiento preventivo anual, para evitar pérdidas irreparables de materiales almacenados.

Para los bancos de germoplasma vegetal de campo, se recomienda establecer reuniones con otros centros y universidades que conservan germoplasma en Costa Rica, y evaluar qué colecciones están presumiblemente repetidas con el INTA, para ahorrar esfuerzos y dinero. Por ejemplo, el CATIE, tiene una colección numerosa de pejibaye y no se sabe si parte de esta colección está o no duplicada en el INTA, Guápiles. No se recomienda

ampliar las colecciones que se tienen en campo, por la dificultad en el manejo agronómico.

No se encontraron impedimentos técnicos, ni de facilidad de tierras o voluntad política que impida la construcción y el mejoramiento de las nuevas y las ya construidas facilidades. Por lo tanto, este estudio encontró técnicamente posible que se establezcan nuevos bancos de germoplasma y que se mejoren los que están funcionando con el proyecto de bancos de germoplasma. El estudio recomienda que se busquen los recursos económicos por la cantidad de 1,249,524.76 millones de dólares para la inversión total que se requiere para la construcción y mejoramiento de los bancos de germoplasma animal y vegetal.

Además, que se calcule anualmente disponer de costos corrientes totales para tener funcionando plenamente los bancos de germoplasma con 283,151.87 dólares anuales. Si se quiere mayor sofisticación en los bancos de germoplasma con propósitos de investigación, criopreservación vegetal y un laboratorio de biología molecular se deben agregar a la inversión 531,965.39 dólares, con un presupuesto anual de costos corrientes de 110,242.48 dólares, entre los dos laboratorios (Ver Tablas 16 y 17).

La conclusión es que el INTA tiene recursos genéticos que son invaluable en sus colecciones de campo, *in vitro* y cámaras frías, pero que se debe mejorar en la documentación y sistematización de la información para corresponder la calidad de los materiales, con la calidad de la información sobre las accesiones. El INTA puede hacer una contribución substancial con sus bancos de germoplasma al propósito del PNA, 2008 sobre suministro de semillas de calidad al sector agropecuario. También, con los bancos de germoplasma, el INTA estaría contribuyendo a la seguridad alimentaria, asegurando la disponibilidad de materiales para el presente y el futuro, en caso que exista un cambio climático y se requiera de variantes genéticas en los cultivos que estarían almacenadas en los bancos de germoplasma animal y vegetal.

En todo caso la premisa básica para este estudio, esta por debajo del mandato claramente expresado por el estado costarricense en el PNA, 2008 donde se manifiesta que el INTA será la institución que contribuya con sus estaciones experimentales al suministro de semillas de calidad para el sector agropecuario.

Una ventana de oportunidad se abre al INTA, si se convierte en el banco de germoplasma de semilla animal de Centroamérica. Dado que Svalbard, es únicamente para semillas vegetales ortodoxas y no contempla otro tipo de semillas, el INTA podría iniciar la conservación de microorganismos benéficos, donde ya tiene un banco de esta naturaleza *in vitro*. También, podría llamar la atención internacional, conservando las especies de insectos que polinizan muchas de las semillas ortodoxas que existen en Svalbard. Costa Rica tiene fama mundial por la conservación de sus recursos naturales, la coyuntura ofrece el espacio para alrededor de la idea de los bancos de germoplasma animal y vegetal de seguridad alimentaria, se mantengan también los microorganismos benéficos que son parte del ecosistema en que se desarrolla la agricultura.

Ficha del Proyecto

Información principal y autorización de proyecto	
Fecha:	Nombre de Proyecto: “Estudio de factibilidad para el establecimiento de bancos de germoplasma del INTA.”
Director del proyecto:	Colaboradores del Proyecto:
Fecha de inicio del proyecto:	Fecha tentativa de finalización del proyecto:
Objetivo del proyecto: Determinar la factibilidad especialmente técnica de establecer bancos de germoplasma en las estaciones experimentales del INTA.	
Específicos: <ol style="list-style-type: none">1. Realizar una evaluación del estado de desarrollo tecnológico (equipos, materiales y procedimientos) en que se encuentran las estaciones del INTA y evaluar la factibilidad de transformarlas en bancos de germoplasma.2. En caso de que el estudio determine la factibilidad técnica, se identificarán los recursos requeridos para realizarlo y adicionalmente, se elaborará un diagnóstico económico general y se identificarán las fuentes potenciales de cooperación que posibiliten realizar el proyecto.	
Descripción del proyecto: <p>Contar con bancos de germoplasma dotados con las facilidades adecuadas en términos de equipos, materiales y procedimientos, que permita aumentar las capacidades institucionales y nacionales en el área de la biotecnología, de manera que se pueda dar respuesta efectiva a las estrategias y políticas del estado, en los temas vinculados a la seguridad alimentaria a corto, mediano y largo plazo, y a la conservación de la agrobiodiversidad.</p> <p>Por lo tanto, los materiales seleccionados vegetales y animales desarrollados por el INTA y sus socios, así como los que le dieron origen, deben ser conservados en bancos de germoplasma, para asegurar la integridad de su base genética y uso posterior. Estos bancos de germoplasma son los que permiten proteger los recursos genéticos ante eventos de crisis alimentarias, catástrofes naturales y del proceso de erosión genética. Estas colecciones desempeñan una función activa en programas estratégicos de mejoramiento genético y permiten dar respuesta a agricultores y ganaderos interesados en mejorar su actividad y convertirse en finqueros competitivos.</p>	
Necesidad del proyecto: <p>La crisis alimentaria mundial, impulsó al gobierno de Costa Rica a plantearse, como sociedad, la amenaza potencial que podría significar no tener acceso a cierto tipo de alimentos. En este sentido, las circunstancias propiciaron la formulación de acciones que contribuyeran a fortalecer e incrementar la producción de alimentos. Para ello fue</p>	

necesario reconocer que en Costa Rica, como en muchos otros países latinoamericanos, la agricultura y la ganadería no han desarrollado su verdadero potencial. Al respecto, el Banco Mundial, en un documento de reciente publicación señala: “Existen nuevas oportunidades para la realización de este potencial, pero surgen también nuevos desafíos, particularmente en una perspectiva de crecimiento agropecuario liderada por los pequeños productores, que reconcilie las funciones económica, social y ambiental de la agricultura y la ganadería” (p.35).

El INTA cuenta en la actualidad con germoplasma base de diferentes especies y cultivos de seguridad alimentaria, pero con limitados recursos y mecanismos para su conservación. Por este motivo, se ha identificado que al establecer y fortalecer los bancos de germoplasma existentes en las estaciones experimentales, se solucionarían las limitantes de orden técnico que permitan conservar, caracterizar y utilizar los recursos fito y zoo genéticos colectados de una forma más eficiente y segura.

Consecuentemente, el establecimiento y adecuación de los bancos de germoplasma existentes del INTA, deben contar con los recursos financieros y económicos que le permitan y aseguren su funcionamiento a mediano y largo plazo para permitir al estado dar respuestas al sector agropecuario cuando existan necesidades urgentes de uso de una nueva variedad o de un germoplasma adecuado a las nuevas condiciones climáticas.

Bajo esta tesitura, se están proponiendo alternativas que permitan al INTA por medio de una legislación, contar permanentemente con los recursos económicos provenientes de toda la sociedad en conjunto. Es responsabilidad de todo el país contribuir con los recursos económicos que requieren los bancos de germoplasma.

Hipótesis:

Establecer bancos de germoplasma animal y vegetal que posibiliten hacer frente a la crisis alimentaria, a los cambios de clima, a las variaciones en los precios internacionales de granos y “commodities” y con ello asegurar un suministro de semillas de calidad a agricultores y ganaderos de Costa Rica. De esta manera el Estado responde a las necesidades de un sector agropecuario fuerte, dinámico, emprendedor, competitivo y que utiliza las herramientas de la biotecnología para producir mas eficientemente.

Restricciones:

Un banco de germoplasma es en sí mismo es una estrategia de mitigación de los riesgos implícitos al cambio climático, a la destrucción de la agrobiodiversidad y por lo tanto, es la medida por excelencia para garantizar en el futuro la alimentación de la humanidad y de un país en particular.

Sin embargo, esta unidad productiva o institucional, no está exenta de sus propios riesgos y por ello en los estándares internacionales para la conservación de los recursos genéticos promulgados en 1994 (FAO’s State of the World’s Plant Genetic Resources, 1998), invocan la necesidad de que cada “accesión única” debe ser duplicada y

almacenada en una ubicación diferente, idealmente en un país diferente. La razón es que los bancos de germoplasma son especialmente vulnerables a problemas de manejo administrativo, insuficiencia temporal o definitiva de recursos, fallas en los equipos y catástrofes de orden natural, guerra civil o exterior y actos de bio-terrorismo.

En este orden de ideas, aunque nuestro país no está sujeto a riesgos vinculados al orden público, si lo estamos a catástrofes de orden natural, en particular erupciones volcánicas y terremotos, además de ser vulnerables en recursos financieros para su adecuada mantenimiento. Por ejemplo, en ninguna de las estaciones del INTA existe actualmente un sistema de respaldo (backup) del suministro de energía de las cámaras frías de conservación a corto y mediano plazo.

Por lo tanto, reiteramos la necesidad de que los duplicados de las accesiones del INTA se almacenen a largo plazo en lugares alternativos dentro de Costa Rica, como la UCR y el CATIE o fuera del país en el banco mundial de material genético en Noruega-Svalbard.

Como se verá en el análisis financiero del proyecto, el mayor riesgo implícito en este tipo de proyectos es que se pierda la fuente de financiamiento en el mediano y largo plazo, debido a que son actividades “de por vida” y por lo tanto son muy vulnerables a los cambios en las prioridades de la dirección de las instituciones y los países. En particular en muchas ocasiones dependen de la gestión de recursos externos pero estos no son sostenibles. Lo ideal sería contar con recursos propios de la nación que garanticen la sostenibilidad de la operación diaria y que se tenga la seguridad que los recursos económicos están solidamente disponibles.

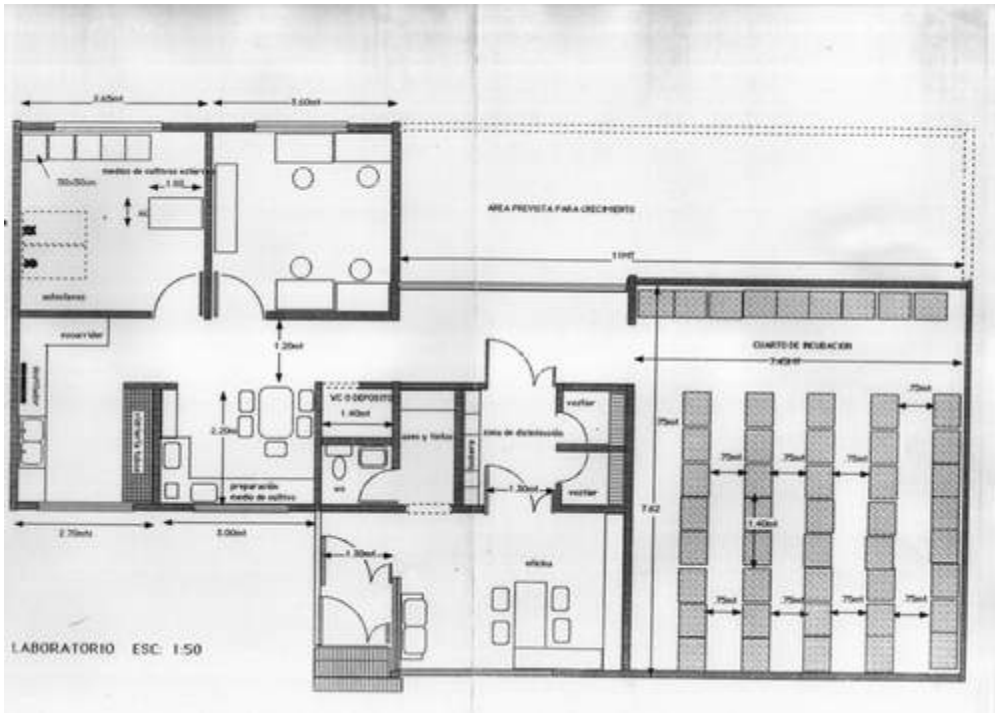
Identificación de grupos de interés:

Cliente(s) directo(s): Todo el sector agropecuario.

Clientes indirectos: La sociedad como un todo y el Estado Costarricense al hacer más competitivos a sus productores, se beneficia toda la sociedad, porque se asegura la alimentación y nutrición de la población.

Aprobado por:

Firma:



Ejemplo 6. Es el plano mas elaborado de un laboratorio de cultivo de tejidos vegetales para conservación de germoplasma. Existe suficiente área para la ampliación del laboratorio, a un área de biología molecular.

En esta oportunidad este informe dedica su capítulo teórico a la Conservación Eficiente de los Recursos Genéticos, con sus costos e implicaciones. Esta basado en el Capítulo 1 y 8 del libro de Detlef Virchow “Efficient Conservation of Crop Genetic Diversity: The Costs and Implications”. Springer-Verlag, 2003.

En 1996, en Alemania la Declaración de Leipzig sobre el uso sostenible para la Conservación de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación hizo énfasis en las necesidades de los agricultores y los mejoradores para poder asegurar un equilibrado uso del germoplasma y obtener un bienestar general. Esta nueva figura legal internacional es un seguimiento a los compromisos adquiridos por la Convención de la Diversidad Biológica (CBD).

Se tienen contabilizadas aproximadamente unas 6.2 millones de accesiones de 80 diferentes cultivos, guardadas en más de 1,320 diferentes bancos de germoplasma, distribuidas en 131 diferentes países alrededor del mundo. En informes anteriores, se entregó un listado completo de los lugares que tienen colecciones en Costa Rica realizado por el IPGRI en el 2000. La mayoría de las accesiones *ex situ* se encuentran en bancos de germoplasma. La siguiente tabla muestra los diferentes métodos normales de conservación:

<i>Ex situ</i>	<i>In situ</i>
Bancos de semillas ó polen	En la finca
Bancos <i>in vitro</i>	En tierras marginales
Criopreservación	En habitats naturales
Bancos de germoplasma en campo	En ecosistemas naturales
Jardines y Colecciones Botánicas	
DNA	

Tomado del libro “Efficient Conservation of Crop Genetic Diversity: Theoretical Approaches and Empirical Studies. D. Virchow. Springer Berlin Heidelberg, 2003.

En el reporte “State of the Art of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture” FAO, 1998, se indica que la calidad de algunas de las facilidades para la conservación de los recursos genéticos ponen en riesgo perder accesiones, por falta de recursos financieros. Este criterio fué emitido para algunas facilidades que están perdiendo sus accesiones. Por ello, muchos de los Centros Internacionales se han dado a la tarea en los últimos años de realizar los cálculos de los costos marginales (análisis de costo/beneficio), para poder tener una idea de cuánto costará conservar cada una de las accesiones que tienen en el presente y en el futuro.

En animales no existe en Costa Rica, una facilidad que conserve ninguno de los recursos genéticos animales relacionados con seguridad alimentaria. Solo la Universidad Nacional de Heredia, tiene un programa de Salud y Mejora Animal, pero hasta donde se tiene entendido no existe un Banco de Germoplasma como tal. Se tienen datos de empresas que importan semen, embriones y óvulos, pero con fines comerciales. El CATIE, tuvo en alguna oportunidad un banco de semen de ganado bovino, pero este desapareció. Por ello, tan importante recalcar que se requiere urgentemente establecer un banco de

germoplasma para ganado bovino y suino que son las dos especies seleccionadas para la seguridad alimentaria.

Una valoración apropiada del valor de los Recursos Genéticos animales y vegetales no ha sido posible por la confusión que se tiene en la estructura internacional de los mercados para algunos granos de seguridad alimentaria, la carne y la leche. También, por la pobre o falta de información estadística de los derechos de la Propiedad Intelectual y finalmente por las diferencias en la calidad del almacenamiento de las semillas en diferentes lugares. En caso de animales por la falta de datos e información en los países.

Un aspecto principal de la seguridad para la sostenibilidad de la conservación de los recursos genéticos *in situ* y *ex situ* es reflejar todos y cada uno de los costos de las actividades involucradas en la conservación. También, evaluar la eficiencia y la calidad de las actividades de conservación, así como mejorar las capacidades institucionales para que los beneficios existentes, sean transferidos de los usuarios y beneficiarios a los curadores (que en este caso son las personas que trabajan en la conservación *ex situ* y los agricultores) de los bancos de germoplasma.

Los costos de los diferentes métodos de conservación y los costos de la efectividad de las actividades de conservación dependen de:

- 1) El capital de inversión y la labor de mano de obra necesaria para la preparación del material que va a ser almacenado. También, interviene el proceso mismo de almacenamiento de los materiales, almacenamiento de la información y calidad de los dos procesos. En este caso, por ejemplo el método de congelamiento de semillas es el método más barato, el que menos capital requiere y el que menos mano de obra intensiva requiere. El costo anual promedio por una accesión es de US\$10-30 dólares americanos por año dependiendo del cultivo, país e institución. El costo marginal variable de conservar una accesión completa de un grano o cereal podría promediar por ejemplo entre los ¢17-93 centavos de dólar, como es el caso del trigo. En cambio en el campo, la mano de obra intensiva para el cuidado de una accesión con sus repeticiones es una labor intensiva a lo largo del año, donde el promedio anual de costo unitario por accesión puede ir de US\$100-700 dólares americanos, de nuevo dependiendo del país, cultivo e institución. Por ello, la criopreservación está llamada a reemplazar como metodología, todos los materiales susceptibles a criopreservarse, por su bajo costo anual, toda vez que se domine la técnica y se tengan las facilidades de criopreservación.
- 2) Las características biológicas de las especies y la calidad del almacenamiento del material conservado. Por ejemplo, el tamaño de la planta, la susceptibilidad a enfermedades o plagas, los costos asociados a la regeneración de la especie, determinan los costos de la conservación. Entre más pequeño el material, más fácil, menos espacio, menos reactivos, menos complicado. Entre más robusto el material y fuerte en sus características biológicas, más barato el almacenamiento.
- 3) La economía de escala del cultivo. Los costos fijos, la efectividad de los métodos de conservación hacen una diferencia en costos. Como modelo se tiene a la China donde la colección de arroz la componen unas 50,000 diferentes accesiones de arroz, entonces los costos por unidad se reducen dentro de la misma institución.

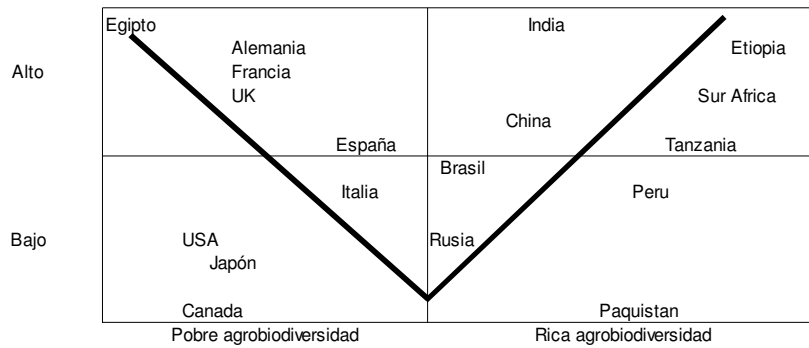
- 4) La calidad de los recursos genéticos que son conservados. En este caso los costos están asociados a las técnicas y procedimientos adicionales que deben realizarse con algunas especies para verificar su estado fitosanitario como es el caso de la papa y la yuca. En general, raíces y tubérculos requieren de este tipo de pruebas. También, influye la técnica misma de conservación de las especies para que los costos se eleven o se disminuyan, así como la calidad final de los materiales que van a ser conservados. La efectividad de los costos de las actividades de conservación pueden ser elevadas especialmente cuando los costos de conservación son bajos y la calidad de los materiales de conservación altos. Ejemplo, es el arroz, el sorgo y el maíz. También, la papa, el banano y el café que son cultivos donde la efectividad del costo es baja. Esto debido al alto costo de los métodos de conservación combinado con la baja calidad de los materiales conservados. Por lo tanto, la efectividad de la conservación disminuye cuando: 1) el material vegetal es bien almacenado en relación a las medidas fitosanitarias, pero no existe información adecuada sobre la accesión y 2) cuando la accesión está bien caracterizada y evaluada pero la accesión no es viable.
- 5) La complementariedad de los métodos de conservación. Los métodos tradicionales de conservación en algunos casos, tienen costos muy altos, si examinamos por ejemplo las colecciones en campo o las colecciones *in vitro* de miles de accesiones. Por ello la criopreservación está llamada a reemplazar estas técnicas, tanto en animales como vegetales. Especialmente cuando se trata de conservación en el largo plazo, y en especies de fácil regeneración. Por ejemplo, las colecciones *in vitro* de todas las bananas del mundo están siendo reemplazadas a largo plazo por criopreservación. Solo algunas accesiones de las colecciones de trabajo a corto plazo se dejan *in vitro* para ofrecerlas a los agricultores y mejoradores.

Es un hecho que los países tienen muchas especies que conservar y que las prioridades están dadas para aquellas especies que pertenecen al grupo de granos de seguridad alimentaria. Resulta entonces razonable que de una u otra forma toda la sociedad sea quien soporte económicamente el gasto de conservación. No hay que olvidar de la inmensa contribución que hacen los agricultores que guardan las semillas cosechas tras cosecha. Son ellos quienes han conservado por años un germoplasma viviente. Lo mismo ocurre con los pequeños ganaderos. Sería conveniente incorporar a todos los agricultores y ganaderos y animarlos y recompensarlos para que mantengan esta costumbre con el resultado de que en el campo se pueda expresar la gran variedad de germoplasma que durante siglos de evolución ha generado el planeta por selección natural.

Una tabla que describe los gastos domésticos relativos que cada país dedica a la conservación de los recursos genéticos muestra las relaciones entre los gastos y la cantidad de agro-biodiversidad conservada por diferentes países.

La gráfica muestra la distribución que hacen los gobiernos en diferentes áreas del planeta a la conservación de la agrobiodiversidad. Es decir la diversidad que existe solo para los cultivos de consumo humano, en 1999. Esta situación parece que está cambiando y ahora son mas los gobiernos que estan dedicando recursos económicos propios a la conservación tanto en campo como *in vitro* de su germoplasma. La Tabla de abajo muestra por países y refleja en cifras cuanto le cuesta a cada país al año, conservar un determinado número de accesiones en campo por año.

Gastos Domesticos Relativos a la Conservación de Germoplasma



Conservation of Genetic Resources. Detlef Virchow
 Costs and implications for a sustainable Utilization of Plant Genetic Resources
 for Food and Agriculture Springer-Verlag, 1999

Si comparamos Brasil y Alemania que conservan aproximadamente el mismo numero de accesiones, pero Brasil, invierte al año \$8,000.00 y Alemania invierte \$113,215.00 entonces se observan las diferencias en las inversiones, ya sea por los costos de mano de obra, beneficios sociales, y otros rubros que son diferentes para cada país, y para cada institución.

En conclusión de este capítulo teórico encontramos que los costos de mantener una accesión depende de varios factores entre ellos, primero, el tipo o metodología de conservación, segundo, el tipo de material del cual se trate, tercero, la calidad del proceso mismo para conservar en perfectas condiciones los materiales, cuarto, la economía de escala de la que se trate y finalmente depende del país e institución que realiza las actividades.

Tasa de Conservación de Gastos Domésticos
para accesiones conservadas en campo

País	Gastos Domésticos en 1995 en U\$ Miles	Accesiones en Campo
Rusia	\$1.526,00	333.000
Pakistan	\$120,00	19.208
Canada	\$1.584,00	212.061
China	\$2.526,00	350.000
India	\$6.776,00	342.108
Etiopia	\$1.346,00	54.000
Japón	\$6.480,00	202.581
USA	\$20.433,00	550.000
Brasil	\$8.000,00	194.000
Tanzania	\$187,00	2.510
Suiza	\$3.825,00	17.000
Italia	\$27.208,00	80.000
Alemania	\$113.215,00	200.000
UK	\$70.154,00	114.495

Costs and implications for a sustainable utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture Springer-Verlag. 1999

1.2.2. Definición y características del bien o servicio

De acuerdo con el estudio de costos de conservación de la agrobiodiversidad en India, La estrategia que se elija para la conservación de germoplasma, depende principalmente de la naturaleza del material a ser conservado, es decir, de su ciclo de vida, su forma de reproducción, su tamaño y su estatus ecológico. Existen dos grandes aproximaciones para la conservación de la agrobiodiversidad: a) *in situ*, b) *ex situ* (OCED; 1999). Para conservación de material animal solo existe la criopreservación ya sea de semen, óvulos ó embriones.

La conservación vegetal *in situ*, es una estrategia en la cual, el material se mantiene en su ecosistema y hábitat natural, lo que incluye la preservación del conocimiento local y de la totalidad de su entorno, es decir, la técnica de reproducción, el uso social, cultural, religioso, culinario, etc, que se le dé a una determinada especie animal ó vegetal.

Aunque este tipo de conservación, puede ser el mas deseable y el que provee mayores oportunidades de generación de nuevo germoplasma por selección natural, es el que al mismo tiempo tiene altas exigencias de recursos humanos y de capital, pues es necesario integrar y realizar una gran variedad de actividades para recoger los conocimientos. Por ejemplo: sociólogos, biólogos, agrónomos, médicos, etc, se requieren para integrar el equipo de trabajo. Adicionalmente, así como es posible que surjan nuevas variedades, también debido a que esta expuesto a ambiente natural puede sufrir por plagas, pérdida del hábitat, mal nutrición, enfermedades, industrialización, etc.

La conservación vegetal *ex situ*, se refiere al mantenimiento del germoplasma fuera de su hábitat natural, para lo cual se han desarrollado técnicas específicas dependiendo de la naturaleza del material a conservar y es la estrategia más extendida, debido a que permite conservar una gran cantidad de material por periodos prolongados y protegido de amenazas exteriores. Sin embargo, al mismo tiempo esta circunstancia, evita que el material genético este expuesto a su proceso evolutivo, ya sea natural o por intervención humana, con las técnicas agropecuarias, poniendo en riesgo su futura adaptación.

Varias aproximaciones de conservación *ex situ* se han desarrollado dependiendo de la forma de reproducción, naturaleza del material a conservar y el periodo que se deben conservar según su uso final a saber:

- Cámaras frías hasta de -20°C , usadas para la mayoría de semillas ortodoxas. En la actualidad existe en Noruega una facilidad construida en el permafrost que mantiene las semillas a -80°C .
- *In vitro*, cuando la semilla no puede ser secada por debajo de un determinado nivel de humedad. Se usa cuando las plantas no producen semilla o en muy poca cantidad.

- Criopreservación, se utiliza también para algunos materiales vegetales *in vitro*, el ejemplo típico es el banano, pero especialmente para la conservación de esperma y embriones animales.
- Bancos de germoplasma en el campo. Son todas aquellas facilidades, fincas, jardines botánicos o campo, donde se mantienen las plantaciones, de aquellas especies que no producen semillas o son consideradas semillas recalcitrantes. También se incluyen las fincas con animales o peces cultivados.

Cada método como esta descrito en el Informe Técnico (protocolos y procedimientos), implica una diversidad de actividades, recursos humanos, equipos, instalaciones y ciclos de procesos como sub-cultivo para la conservación *in vitro*, regeneración para las semillas ortodoxas y mantenimiento agronómico permanente para las colecciones de campo. Todas estas diferencias tienen implicaciones importantes en los recursos financieros, técnicos y humanos, requeridos para la conservación de la agrobiodiversidad, los cuales se evidenciarán en el estudio de costos de conservación.

1.2.3. Caracterización del Mercado

La importancia del sector agropecuario en la economía Nacional puede evaluarse no solo por su impacto en el PIB, (6.5%, para el 2008, según boletín estadístico No 19 MAG), sino que también debe verse su importancia en el empleo y calidad de vida de la población del país. Su incidencia económica puede identificarse de una forma más amplia cuando se incorporan los encadenamientos hacia adelante y hacia atrás de cada unidad producida en el sector. De acuerdo con el estudio del IICA, (ver Perspectivas de la agricultura y el desarrollo rural en las Américas, 2009), en el que se estimaron multiplicadores a partir de matrices de contabilidad social (MCS) para 11 países (Argentina, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Perú, Uruguay, Estados Unidos y Venezuela). Se estimó que por cada unidad demandada del sector primario se genera una producción derivada que va desde 3,0 (Canadá) hasta 5,5 (Argentina) unidades adicionales. Además, se determinó que el efecto positivo de un dólar de incremento en las exportaciones agrícolas primarias en la remuneración de factores de producción va desde US\$1,4 en Canadá hasta US\$3,34 en Argentina. Esos datos evidencian la importancia de la agricultura en la generación de ingreso para los hogares, a través de sus encadenamientos directos e indirectos con otros sectores”.

En el caso particular de Costa Rica, la actividad agropecuaria y agroindustrial es muy importante para sostener el modelo de desarrollo establecido, pues en comparación con otras sociedades, la población rural continua siendo una proporción muy importante del total, ya que alcanza un 41%.

Dentro de este marco general de referencia, se procedió a la estimación de los volúmenes comerciales de germoplasma, que para el material vegetal, se realizó con base en la información publicada y suministrada por la ONS y el CNP en su página web y para el material animal con información del MAG, CORFOGA y PROLECHE. No se tiene información sobre el sector suino y por lo tanto, no se incluyó en el análisis.

Cifras de producción local de semilla para algunas especies sólo están disponibles para el año 2006 y datos de importación y exportación solo para los años 2006 al 2008. Por lo tanto, para aquellas especies vegetales con producción local, se presumirá que la estructura del sector no se ha modificado recientemente y para aquellas especies que se importan en su totalidad, los datos de comercio exterior al ser mas actualizados reflejan de manera fiel los requerimientos actuales – demanda del país.

Con relación al material genético animal, no hay registros de producción nacional de semilla (semen, óvulos, embriones) con fines comerciales, aunque algunos finqueros han desarrollado algunas facilidades para impulsar su propia genética y colectan, conservan y usan material para su propio consumo; en general el origen del material genético es importado de otros países y por lo tanto, nos acercaremos al tamaño de mercado con las cifras de comercio exterior.

1.2.3.1. Material Vegetal

1.2.3.1.1. Arroz

En el año 2006 existían 257 campos para la reproducción de semilla de arroz que estuvieron a cargo de 53 productores. La Tabla No.1. ilustra la estructura de producción y venta de semilla.

TABLA No. 1: Cantidad de semilla de arroz - Periodo 2006

CATEGORÍA	1 Prod. Recibida (Seca y limpia) TM	2 Ventas (QQ)	3 Ventas TM	4 Expo TM	5 Impo TM	=1-4+5 Oferta TM	=3+4 Demanda TM
1 QQ= 46 kg							
Fundación	31.20	312.56	14.38	nd	nd	nd	nd
Registrada	693.62	12,349.00	568.05	nd	nd	nd	nd
Certificada	4,524.50	62,321.00	2,866.77	nd	nd	nd	nd
Autorizada	2,211.77	65,028.00	2,991.29	nd	nd	nd	nd
TOTAL	7,461.09	140,010.56	6,440.49	234.05	0.24379	7,227.28	6,674.54

Fuente: Memoria Anual 2006 - ONS y cálculos del consultor.

nd= Datos no disponibles

Como puede apreciarse, la producción local de semilla abastece la demanda nacional y los movimientos de material con otros países representan volúmenes marginales. En este orden de ideas, la demanda interna anual de semilla de arroz se acerca las 6,700 TM/año.

Con relación a los precios (Tabla No. 2.), las cifras de comercio exterior permiten observar una alta variabilidad entre un año y otro, lo cual es consecuente con la volatilidad que se ha registrado en el mercado de “commodities” en los últimos años. Adicionalmente, el bajo volumen comercializado con otros países permite inferir que las cantidades importadas pueden haber sido usadas únicamente para experimentación o como muestras sin valor comercial distorsionando su valor comercial.

TABLA No. 2.: Comercio exterior semillas de arroz 2007 y 2008

ANO	Importaciones		Exportaciones		Precio US\$/KG	
	US\$	KG	US\$	KG	IMPO	EXPO
2007	240,331	389,450	137,816	170,414	0.62	0.81
2008	147,235	87,028	451,502	448,049	1.69	1.01

Fuente: www.ofinase.go.co
Calculos del consultor

En la actualidad, el precio de venta al productor nacional de un kilogramo de semilla en el almacén de suministros agropecuarios en el área de Turrialba es de 927 Colones que equivalen a cerca de \$1.66/Kg.

Con el propósito de ilustrar la heterogeneidad del mercado internacional del arroz, la FAO publicó en su informe anual la diversidad de calidades y precios existentes del producto final arroz para el consumidor. FAO en su pronóstico relativo a la producción mundial de arroz durante la campaña de 2009 menciona que ha aumentado en cerca de 10 millones de toneladas a 678 millones de toneladas, un 2 por ciento menos que la producción de 2008, pero todavía la segunda producción mayor registrada hasta ahora. La revisión de las perspectivas para la producción mundial se debe a unos resultados mejores de los previstos anteriormente en muchos países asiáticos, en los que la producción arrocería se pronostica ahora en 612 millones de toneladas, unos 12 millones de toneladas menos que en 2008. La causa principal de la contracción ha sido el mal tiempo, especialmente la sequía, que afectó particularmente a los cultivos en Bangladesh, la India, el Pakistán y el Nepal. Por el contrario, se prevén fuertes aumentos en China continental, Indonesia y Myanmar. Las perspectivas para la producción son negativas en África, donde se prevé una cosecha de 24,5 millones de toneladas, 3 por ciento menos que el año anterior. Las perspectivas para 2009 siguen siendo favorables en América Latina y el Caribe, donde se estima que la producción aumentará en un 4 por ciento a 27,4 millones de toneladas. Una temporada de huracanes más benigna en América Central y el Caribe puede facilitar alguna expansión de la producción en Cuba, la República Dominicana y Panamá. En

América del Sur, ya se han obtenido cosechas mayores de 2009 en la Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia y el Perú, que compensan sobradamente las mermas sufridas en Guyana, Uruguay y Venezuela. En las otras regiones, la producción debería aumentar en la Unión Europea (UE), la Federación de Rusia y los Estados Unidos (FAO, Comercio y Mercados, 2009).

La plantación de las cosechas de arroz de 2010 está muy avanzada en los países del hemisferio sur. La campaña está comenzando negativamente en América del Sur, donde la sequía o las precipitaciones excesivas han retrasado la siembra de las cosechas principales. Asimismo, se teme que una sequía relacionada con El Niño pueda menguar las cosechas en Indonesia. A pesar del aumento previsto, en Australia la producción se mantendría por debajo de los niveles altos alcanzados en los comienzos de los años 2000. Las perspectivas para la producción son inciertas en los países de África austral, donde está apenas comenzando el período de ciclones de enero y marzo (FAO, Comercio y Mercados, 2009).

1.2.3.1.2. Frijol

“El Consejo Nacional de Producción ha sido la institución encargada, a través de los años, de las actividades de reproducción, acondicionamiento y comercialización de semilla certificada de variedades mejoradas de frijol en el país. Su participación en este campo, el cual no ha sido del interés del sector privado, ha contribuido significativamente a cubrir la demanda nacional de tan imprescindible insumo.” (Oficina Nacional de Semillas, Memoria Anual 2006, Pág. 11).

Las tablas No. 3. y No. 4. permiten inferir que la totalidad de las necesidades comerciales de semilla de frijol son producidas localmente y no se exportan cantidades de uso comercial. La Tabla No 3. ilustra la cantidad de semillas de frijol vendida por el CNP por variedades y categorías a escala nacional.

TABLA No. 3.: Cantidad de semilla de frijol por variedades y categorías, CNP 2006

Variedad	Cantidades expresadas en kilogramos		
	Registrada	Certificada	Total
Brunca	400	54,213	54,613
Cabecar	966	14,855	15,821
Guaymi	1,671	12,098	13,769
Telire	0	8,280	8,280
Chirripo	414	6,090	6,504
Bribri	0	5,034	5,034
Totales	3,451	100,570	104,021

Fuente: Memoria Anual 2006 – ONS

La Tabla No. 4. ofrece información sobre el comercio de semillas de frijol para los años 2007 y 2008. Se aprecia que en los dos años se ha importado semilla de frijol para abastecer la demanda. De las cifras se puede apreciar que se redujo la cantidad de semillas importadas, e igualmente que el precio de las semillas importadas bajo de precio en dólares. No se registraron exportaciones de semillas. Del avance de los dos años, se puede concluir que la tendencia es a reducir la cantidad de semilla importada en Costa Rica.

TABLA No. 4.: Comercio exterior semillas de frijol, años 2007 y 2008

Cantidades expresadas en kilogramos

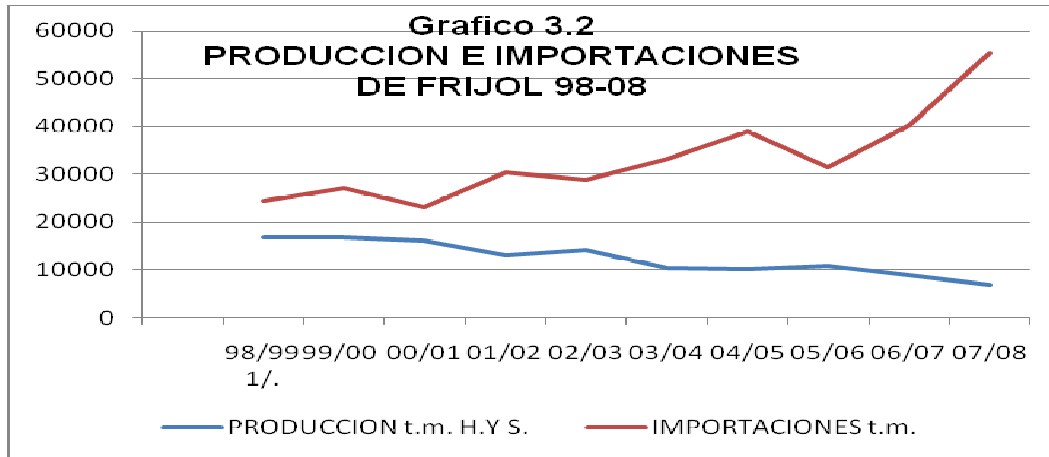
Año	Importaciones		Exportaciones		Precio US\$/KG	
	US\$	KG	US\$	KG	Importaciones	Exportaciones
2007	273,99	29	0	0	9.45	NC
2008	161,28	21	0	0	7.68	NC

Fuente: www.ofinase.go.co y calculos del consultor

NC= No Calculable

Al analizar el comportamiento de la producción de frijol para el consumo se aprecia un deterioro significativo de la producción nacional en la última década, con el consecuente incremento de las importaciones de semillas. Entre el periodo agrícola 98/99 y el 08/09, el área cultivada se ha reducido a la mitad, pasando de 35,552 hectáreas a 16,769 hectáreas y la producción paso de 16,863 TM. a solo 9,701 TM (Grafico 3.2 Tomado de la pagina web del CNP, 2008).

Las cifras de importaciones para el periodo 08/09 son preliminares, por lo tanto destacaremos su valor en el periodo anterior que fue de 55,367 TM, es decir, algo mas de 5 veces el volumen de la producción nacional.



Fuente: CNP 2008

La Tabla No. 5. es un histórico de los períodos agrícolas desde 1998 hasta el 2009. En esta Tabla se refleja una reducción continua a través de los años de las hectáreas sembradas de frijol y consecuentemente una reducción continua también de la cosecha. Aunque, esta situación parece empezar a reversarse con la cosecha 08/09, por el impulso de los planes del gobierno de apoyar la producción agrícola de granos básicos. Como se observa la producción en general también ha bajado, pero los rendimientos por hectárea en los últimos años, han estado muy similares a los que se habían obtenido en las cosechas iniciales de los años 2000. Posiblemente, por un cambio en la variedad o una mayor fertilización de los campos, por la influencia del PNA. Finalmente, se observa en este histórico que la tendencia a importar frijol, se reversó completamente para la cosecha 08/09, donde se ve el efecto del programa de incentivos a la producción nacional.

TABLA No. 5.: Frijol área, rendimiento, producción, importaciones Períodos 1998/99-2008/09

Periodo Agrícola	Area Sembrada	Area Cosechada	Producción TM	Rendimiento TM/ha	Importaciones TM
Año	has	has			
98/99	35,552	30,447	16,863	0.55	24,407.95
99/00	31,757	30,212	16,689	0.55	27,132.00
00/01	24,332	24,332	16,057	0.66	23,179.74
01/02	22,829	19,699	13,027	0.66	30,428.04
02/03	18,831	18,831	14,064	0.75	28,893.74
03/04	17,967	16,346	10,504	0.45	33,162.00
04/05	16,294	16,264	10,192	0.63	39,012.58
05/06	14,150	14,055	10,953	0.78	31,406.21
06/07	12,747	12,747	8,919	0.70	40,279.37
07/08	11,409	11,409	6,818	0.60	55,367.32
08/09	16,769	15,541	9,701	0.62	4,557.02

1/. Para el periodo 98-99 se sembraron 500 ha. para semilla, las cuales no se encuentran contabilizadas en el mismo. 2/Estadísticas preliminares según Sanidad Vegetal a Abril 2009
 FUENTE: Servicio de Información de Mercados, Dirección de Mercadeo Agropecuario - C.N.P.7CBRESUMEN7F.M.MXLS.SIM, Abril 2009

Para efecto de estimar un coeficiente insumo-producto que permita llegar a un volumen de semilla requerido en 2009-2010, se supone que las condiciones estructurales del cultivo en el periodo 2006-2007, se mantendrán en el mediano plazo.

Por lo tanto, 104,021 Kg. de semilla fueron utilizadas para producir 8,919 TM de frijol para consumo, el coeficiente sería 85,7423 Kg de semilla por TM de frijol producida para consumo. Si la producción aumentara para el periodo agrícola 09/10 a 11,000 TM, (valor algo superior al promedio de los últimos años), los requerimientos nacionales de semilla serían de 105,748 Kg. En este último valor se estima la demanda y el consumo de semilla de frijol para Costa Rica a corto y mediano plazo (3 años), dadas las condiciones estructurales de la producción actual.

Estrategias específicas orientadas a recuperar los volúmenes de producción de frijol alcanzados hace diez años, deberían entonces contemplar una estrategia en el mismo sentido de aumento en la producción de semilla.

Con relación a los precios, a la fecha, un Kg de semilla en el almacén de suministros agrícolas en la zona de Turrialba cuesta 2,380 Colones equivalentes a \$4.26/Kg.

1.2.3.1.3. Maíz

Los actores del mercado de semilla de maíz de acuerdo con el servicio de certificación de semillas prestado por la ONS durante el 2006 son: el INTA y la empresa Semillas para el Futuro Lem S.A. A su vez, existen otras cinco empresas importadoras: Desarrollos Del Futuro Nima S.A., Servicio Agrícola Cartaginés S.A., Cooperativa de Productores de Leche R.L., Agrícola Piscis S.A. y CASAGRI.

La producción nacional de semilla en 2006 fue de 9,200 Kg, (Ver Memoria Anual 2006. ONS).

y las importaciones ascendieron a 145,827 Kg, revelando la dependencia del país de semilla de origen extranjero. (94.07%). La Tabla No.6. ilustra el comportamiento de las importaciones entre el año 2006 y 2008.

TABLA No. 6. : Comercio exterior semillas de maiz, años 2006 a 2008

AÑOS	IMPORTACIONES		EXPORTACIONES		PRECIO US\$/KG	
	US\$	KG	US\$	KG	IMPO	EXPO
2006 1/	277,082.00	145,827.00	66.38	132.77	1.90	0.50
2007	378,954.96	155,354.40	47.28	78.80	2.44	0.60
2008	752,340.93	252,642.68	680.46	351.46	2.98	1.94

Fuente: www.ofinase.go.co y calculos del consultor

1/ Memoria anual ONS 2006-Pag 13

Adicionalmente, se destacan dos fenómenos en la misma dirección: aumento significativo del volumen importado, así como de los precios, lo que ha incrementado el costo total del material en 271.5% entre el año 2006 y el 2008.

El mercado del maíz ha tenido severos cambios en los últimos años, originados principalmente por la integración del producto a nuevas cadenas productivas distintas de la alimentación humana, como son los biocombustibles y la alimentación animal. En este contexto, el volumen de semilla importado en el 2008 es considerado por esta consultoría como el requerimiento mínimo de semilla de maíz del país en estas nuevas circunstancias de mercado. Una vez se publiquen las cifras de importación de semilla para el año 2009 se tendrá una señal más cercana a su tendencia reciente.

El precio de un Kg de semilla de maíz amarillo en el almacén de insumos agrícolas en la zona de Turrialba es de 4,900 Colones, equivalente a \$ 8.77 /Kg. Este precio sugiere que los precios seguramente continuaron la tendencia alcista.

1.2.3.1.4. Papa

En los registros de la ONS para el periodo 2007-2008 no figuran movimientos de comercio exterior de semilla de papa, por lo tanto el país se autoabastece de la misma a través del reproceso del producto, que por su tamaño no se comercializa,

o por la producción local de semilla certificada por la ONS y el laboratorio de cultivo de tejidos del INTA.

Las empresas participantes en el Programa de Certificación de Semilla de Papa de la ONS en 2006 fueron:

- Corporación Hortícola Nacional.
- Omega Juan Viñas S.A.
- Centro de Investigaciones Agronómicas UCR.
- Semilla de Papa Calidad San Juan S.A.

Todas las empresas que producen semilla certificada de papa, localizan sus campos de multiplicación en la provincia de Cartago.

La producción de semilla durante el año 2006 de la categoría certificada, sobrepasó los 4,000 quintales (184,000 Kg), sin embargo, los productores locales no demandaron este volumen. La empresa Corporación Hortícola Nacional realizó la exportación de 850 qq de semilla de papa, categoría certificada, de la variedad Floresta, con destino a El Salvador (ONS, Memoria Anual, 2006).

La información del sector refleja un mercado muy incipiente y de autoabastecimiento. Esta es una ventana de oportunidad para los laboratorios de semilla de papa que se abastecen de los bancos de germoplasma libres de virus y otras enfermedades para su reproducción.

1.2.3.1.5. Especies forrajeras

En la memoria anual 2006 de la ONS, no se menciona ninguna gestión de certificación de semilla de especies forrajeras a productores nacionales, por lo tanto, se asume que no existe producción nacional de este material y que el total de la demanda local se abastece de producto importado. Las empresas que realizaron importaciones en ese mismo año fueron:

- Almacén Agrovét S.A.
- Agro Real S.A.
- Abonos del Pacífico S.A.
- Asociación Cámara de Ganaderos Unidos del Sur.
- Cooperativa de Productores de Leche R.L.
- Cooperativa Nacional de Suministros Agropecuarios.
- Importadora Alpizar Santamaría S.A.
- Semillas Tempate S.A. y Servicio Agrícola Cartaginés S.A.

Por otro lado, la ONS utiliza el servicio del laboratorio oficial (CIGRAS-UCR) para el análisis de las muestras de material importado. La Tabla No.7. describe el

movimiento comercial del material de especies forrajeras para el periodo 2006-2008.

TABLA No. 7. : Comercio exterior semillas de especies forrajeras, periodo 2006-2008

AÑO	1		2		1-2		
	Importaciones		Exportaciones		Precio US\$/KG		
	US\$	KG	US\$	KG	IMPO	EXPO	
2006 1/	2,484,372.00	340,279.00	359,115.00	31,750.00	7.30	11.31	308,529.00
2007	4,856,068.70	809,489.76	271,905.20	33,362.60	6.00	8.15	776,127.16
2008	4,495,209.34	678,098.60	454,832.53	59,771.20	6.63	7.61	618,327.40

Fuente: www.ofinase.go.co y calculos del consultor

1/ Memoria anual ONS 2006-PagS 31 Y 32

Como se anotó anteriormente, el país no tiene producción de estas especies, por lo tanto, las exportaciones corresponden a movimientos del mismo material importado que se envía a otros países, posiblemente de la región Centroamericana. Se destaca el aumento de este tipo de negocio así como el aumento de la demanda interna (Impo-Expo) que se duplico, pasando de 308,529.00 TM a 618,3.40 TM.

1.2.3.1.6. Frutales

Las semillas de frutales no tienen registros de consumo interno por variedad y al revisar las cifras de comercio exterior que publica la ONS, tampoco es posible discriminar una especie o una variedad particular. Sin embargo, los valores de comercio exterior revelan un mercado de valor muy importante y cercano a los US\$ 3 millones de dólares al año.

La Tabla No.8. muestra un aumento en las importaciones de semillas de frutales a lo largo de los años. No se puede afirmar a cuáles frutales corresponden estas semillas pero anualmente existe una cantidad que supera el millón de dólares en importación de semillas. También, se observa que las exportaciones de semillas de frutales han crecido, pero no se puede saber si son los mismos frutales que se importan.

TABLA No. 8. : Comercio exterior semillas de frutales, años 2006 a 2008

AÑOS	IMPORTACIONES		EXPORTACIONES		
	US\$	KG	US\$	KG	EXPO -IMPO US\$
2006 1/	484,947	1,259	974,749	28,583	489,802.00
2007	1,127,968	33,919	709,089	232,502	-418,879.43
2008	1,375,323	1,626	1,519,794	96,895	144,471.59

Fuente: www.ofinase.go.co y calculos del consultor

1/ Memoria anual ONS 2006-Pag 13

Ante la heterogeneidad de la información no es conveniente derivar una función de demanda específica, pues es muy posible que las mismas especies de semillas frutas que se importan no sean las mismas que se exportan, lo que produce una grave distorsión en la estimación, pero nuevamente es importante reiterar que es un mercado muy activo y de un monto importante para el país. Se puede asumir, por la actividad en el sector de las frutas, que la importación de semillas corresponde a melón y sandía, pero no se tienen los datos concretos.

1.2.3.2. Material animal

Al indagar en la información de mercado del material genético de origen animal, se identificó que a diferencia del material vegetal, donde existen organizaciones Gubernamentales expresamente dedicadas a su gestión, (control de calidad, registros de importación-exportación y almacenamiento) como son la ONS, CNP y el mismo INTA, el desarrollo del sector zoo genético se ha caracterizado por haber sido el resultado de la iniciativa de productores individuales de carne y leche y sus respectivos gremios. En los últimos años la iniciativa privada se ha asociado con el sector Gubernamental y tecnológico INTA y UNA, para adelantar proyectos específicos.

Adicionalmente, el MAG realizó un trabajo importante de diagnóstico del sector, que se encuentra publicado como “Informe preliminar de país sobre la situación nacional de los recursos zoogenéticos”, Junio del 2004, donde en su numeral 4.2. enuncia las prioridades nacionales de conservación y utilización de los recursos zoo genéticos, y hace explícita y manifiesta la necesidad de mejorar la infraestructura tecnológica del país a saber: “Oficializar un laboratorio de genética molecular es indispensable como sitio de referencia para realizar muestreos y análisis de marcadores genéticos; cuantificar las distancias genéticas entre poblaciones para apoyar las decisiones sobre los grupos genéticos que se deben conservar. A la vez, el banco de germoplasma debe estar provisto con un adecuado sistema de información que permitirá tener acceso al tipo de material conservado, procedencia, tipo de muestreo, número de animales en la muestra y fecha de recolección para conservación *ex situ* de los recursos zoogenéticos que así lo ameriten.” (Informe Anual MAG, mejoramiento del Hato bovino, 2007).

Este marco de referencia y la información estadística contenida en los estudios respectivos, serán la base o complemento, según el caso, de la estimación y caracterización del mercado de material zoo genético.

1.2.3.2.1 Ganadería de carne

Del Informe parcial de país sobre la situación nacional de los recursos zoo genéticos, (Se anexa archivo electrónico, Archivo_4), se puede destacar la siguiente información como perfil del sector:

Para el año 2000, se estimó un total de 1,184,800 cabezas de ganado dedicado a la producción de carne de bovino, bajo los sistemas de producción de carne y de doble propósito. Las principales regiones que se dedican a la actividad de carne son Huetar Norte y Chorotega, que representan el 54.2% del total de cabezas de ganado de carne en el país.

Las razas europeas que se utilizan con mayor frecuencia son la Simmental, Braunvieh y Piemontese, sobresaliendo la primera. Entre las razas cebuínas, las de mayor uso son la Brahman, la Gyr, la Nelore, encontrándose un decrecimiento notable en la Indobrasil. En lo que respecta a ganado criollo de carne, no existen registros de su población, aunque se conoce del uso de la raza Romosinuano principalmente en el hato del CATIE. Sin embargo, comunicaciones personales de los encargados del hato enuncian que ya no existen animales puros.

De la página web de la Ganadería Pedregal de Costa Rica, se obtuvo la siguiente información donde se observa que la venta de semen (Salud Reproductiva e inseminación artificial), combinadas basan el manejo de los hatos de ganado en inseminación artificial tanto con semen nacional como con semen importados.

Venta de semen de toros nacionales para exportación (por pajilla) ₡5,875.
Venta de semen de toros Brahman importados para exportación (por pajilla) ₡14,680.
Venta de semen de toros Simmental y Pardo Suizo para exportación (por pajilla) ₡14,680.
Venta de semen de toros nacionales (por pajilla) ₡3,578.
Venta de semen de toros Brahman importados (por pajilla) ₡4,461.
Venta de semen de toros Simmental y Pardo Suizo importados (por pajilla) ₡4,461.
Análisis de semen congelado (por pajilla) ₡1,781.
Exámen andrológico a un macho ₡8,922
Servicio de extracción, procesamiento y congelamiento de semen en finca (por pajilla) ₡891.
Identificación de pajillas de 0,5 cc para almacenamiento de semen (por pajilla) ₡34.

Como se observa existe un mercado muy amplio de servicios y una ventana de oportunidad para el INTA de incursionar en este mercado.

Por otro lado, es importante anotar que en el tema de mejoramiento genético existe un proyecto específico denominado: “Mejoramiento de la calidad genética de los hatos bovinos de carne del país, mediante la inseminación artificial y la transferencia de embriones”, donde participan la Universidad Nacional Autónoma (UNA), la Corporación Ganadera (CORFOGA), Asociación de Criadores de Ganado Cebú de Costa Rica (ASOCEBU) y el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Los detalles del proyecto pueden ser consultados en el archivo electrónico de (Archivo_5).

Con relación al comportamiento económico del sector la Tabla No. 9., revela un sector con una dinámica importante en los últimos años, pues prácticamente duplico el valor de su producción entre el año 2004 y 2008, pasando de 49,604 a 96,219 millones de colones (Tabla No. 9.).

TABLA No. 9.: Costa Rica valor bruto de la producción actividades primarias del sector pecuario en Millones de Colones corrientes.

ACTIVIDADES	2004	2005	2006	2007	2008 /a	1/ % Participacion 2008	Tasa Crecimiento 07/08
Ganado vacuno	49,654	63,837	82,140	86,756	96,219	4.5%	10.9%
Porcinos	31,925	36,290	46,717	58,280	76,706	3.5%	31.6%
Leche	100,340	115,794	135,158	168,261	226,607	10.5%	34.7%

a/ Preliminar

1/ Participacion en el total de la producción actividades primarias

Fuente: SEPSA, con información del BCCR

De acuerdo con el estudio de mercado de la carne bovina realizado por el Ministerio de Economía, Industria y Comercio, presentado en Noviembre de 2009, se puede concluir que el principal reto que enfrenta el sector, es encontrar estrategias comerciales en el mercado local e internacional que le permitan mantener esta tasa de crecimiento, de otra forma la producción crecerá en los próximos años a tasas inferiores o incluso se estancará en los niveles actuales.

En este marco de referencia, si los mercados no responden, la productividad y la administración de la estructura de costos cobran suprema importancia para mantener los márgenes de rentabilidad del sector. En este punto el mejoramiento genético cobra suprema importancia ya que puede contribuir a mejorar los márgenes de rendimiento por animal.

1.2.3.2.2. Ganadería de leche

No existe un censo ganadero actualizado de tal suerte que aunque las estadísticas del número de animales al año 2000, muestran una tendencia decreciente, (308 mil a 162 cabezas entre 1991 y 2000), al revisar la producción de leche en los últimos años se detecta un sector en expansión y rápido crecimiento (34% entre 2007 y 2008). Por lo tanto, es muy difícil concluir con la información disponible, la cantidad de animales en el país a la fecha. Las Tablas No.10 y No.11. ilustran esta situación:

TABLA No. 10.: Costa Rica: Evolución del número total de hembras del hato de leche especializada y doble propósito. 1984-2000.

	1984	1991	Censo 2000
Leche especializada	262,809	308,000	162,001
Doble Propósito	350,945	484,000	222,879
Total	513,754	792,000	384,880

Fuente: www.proleche.com - DGEC, Censo Nacional 1984 y "Evaluación del Impacto de la liberación comercial centroamericana en el sector lechero costarricense", Quirós Erick, Castro Gustavo 1991, Montero Erick., 2000

Ahora bien, con referencia a las razas presentes en el país, las que se encuentran en uso son la Holstein, Jersey, Guernsey, Pardo Suizo y Simmental . El uso y población actual de razas criollas lecheras se desconoce. Una aproximación a la distribución de la población ganadera de leche por razas se presenta en la Tabla No.11.:

TABLA No. 11.: Costa Rica: Distribución de las hembras del hato lechero especializado y doble propósito según raza

Raza	1984	1991	Proyección 2000
Holstein y sus cruces	50%	55%	65%
Jersey y sus cruces	30%	35%	30%
Otras	20%	10%	5%

Fuente: Cámara Nacional de Productores de Leche, 2003

Finalmente, dentro del sector se está desarrollando el proyecto "Evaluación genética de ganado lechero en Costa Rica" dirigido por Bernardo Vargas Leitón, Ph.D. con la participación de la Escuela de Medicina Veterinaria-UNA/Centro Regional de Informática para la Producción Animal Sostenible (CRIPAS) /Posgrado en Ciencias Veterinarias Tropicales (PCVET). Se anexa la presentación realizada en el Congreso Nacional Lechero San Carlos, Costa Rica 18-19/Noviembre/2008.(Carpeta Archivo_1).

1.2.3.2.3. Ganado porcino

El diagnóstico de recursos zoo genéticos del MAG, pone de manifiesto que para la ganadería porcina no se llevan registros públicos sistemáticos de la genética animal y que las fincas con mayor desarrollo tecnológico pertenecen a particulares que han implementado estrategias de mejoramiento genético dentro de su propio proceso productivo.

Las razas mas utilizadas son la Yorkshire, Landrace, Duroc y las líneas híbridas PIC, Dalland y Sheger. Las razas que se reproducen localmente y que se utilizan para cruzamientos son la Yorkshire y Landrace, por su productividad, calidad de la canal y prolificidad.

Con respecto a recursos genéticos criollos, el país cuenta con una población decreciente de cerdo criollo, borrego, pata de mula y el cerdo salvaje de la Isla del

Coco, el cual fue introducido a dicho sitio por piratas de la época, hace aproximadamente 300 años.

Se estima que la población porcina se encuentra distribuida de acuerdo con el grado de desarrollo técnico de la finca de la siguiente manera: un 85% está ubicado en sistemas de altos insumos y el restante 15% en medianos y bajos insumos. En razón del rápido crecimiento del sector en los últimos años (31.6% entre 2007 y 2008, ver Tabla No.9.) es difícil estimar la población porcina nacional. Pero es posible afirmar que es un sector en crecimiento y expansión.

Para finalizar el análisis del mercado del material animal se reviso el comportamiento de las importaciones en el periodo 2004-2008, donde se concluye que el tema del mejoramiento genético y la tecnificación reproductiva en la ganadería tanto bovina como porcina del país, parece haber acompañado el crecimiento de la producción del sector, pues, se registra un importante crecimiento en dólares 37.41% de las importaciones para todo el periodo (Tabla No. 12.).

TABLA No. 12.: Importaciones de semen-ovulos-huevas- años 2004 a 2008. Partida 0511

AÑO	MILES \$	VAR ANUAL	ACUMULADA
2004	765		
2005	809	5.75%	5.75%
2006	879	8.65%	14.40%
2007	1,007	14.56%	28.97%
2008	1,092	8.44%	37.41%

Fuente: MAG, boletín estadístico agropecuario No 19 cuadro No 40

Calculos del consultor

Por lo tanto, el mercado de material genético animal en el país es importante, no solo porque su valor asciende a más de un millón cien mil dólares al año, sino que ha acompañado y contribuido de manera eficaz al desarrollo y crecimiento del sector ganadero del país. Las importaciones de pajillas de semen han venido creciendo durante los años, lo cual revela que el mejoramiento genético ha estado basado en la importación de semen extranjero. De acuerdo con comunicaciones personales de varios ganaderos, todos sin excepción, grandes o pequeños usan la Inseminación artificial y los servicios los ofrecen diversas compañías privadas.

Con el propósito de concluir el capítulo de análisis de mercado se presenta la Tabla No.13. con un resumen cuantitativo de los volúmenes y valor de cada especie estudiada de acuerdo con la información recolectada en los apartes anteriores. Se destaca que el valor anual del mercado total de germoplasma para las 21 especies vegetales y las dos especies animales, consideradas de seguridad alimentaria es cercano a los \$ 20 Millones de dólares, con un volumen aproximado de 7,900 TM de semilla.

Tabla No. 13.: Costa Rica. Resumen estimación del mercado de germoplasma especies de seguridad alimentaria 2009/2010

Especie	Volumen en TM	Valor en US	Participación en % del valor
SEMILLA ARROZ	6,700.00	11,335,072.59	58.86%
SEMILLA FRIJOL	105.75	450,486.48	2.34%
SEMILLA MAIZ	260.00	2,280,200.00	11.84%
SEMILLA PAPA	184.00		0.00%
SEMILLA FORRAJES	618.33	4,099,508.01	21.29%
SUB TOTAL	7,868.08	18,165,267.08	94.33%
SEMEN-OVULOS		1,092,000.00	5.67%
TOTAL	7,868.08	19,257,267.08	100.00%

Fuente: calculos del consultor

1.2.4. Estrategias de Información y divulgación

El INTA a través de sus técnicos y del contacto y confianza alcanzada durante años de trabajo con los productores del sector agropecuario, puede ser el mejor canal de divulgación de los resultados y de la comunicación, para el uso de germoplasma. Los técnicos por medio de charlas y días de campo pueden informar al sector de los avances y de la disponibilidad de los materiales animales y vegetales que el INTA pone a disposición del sector agropecuario.

La estrecha relación que mantiene el INTA con el sector agropecuario, en días de campo, en demostraciones a los productores, en visitas técnicas, en folletos de divulgación pueden hacer llegar a los productores el mensaje de los bancos de germoplasma y su utilidad para la competitividad y mejoramiento de las cosechas o los animales.

En una estrategia de comunicación mas avanzada, podría por medio de mensajes cortos en la televisión y radio, profundizar sobre la disponibilidad de materiales para el sector agropecuario de semillas y semen. La idea es que no se deje a ningún productor sin el conocimiento y sin la posibilidad de acceder los materiales de los bancos de germoplasma.

De hecho el INTA durante el último año ha ofrecido talleres, días de campo, giras de intercambio y publicaciones relacionados con granos de seguridad alimentaria y otros productos agropecuarios. Todo con el propósito de contribuir en el cumplimiento de las metas del PNA, 2008.

1.3. ANÁLISIS TÉCNICO

1.3.1. Localización geográfica del Proyecto

Para detalles de la localización ver el Informe de avance No. 3, donde se describen las coordenadas geográficas de las Estaciones Experimentales del INTA.

En la actualidad el INTA cuenta con un laboratorio de Cultivo de tejidos vegetales en Cartago y otro en Guápiles. Las dos Estaciones Experimentales están dotadas de los equipos y suministros para los trabajos de bancos de germoplasma. El INTA, posee la tierra para construir un laboratorio de criopreservación de semen bovino en Cañas y otro para ganado porcino en Guápiles. Estos son los dos lugares donde se propone establecer los dos bancos de germoplasma animal. Dentro del mismo edificio, se diseñó el laboratorio de biología molecular, que puede o no ser instalado, pero se dejó la provisión de espacio y se dimensionó para las necesidades del trabajo de caracterización molecular en animales. Se hace la salvedad que estos laboratorios de biología molecular animal, pueden eventualmente también ser usados para análisis de material vegetal sin problema alguno. La única restricción que se tiene es al momento de aislar el DNA y amplificarlo para que no haya contaminación cruzada.

Justificación de localización banco animal vacuno en cañas Guanacaste: La Estación Experimental en Cañas se encuentra localizada estratégicamente en Guanacaste zona pecuaria por excelencia de Costa Rica y de tradición ganadera. También, en esta zona existe ganado menor y una proporción muy alta de equinos que pueden beneficiarse o requerir los servicios de este laboratorio para análisis de muestras. Por ello, se justifica y se considera que la mejor localización para esta construcción es Cañas, para apoyar el banco de germoplasma bovino y de otros animales menores.

Justificación de localización banco animal porcino en Guápiles. Dado que Guápiles se caracteriza por ser una región muy pujante en este sector y que los porcicultores demandan los servicios de inseminación artificial para sus animales, se abre una ventana de oportunidad en la zona para apoyar e impulsar la industria suina en la región y zonas aledañas. La mejor ubicación para la construcción de un laboratorio de ganado suino es la Estación Experimental de Guapiles.

1.3.2. Componentes del proyecto

Recursos genéticos animales (Crio preservación). Dos laboratorios completamente nuevos uno en Cañas y otro en Guápiles. Las dos facilidades están diseñadas para realizar las prácticas de inseminación artificial, análisis de semen, banco de germoplasma y todas las prácticas relacionadas con estudios y análisis de mejoramiento genético en bovinos, porcinos, equinos y ganado menor.

Recursos genéticos vegetales.

Semillas ortodoxas cámaras frías. El CATIE y la UCR tienen facilidades a menos 17 grados centígrados para almacenamiento de semillas ortodoxas a largo tiempo (mas de 100 años), que no se usan al máximo. Las dos Instituciones están anuentes a facilitar y ayudar al INTA a conservar las semillas ortodoxas dentro de estas facilidades. Por ello, no se sugiere al INTA construir una facilidad nueva.

Cultivo de Tejidos *In vitro*. El INTA posee dos facilidades una Estación Experimental en Cartago que se encarga de semilla de papa y yuca y otra Estación Experimental en Guápiles que se encarga de raíces, tubérculos y banana. Se dispone de los planos de adecuación de la Estación de Cartago y el laboratorio sufrirá modificaciones importantes para su mejor funcionamiento. El laboratorio de cultivo de tejidos en Guápiles esta recién reconstruido y refaccionado. No se sugiere construir una nueva facilidad. Sin embargo, se entregan los planos de un laboratorio de cultivo de tejidos completo para su construcción, con sus diferentes versiones.

Bancos de Germoplasma en campo, Cañas y Guapiles. Existen especies vegetales que no se pueden conservar por ninguna de las dos técnicas anteriores y por lo tanto deben estar en campo. Se tienen los bancos de germoplasma en campo en Cañas y Guápiles. Las colecciones de campo, se deben regenerar y sustituir con materiales rejuvenecidos.

Criopreservación en vegetales. Las facilidades de criopreservación para vegetales, son similares a los requerimientos de materiales y equipos de animales. Las técnicas y protocolos varían, pero los fundamentos en conceptos son los mismos. Por lo tanto, los dos laboratorios de cultivos de tejidos vegetales se pueden apoyar, en los dos nuevos laboratorios animales para conservar meristemas, semillas etc.. En vegetales, existe el requisito de contar con un laboratorio de cultivo de tejidos para poder realizar criopreservación. Consecuentemente, la mitad de las necesidades en el concepto vegetal ya se cumplieron.

1.4. ANÁLISIS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

Un banco de germoplasma es en sí mismo es una estrategia de mitigación de los riesgos implícitos al cambio climático, a la destrucción de la agrobiodiversidad y por lo tanto, es la medida por excelencia para garantizar en el futuro la alimentación de la humanidad y de un país en particular.

Sin embargo, esta unidad productiva o institucional, no está exenta de sus propios riesgos y por ello en los estándares internacionales para la conservación de los recursos genéticos promulgados en 1994 (FAO's State of the World's Plant Genetic Resources, 1998), invocan la necesidad de que cada "accesión única" debe ser duplicada y almacenada en una ubicación diferente, idealmente en un país diferente. La razón es que los bancos de germoplasma son especialmente

vulnerables a problemas de manejo administrativo, insuficiencia temporal o definitiva de recursos, fallas en los equipos y catástrofes de orden natural, guerra civil o exterior y actos de bio-terrorismo.

En este orden de ideas, es posible que Costa Rica no está sujeta a riesgos vinculados al orden público, pero puede ser vulnerable a la disponibilidad de recursos financieros para la adecuada manutención. Por ejemplo, en ninguna de las estaciones del INTA existe actualmente un sistema de respaldo (backup) del suministro de energía de las cámaras frías de conservación a corto y mediano plazo.

Por lo tanto, se reitera la necesidad de que los duplicados de las accesiones del INTA se almacenen a largo plazo en lugares alternativos dentro de Costa Rica, como la UCR y el CATIE o fuera del país en el banco mundial de material genético en Noruega-Svalbard.

Como se verá en el análisis financiero del proyecto, el mayor riesgo implícito en este tipo de proyectos es que se pierda la fuente de financiamiento en el mediano y largo plazo, debido a que son actividades “de por vida” y por lo tanto, son muy vulnerables a los cambios en las prioridades de la dirección de las instituciones y los países. En particular en muchas ocasiones dependen de la gestión de recursos externos pero estos no son sostenibles. Lo ideal sería contar con recursos propios, que garanticen la sostenibilidad de la operación diaria y que se tenga la seguridad que los recursos económicos están solidamente disponibles.

En consecuencia se hace necesario identificar fuentes de recursos permanentes que garanticen la operación y sostenimiento adecuado de los bancos de germoplasma de las estaciones del INTA que tienen bancos de germoplasma tales como:

- Contribuciones por transacciones con tarjetas debito-crédito, cuando se compran artículos ó productos en determinados lugares, por ejemplo pasajes aéreos o gasolina.
- Cargos a las transacciones de retiros de efectivo en los cajeros automáticos. En algunos países existe la opción de no realizar la contribución (es voluntaria).
- Cargo a todas las transacciones realizadas con tarjetas debito-crédito en cualquier establecimiento de comercio o ATM.
- Cargo fijo o ad-valorem con destinación específica para las importaciones-exportaciones de semilla-semen.
- Realizar una convocatoria nacional para recaudar el capital requerido para financiar el banco de germoplasma a perpetuidad (Biotón o Agritón). La metodología y estimación de los valores probables que se requieren, se encuentran en el capítulo de análisis financiero.

Como se aprecia cada una de éstas propuestas distribuye dentro de la sociedad el costo de los bancos de germoplasma. Es una manera más homogénea de distribuir

este cargo a toda la sociedad. La racionalidad de estas propuestas se basan en que toda la población se beneficia directa o indirectamente de los beneficios de una alimentación segura, sana, saludable y nutritiva. No solo los agricultores se benefician de las semillas mejoradas, toda la sociedad se beneficia, porque todos los habitantes se alimentan diariamente de los granos, carne y leche que han sido producidos en las fincas con las semillas mejoradas. Por lo tanto, toda la sociedad debe hacerse responsable por mantener los bancos de germoplasma para su seguridad alimentaria.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

Esta consultoría ha concluido que el INTA posee facilidades estructurales, equipos, suministros y un bagaje de conocimiento dentro del grupo de técnicos y trabajadores en el tema de bancos de germoplasma y recursos genéticos suficiente y amplio para trabajar las colecciones bajo diferentes técnicas *in situ* y *ex situ*. Esta combinación de facilidades y talento se debe reforzar en tres puntos principales:

1. Una capacitación fuerte y profunda a todos los técnicos e investigadores del INTA que trabajan en Bancos de germoplasma sobre la sistematización de datos y entrenamiento en el DBGERMO, que es el software recomendado para personas que no requieren conocimientos avanzados en computo. Igualmente, se requiere el respaldo de la información con alguna persona responsable para el manejo de toda la información y por ello se recomienda la contratación de un Bioestadístico e Informático que apoye diariamente esta labor.
2. Una capacitación y motivación a los trabajadores de campo (peones) para que realicen con mejor información las labores de campo, en las diferentes colecciones.
3. La instalación de respaldos eléctricos suficientes en las cámaras frías y cuartos de crecimientos de las Estaciones Experimentales. Las cámaras frías tienen que establecer un programa de mantenimiento preventivo anual en toda su estructura y equipos de control de humedad y temperatura, para evitar pérdidas irreparables de materiales almacenados.

Se concluye en líneas generales, que los planes de establecer (construir y equipar) dos bancos de germoplasma, en el concepto animal harán una contribución mayor a la seguridad alimentaria del país bajo los términos del PNA, 2008. La idea con los bancos de germoplasma animal, es lograr la independencia de semilla, para no importar semen de otros países desfavoreciendo la balanza comercial del país. Por el contrario, la meta es proveer al sector pecuario con semen, óvulos y embriones de buena calidad para mejorar la genética local. Se recomienda, la construcción de estos dos laboratorios que apoyan la conservación del germoplasma animal de ganado bovino y suino, pero que esta abierto a otras especies como caballos, cabras, perros, gatos, etc.

Actualmente, el INTA cuenta con colecciones valiosas de especies vegetales, que deben seguir conservándose. El INTA con sus dos laboratorios de cultivos de tejidos en Cartago y Guápiles, suplen a un gran número de agricultores con semilla de papa, y otras raíces y tubérculos. Por lo tanto, no se recomienda la construcción de una facilidad adicional en

cultivo de tejidos. Se recomienda darle apoyo en reactivos y suministros que es donde tienen las mayores necesidades y en la actualización de algunos de sus equipos.

Se recomienda en las colecciones de campo, verificar con otras instituciones las mismas colecciones para evitar duplicas de esfuerzos y costos. No se recomienda aumentar el número de accesiones o especies que se tienen en este momento en campo, mientras no se ordenan los datos y se tiene la documentación de caracterización de las accesiones de manera ordenada electrónicamente. Una capacitación al personal de campo y una renovación de los materiales de campo en forma de mini-bonsai probablemente sea la mejor práctica para algunas de las especies seleccionadas.

Para las semillas ortodoxas, de seguridad alimentaria, se recomienda mantener las cámaras frías de las Estaciones Experimentales de Cañas y Alajuela, de trabajo a corto y mediano plazo bajo un programa de mantenimiento preventivo, que les brinde unos 20 años más de vida útil en perfectas condiciones. No se recomienda la construcción de una facilidad nueva para el corto, mediano o largo plazo. A largo plazo, las semillas ortodoxas del INTA se pueden almacenar en el CATIE o en la UCR a menos 17 grados centígrados.

Se recomienda, que las semillas ortodoxas muy especiales de Costa Rica, se envíen al Svalbard Seed Vault, como parte del aporte del Gobierno de Costa Rica al mantenimiento de la agro-biodiversidad mundial.

Además, de otras especies de seguridad alimentaria, Costa Rica tiene especies únicas como el tacaco y el jocote y otros frutales que sirven de alimentación y sustento económico a poblaciones vulnerables. Todos los esfuerzos encaminados en apoyo a estas poblaciones, contribuirán a la meta final del PNA, 2008. Por ello, se deben mantener al menos las 21 especies seleccionadas, con sus 30 diferentes accesiones y replicas según especie, en perfecto estado, con su correspondiente información de caracterización.

Dado que 2010 es el año mundial de la Biodiversidad, Costa Rica con su fama mundial en protección a la riqueza biológica, puede aprovechar esta coyuntura para solicitar los recursos a escala mundial necesarios para la conservación de la agrobiodiversidad que posee en sus Bancos de germoplasma.

No se encontraron impedimentos técnicos, ni de facilidad de tierras o voluntad política que impida la construcción y el mejoramiento de las nuevas y las ya construidas facilidades. Por lo tanto, este estudio encontró técnicamente posible que se establezcan nuevos bancos de germoplasma y que se mejoren los que están funcionando con el proyecto de bancos de germoplasma. El estudio recomienda que se busquen los recursos económicos por la cantidad de 1,249,524.76 millones de dólares para la inversión total que se requiere para la construcción y mejoramiento de los bancos de germoplasma animal y vegetal.

Además, que se calcule anualmente disponer de costos corrientes totales para tener funcionando plenamente los bancos de germoplasma con 283,151.87 dólares anuales. Si

se quiere mayor sofisticación en los bancos de germoplasma con propósitos de investigación, criopreservación vegetal y un laboratorio de biología molecular se deben agregar a la inversión 531,965.39 dólares, con un presupuesto anual de costos corrientes de 110,242.48 dólares, entre los dos laboratorios (Ver Tablas 16 y 17).

La conclusión es que el INTA tiene recursos genéticos que son invaluableles en sus colecciones de campo, *in vitro* y cámaras frías, pero que se debe mejorar en la documentación y sistematización de la información para corresponder la calidad de los materiales, con la calidad de la información sobre las accesiones. El INTA puede hacer una contribución substancial con sus bancos de germoplasma al propósito del PNA, 2008 sobre suministro de semillas de calidad al sector agropecuario. También, con los bancos de germoplasma, el INTA estaría contribuyendo a la seguridad alimentaria, asegurando la disponibilidad de materiales para el presente y el futuro, en caso que exista un cambio climático y se requiera de variantes genéticas en los cultivos que estarían almacenadas en los bancos de germoplasma animal y vegetal.

En todo caso la premisa básica para este estudio, esta por debajo del mandato claramente expresado por el estado costarricense en el PNA, 2008 donde se manifiesta que el INTA será la institución que contribuya con sus estaciones experimentales al suministro de semillas de calidad para el sector agropecuario.

Una ventana de oportunidad se abre al INTA, si se convierte en el banco de germoplasma de semilla animal de Centroamérica. Dado que Svalbard, es únicamente para semillas vegetales ortodoxas y no contempla otro tipo de semillas, el INTA podría iniciar la conservación de microorganismos benéficos, donde ya tiene un banco de esta naturaleza *in vitro*. También, podría llamar la atención internacional, conservando las especies de insectos que polinizan muchas de las semillas ortodoxas que existen en Svalbard. Costa Rica tiene fama mundial por la conservación de sus recursos naturales, la coyuntura ofrece el espacio para alrededor de la idea de los bancos de germoplasma animal y vegetal de seguridad alimentaria, se mantengan también los microorganismos benéficos que son parte del ecosistema en que se desarrolla la agricultura.

Finalmente, junto con los técnicos del INTA, no se considera prudente, ni adecuado la concentración de los bancos de germoplasma en una única facilidad, donde se concentran todas las especies. De hecho, la descentralización y uso de los recursos genéticos de las Estaciones Experimentales acorde con el agro-ecosistema en que están inmersas, las hace más cercanas a los agricultores y desde allí brindan mas servicios y requieren menores costos que una facilidad donde se concentran todas las colecciones.

BIBLIOGRAFÍA

An integrated approach to Genetic Resources in support of the CGIAR's mission. A position paper developed by the Inter-Centre Working Group on Genetic Resources. Draft 19.07.09. 10p.

Estrategia Hemisférica Racional de Conservación de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en las Américas, 2008. 58p.

La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura. Resumen, FAO, 2007. 41p.

Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe / CEPAL, FAO, IICA – San José, C.R. IICA, 2009).

Plan de Acción mundial sobre los recursos zoogenéticos y la Declaración de INTERLAKEN. FAO, 2007. 40p.

Plan Nacional de Alimentos de Costa Rica, PNA. Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. Plan Nacional de Alimentos Costa Rica: oportunidad para la agricultura nacional. – San José, C.R. : SEPSA, 2008. 84 p.

Política Agrícola Centroamericana (PACA) 2008-2017: una agricultura competitiva e integrada para un mundo global / Consejo Agropecuario Centroamericano. – San José, Costa Rica: Consejo Agropecuario Centroamericano, 2007. 96p.

Agradecimientos

Esta consultoría quiere expresar sus profundos agradecimientos al grupo del Banco de Germoplasma del INTA, quienes con gran voluntad colaboraron, apoyaron y dedicaron parte de su valioso tiempo a asistir a reuniones y visitar las estaciones experimentales dejando de lado sus propias responsabilidades diarias. Para todos y cada uno de ellos los más sinceros agradecimientos. Son ellos: Dr. Bernardo Mora, Ing. Roberto Azofeifa, Ing. Enrique Martínez, Ing. Argerie Cruz, Ing. Nevio Bonilla, Ing. Adrian Martínez, Ing. Juan Mora, Ing. Pablo Acuña, Ing. Yerardi Zúñiga, Ing. Edgar Aguilar, Ing. Ivan Calvo, Ing. Jimmy Gamboa, Ing. Roberto Tinoco, Ing. Jeannette Aviles.

Especiales agradecimientos a los Ing. Enrique Martínez, Ing. Argeroe Cruz e Ing. Nevio Bonilla, quienes fueron las personas que dedicaron mucho de su tiempo, dedicación y esfuerzo a que este estudio fuere exitoso.

A las personas del PFPAS por su ayuda permanente, en especial al Ing. Roberto Azofeifa, quien brindo apoyo y ánimo en todas las fases del proyecto.

Al grupo de personas del CATIE, quienes colaboraron con informaciones y brindaron tiempo valioso de sus días de trabajo. Son ellos MSc. Oscar Sanabria, Alexander Salas, Carlos Cordero, y MSc. Eduardo Ledesma.

A las personas del IICA Biotecnología y Bioseguridad quienes me facilitaron la posibilidad de realizar un ciclo de charlas sobre seguridad alimentaria y bancos de germoplasma. Son ellos: Dr. Ramón Lastra, MSc. Bryan Muñoz, Xinia Quiroz, Priscilla Segura, Priscilla Cascante y MSc. Hugo Chavarría.

A don Julio Tilleria, autor del DBGERMO por su ánimo, cooperación y entusiasmo sobre la sistematización de datos para el INTA.

A las personas de la Oficina Nacional de semillas, quienes dedicaron tiempo de su trabajo diario para informarme y ofrecer sus pensamientos sobre el manejo presente y futuro de las semillas de seguridad alimentaria, son ellos: Ing. Walter Quiroz e Ing. Orlando Carrillo.

A las personas de la Universidad Nacional de Heredia Programa de Inseminaciones artificiales, en especial al Dr. Juan José Romero.

Al Ec. Omar Rodríguez por su ayuda y cooperación en el análisis económico de esta consultoría.

A las personas del SENASA, salud reproductiva que brindaron también informaciones.

A los finqueros, agricultores de la zona que brindaron sus conocimientos e inquietudes.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron para la exitosa culminación de este estudio.