

## LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FUNDAMENTALES EN AGRICULTURA TROPICAL.

Zoila Fundora Mayor<sup>1</sup>, Leonor Castiñeiras<sup>1</sup>, Tomás Shagarodsky<sup>1</sup>, María de los Angeles Torres<sup>1</sup>, Odalys Barrios<sup>1</sup>, Victoria Moreno<sup>1</sup>, Nérida Fraga<sup>1</sup>, Lianne Fernández<sup>1</sup>, Víctor Fuentes<sup>2</sup>, Pedro Sánchez<sup>1</sup>, Antonio Pérez Lezcano<sup>1</sup>, José Luis Alonso<sup>1</sup>, Raúl Cristóbal<sup>1</sup>, Rosa Orellana<sup>1</sup> y Ramona Oviedo<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT), Ministerio de la Agricultura, Calle 1, esquina a 2, Santiago de las Vegas, Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba.

Email: [zfundora@inifat.co.cu](mailto:zfundora@inifat.co.cu)

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones de Cítricos y otros Frutales (IICF), Ministerio de la Agricultura, Ave. 7<sup>ma</sup> y Calle 42, Miramar, Playa, Ciudad de La Habana, Cuba.

<sup>3</sup> Instituto de Ecología y Sistemática, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente,

**La conservación y el manejo de los recursos fitogenéticos en el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical.**

**RESUMEN.** El Banco Central de Germoplasma del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical de Cuba (INIFAT), creado desde 1986, tiene diversos mandatos nacionales, y forma parte del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos desde su creación, en 1992. En el INIFAT se custodian las colecciones nacionales de recursos genéticos de hortalizas, granos comestibles, especies oleaginosas y especies condimenticias. Además se conservan colecciones históricas de cítricos, frutales diversos y otras plantas de interés económico, como maderables, algunas con potencial como fuente de plaguicidas naturales, y ornamentales, entre otros. Estas especies se conservan en forma de colecciones vivas o en el *Arboretum* que rodea las instalaciones de la Institución. Además de un rico trabajo en diversas actividades relacionadas con los recursos genéticos vegetales, ha desempeñado un papel clave en el desarrollo del Programa Nacional Cubano en esta esfera, y ha contribuido con su experiencia a la capacitación de los talentos y en la organización de la conservación y gestión de estos recursos en las demás instituciones contribuyentes del Programa Nacional. En este trabajo se presenta una apretada reseña de los esfuerzos cubanos en este sentido, y el papel del INIFAT en la conservación y manejo de los recursos fitogenéticos dentro del mismo.

**Palabras clave:** *germoplasma; Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos; Arboretum*

**ABSTRACT.** The Central Genebank of the Fundamental Research Institute on Tropical Agriculture of Cuba (INIFAT), created since 1986, has several national mandates, and is a part of the National Plant Genetic Resources System since its creation, in 1992. At INIFAT are held in custody the national collections of genetic resources of vegetables, edible grains, oil seed species and spicy plants. Besides, it has historical collections of

citrus species, several fruit crops and other important economic plants, like woods, sources of natural pesticides, and ornamental ones, among others. These species are preserved as living collections or in the *Arboretum*, surrounding the installations at INIFAT's Central Station. INIFAT's Genebank has a wide work on several activities related to plant genetic resources, and has also played a key role in the development of the National Cuban Program in these activities. It has contributed with its experience to capacitating young talents and in the organization and management of these resources in the rest of the institutions of the National Program. In this article, a tight review of the INIFAT's efforts in this sense was presented, and also its role in the conservation and management of plant genetic resources within it.

**Key words: germoplasm; National Plant Genetic Resources System; Arboretum**

## INTRODUCCIÓN

La conservación de los recursos genéticos vegetales es una de las principales actividades enmarcada en los esfuerzos por lograr la estabilidad de la biodiversidad en el Planeta. Esta conservación debe estar en armonía con el uso de estos recursos, pero desafortunadamente, la acción del hombre al apropiarse de los mismos para su provecho, a través de tecnologías cada vez más agresivas, ha producido el deterioro progresivo de la diversidad (Keating, 1993).

Aunque en la mayoría de los países se han hecho y se hacen ingentes esfuerzos por revertir este fenómeno, muchas riquezas del Reino Vegetal se han perdido irremisiblemente, y el peligro aún gravita sobre el destino de la humanidad. Nadie es ajeno en la actualidad a los fenómenos globales que han cambiado sensiblemente el clima de la mayoría de las regiones del Planeta, como son el deterioro de la capa de ozono y las corrientes marinas (Cramer y Lemans, 1993). Esto se manifiesta en Cuba de manera similar, como lo reflejan las investigaciones realizadas durante los últimos diez años (Gutiérrez *et al.*, 1999) También atenta contra la conservación de estos recursos, el desarrollo incontrolado de la Biotecnología, que permite a los poseedores de tales capacidades, apropiarse impunemente de los mismos, así como agotarlos en aras solamente de la ambición (Bell, 1997).

La mayor riqueza de recursos fitogenéticos se concentra en las regiones tropicales y sub-tropicales, en la llamada Franja de Diversidad, mientras que la mayoría de las grandes instalaciones establecidas para la conservación del germoplasma y la experiencia profesional en esta esfera, se concentra en los países desarrollados, situados al norte y al sur de la misma (GRAIN, 1996). Por esta razón la organización racional de la conservación y el manejo de los recursos genéticos vegetales por parte de los países que poseen esta riqueza, es muy importante para contribuir a la detención de la erosión de éstos.

En este trabajo se pretende presentar una apretada reseña de los esfuerzos cubanos en este sentido, y el papel del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT) en la conservación y manejo de los recursos fitogenéticos dentro del mismo.

## **1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA**

### **1.1. El Programa Nacional cubano**

El Programa Nacional cubano fue creado en 1990, derivado del antiguo Comité Nacional de Recursos Genéticos, creado en 1977 por la entonces Academia de Ciencias de Cuba. (Rodríguez *et al.*, 1994). El Programa Nacional Cubano tiene como su principal objetivo el desarrollo de un trabajo integrado en RFG en todas las Instituciones que preservan germoplasma en el país.

Dos años más tarde, en 1992, se creó oficialmente el Sistema Nacional de RFG por una Resolución de la antigua Academia de Ciencias; también fue creada una Comisión Nacional para la coordinación de estas actividades, con el objetivo de satisfacer el mencionado objetivo.

El Sistema Nacional está integrado por un grupo de instituciones de investigación y educacionales, pertenecientes a diferentes Ministerios, que asumieron el mandato de la custodia de las diferentes especies o grupos de especies de importancia económica presente y/o potencial. En cada caso fue nominado un curador oficial para cada colección.

En el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), que forma parte como fundador de este Sistema, el Programa empezó extraoficialmente en 1986, con la creación del Banco Central de Germoplasma.

## **2. La misión del Banco Central del INIFAT: la Unidad de Recursos Fitogenéticos**

El Banco Central de Germoplasma del INIFAT tiene diversos mandatos nacionales. En el INIFAT se custodian las colecciones nacionales de recursos genéticos de hortalizas, granos comestibles, especies oleaginosas y especies condimenticias. Además se conservan colecciones históricas de cítricos, frutales diversos y otras plantas de interés económico, como maderables, algunas con potencial como fuente de plaguicidas naturales, y ornamentales, entre otros. Estas especies se conservan en forma de colecciones vivas o en *Arboretum*, rodeando las instalaciones de la Institución.

Otra de las misiones del Banco de Germoplasma del INIFAT se refiere a que éste constituye el Banco Central de Germoplasma de Cuba, destinado a albergar las colecciones duplicadas de las especies custodiadas por otras Instituciones del Sistema Nacional. Además debe albergar la Base de Datos Nacional sobre la información de Germoplasma, en la medida en que el resto de los integrantes la vayan incorporando a ésta.

Por último, el Banco de Germoplasma del INIFAT ostenta la Vice-Presidencia de la Comisión Nacional de Recursos Fitogenéticos, cuya misión consiste en dictar las estrategias de conservación y el uso sostenible de los RFG en el país, así como establecer las prioridades, promoviendo las actividades de investigación, de gestión de germoplasma e intercambio de información, así como el apoyo nacional para las mismas, de acuerdo con las posibilidades nacionales. La Comisión también ayuda a

identificar apoyo financiero externo para los diferentes proyectos y programas de desarrollo, y a la integración de los componentes nacionales del Sistema a las actividades mundiales (Fundora, 1999).

### **2.1. Colecciones custodiadas**

En la Tabla 1, se aprecian las especies custodiadas, y el total, considerando las colecciones de semilla, las colecciones vivas y las colecciones históricas. El total de accesiones custodiadas considerando todas las especies, es de 5 209 (Fundora *et al.*, 2000, informe de archivo).

### **2.2. Manejo de las colecciones históricas**

En las colecciones históricas de interés económico potencial, se encuentran representadas 320 especies, pertenecientes a 171 géneros de 60 familias botánicas. De estas especies, 118 son autóctonas, 21 son endémicas y 200 exóticas. Las familias mejor representadas son *Arecaceae*, *Euphorbiaceae*, *Sapotaceae* y *Meliaceae* (Oviedo *et al.*, 1992, Informe de Archivo).

Entre los representantes de la flora autóctona, se destaca un monumental ejemplar de *Hildegardia cubensis* (Guana), reconocida por su gran belleza y su efectivo apoyo a nuestros mambises como fuente de fibras. Esta especie se halla muy escasamente representada *in situ*, debido a la destrucción indiscriminada de los bosques donde habita.

Debemos destacar también la presencia de *Atkinsia cubensis*, endémico exclusivo de Cuba, único representante de su género. Es valioso por su madera, y sus poblaciones son muy escasas en áreas puntuales de los bosques costeros y subcosteros. Se destacan además, *Bombacopsis cubensis* (Ceibón) y *Ekmanianthe actinophylla* (Roble Caimán), este último endémico estricto de los mogotes de Pinar del Río.

Es notable la colección de palmas nativas y exóticas. Son ejemplares interesantes, *Copernicia macroglossa* (Jata de Guanabacoa), *Calyptronoma dulcis* (Manaca), *Coccothrinax crinita* (palma petate), entre las cubanas, y entre las exóticas, varias especies del género *Phoenix*, *Hyophorbe lagenicaulis*, *Arenga pinnata* (palma de azúcar) y *Elaeis guineensis* (palma de aceite africana), entre otras.

En resumen, se encuentran en la colección, especies maderables, medicinales, condimenticias, cauchógenas, comestibles, galactógenas, forrajeras, insecticidas, curtientes, oleaginosas y tintóreas, entre otros usos.

En estas colecciones, además de las ya mencionadas, es significativa la presencia de otras especies con alguna categoría de amenaza, como *Microcycas calocoma* (palma corcho), única especie considerada como Monumento Nacional en Cuba, *Cordia dumosa*, *Brossimum alicastrum* (Guáimaro o Ramón de México), *Encephalartos alsteintein* y *Dioon spinolossium*, ambas de la familia Cicadaceae.

Es importante considerar el notable valor económico que posee este reservorio genético, con especies capaces de aportar “semilla” para el uso de éstas en más de quince líneas diferentes en la agricultura, medicina, industria, etc., y que funciona como centro de introducción, propagación y distribución de las mismas. También tiene importancia histórica y social, tanto para las comunidades científica y botánica, debido a la diversidad e integralidad de los valores biológicos aquí reunidos, así como porque contribuyen a enriquecer la cultura de la naturaleza en las generaciones actuales y futuras de escolares, aficionados, técnicos y profesionales de diferentes especialidades. En adición a esto, estas áreas boscosas en la periferia de un centro urbano tan grande como la Capital, funcionan como un “pulmón” de saneamiento ambiental para la población circundante.

### **3. La introducción y la colecta de recursos fitogenéticos en el INIFAT**

El INIFAT comenzó desde el año 1982 un programa para la exploración y colecta de recursos genéticos vegetales (Pérez *et al.*, 1985; Esquivel *et al.*, 1986). En 1986, comenzaron las colectas conjuntas con el Instituto de Genética e Investigaciones de Plantas de Alemania (IPK) (Esquivel *et al.*, 1988; Esquivel *et al.*, 1990); la última misión de colecta de este período se realizó en 1992. Durante este período se realizaron 28 misiones cortas, que cubrieron gran parte del territorio nacional, desde las provincias orientales hasta las occidentales, incluyendo la Isla de la Juventud. Las colectas realizadas fueron multilaterales en lo que se refiere a especies prospectadas, colectándose 2289 accesiones en total (Rodríguez *et al.*, 1994), las cuales se encuentran convenientemente identificadas, con todos sus datos pasaporte.

Las misiones de exploración realizadas durante ese período sirvieron para compilar un inventario de especies cultivadas en Cuba, que no comprende las especies forestales ni las ornamentales. Este inventario ha resultado de gran importancia para el trabajo ulterior, ya que ha facilitado la exploración e indagación en las comunidades locales; el mismo se encuentra incluido en la Base de Datos de Plantas Cultivadas del IPK, y comprende 1029 especies (Esquivel *et al.*, 1992).

En 1996 se llevó a cabo una exploración dirigida a la búsqueda de material genético de raíces y tubérculos, especialmente de boniato (*Ipomoea batatas*), y las especies silvestres del género; (Fernández *et al.*, 1999). La colecta realizada cubrió los municipios de Najasa, Sierra de Cubitas y Santa Cruz del Sur, y se colectaron 42 muestras correspondientes a 23 especies, agrupadas en 15 géneros, pertenecientes a 11 familias. El género más representado fue *Ipomea*, con un total de 7 especies identificadas; también se colectaron accesiones de raíces y tubérculos en peligro de erosión, como el llerén (*Calathea allouia*), por lo que podríamos considerar que esta misión fue también multilateral.

Por último, entre los años 1997 y 2001 se realizaron 6 nuevas misiones de exploración y colecta en tres zonas representativas del país, seleccionadas sobre la base de los estudios realizados en los 15 años precedentes: Pinar del Río, Cienfuegos y Guantánamo, con los siguientes objetivos:

- Colecta de accesiones tradicionales de hortalizas, granos y oleaginosas con la finalidad de incorporarlas a los programas de mejoramiento
- Rescate de accesiones erosionadas durante el período 1990-1995
- Incremento de las colecciones *ex situ*

Al finalizar el año 2000, se colectaron 259 accesiones de 24 especies de hortalizas, granos y oleaginosas. La mayor proporción de especies correspondió a las hortalizas, con 105 accesiones de 13 especies, le siguieron los granos, con 148 accesiones de 8 especies y por último las oleaginosas, con 6 accesiones de 3 especies.

Es importante señalar algunos resultados interesantes. Se encontraron durante estas colectas los tipos tipos como el “Tarro de Chivo” (*Capsicum annuum*), “Piquín” (en estado silvestre) y “Ají ornamental” (ambos *Capsicum frutescens*). Se conocía de la presencia de estos tipos de ají en la Isla (Barrios, 2000), pero no se habían reportado en las colectas precedentes. También se encontró el ají del tipo “Corazón de Paloma” (*Capsicum frutescens*), no reportado nuevamente desde su preporte anterior en 1936 (Barrios *et al.*, 2001; Castiñeiras *et al.*, 2002).

Se observó también en las muestras colectadas de maíz, una considerable variabilidad infraespecífica, destacándose especialmente los tipos “Canilla” y “Tuzón”.

Otra vía de incremento de nuestras colecciones fue el desarrollo de las llamadas **Colectas Populares**, a partir de una iniciativa de nuestro Forum de Ciencia y Técnica. Campesinos, Unidades Agropecuarias diversas, estudiantes, amas de casa y especialistas de distintos programas de mejoramiento de especies relacionadas, han realizado donaciones a nuestras colecciones. Por esta vía se han recibido más de 100 muestras de los tres grupos de especies mencionados.

Por la vía de la introducción se han adquirido 1212 accesiones, a partir del intercambio con diferentes colecciones mundiales *ex situ*, entre las que podemos citar el IPK en Alemania, el ICRISAT en la India, el Instituto Vavilov de Leningrado (actual Petrogrado), el CIMMYT en México, el CIAT en Colombia y CENARGEN en Brasil. Así, las colecciones de caupí han incorporado accesiones de especies silvestres relacionadas: *Vigna mungo*, *Vigna angularis*, *Vigna vexillata* y *Vigna luteola* También se han obtenido por esta vía accesiones de *Vigna radiata* y *Vigna umbellata*, desde Brasil, Nigeria, Viet Nam y Estados Unidos. Se reciben periódicamente los *Index Seminum* de diferentes Bancos y Jardines Botánicos, lo que nos permite solicitar nuevos materiales (Fundora *et al.*, 1997).

#### **4. Estrategias de conservación adoptadas**

Para la conservación del material genético vegetal se adoptan generalmente dos tipos de estrategias complementarias, *ex situ* e *in situ*, que pueden implementarse sinérgicamente en dependencia de numerosos factores; éstos pueden ser de tipo logístico o pueden estar relacionados con las necesidades o posibilidades de la especie beneficiada.

##### **4.1. Estrategias de conservación *ex situ***

Las estrategias de conservación *ex situ* utilizadas en el Banco de Germoplasma del INIFAT son diversas, y entre ellas se destaca en primer lugar la conservación de semillas ortodoxas, le sigue la conservación *in vivo* de especies agámicas, anuales o perennes de semilla recalcitrante, y por último la conservación *in vitro*.

##### **5.1.1. La conservación de semillas**

En el laboratorio de semillas del Banco de Germoplasma, se han realizado investigaciones para establecer las condiciones óptimas de humedad interna en la semilla para su almacenamiento efectivo a mediano y a largo plazo, en especies de hortalizas, granos y oleaginosas (Hernández *et al.*, 1996; Hernández *et al.*, 2001). Los rangos establecidos estuvieron entre 5 y 9% para la cebolla; entre 2 y 4% para la lechuga; entre 2 y 5% para la col china; entre 4 y 8% para la acelga, el pimiento y la berenjena, y entre 4 y 8% para el tomate. Para los granos y las semillas de especies oleaginosas, la humedad adecuada de la semilla para su conservación a mediano plazo oscila entre 5 y 6%, siendo las semillas más pequeñas las que soportan una mayor desecación.

Se determinó además la utilidad relativa de distintos tipos de envase para el almacenamiento de la semilla, demostrándose que los envases más adecuados son los sobres de aluminio laminado con polietileno, sellados, le siguen en orden las bolsas de polietileno, y por último, los pomos de cristal con tapa parafinada (Hernández *et al.*, 1994). Todos ellos aseguran el aislamiento de la semilla del medio externo, impidiendo el intercambio de humedad con éste, asegurando por tanto una mayor viabilidad de la misma, por un período entre 7 y 10 años.

Otras investigaciones realizadas, se relacionaron con la preservación de la longevidad de la semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en el almacenamiento, e indicaron la importancia del empleo de un método de trilla adecuado. El método que mejores resultados rindió para los efectos de la obtención de la semilla para la conservación, fue el de la trilla manual, por la baja aparición de daños mecánicos, los que están asociados a una más alta incidencia de patógenos y microorganismos saprofitos que afectan la viabilidad de la semilla (Hernández *et al.*, 1996).

Por otra parte, la aplicación de campos magnéticos para incrementar el poder germinativo en semillas, así como en el crecimiento de las plantas ha sido objetivo de numerosas investigaciones en diversos países, con resultados variables según las

especies y condiciones de los tratamientos (Carbonell, 2000). En el INIFAT se investigó acerca de estos efectos, con vistas a poder disponer de procedimientos alternativos para mejorar la viabilidad de semillas conservadas que tengan bajo poder germinativo, facilitando así la regeneración.

Al aplicar los campos magnéticos de electroimanes a la semilla de diferentes especies, se pudo apreciar un alto grado de recuperación de éstas. En el caso del ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) c.v. "Acarigua", los regímenes de exposición que mayor efecto provocaron en semillas frescas fueron los que incrementaron notablemente el porcentaje de germinación en semillas de igual especie y variedad, cuando fueron envejecidas artificialmente. Resultados similares se obtuvieron para cuatro variedades cubanas y foráneas de trigo ('Cuba C-204', 'IAC-60', 'RM-31' y 'RM-26') y una de calabaza (*Cucurbita moschata*), tratadas con electroimanes; también se obtuvieron resultados similares con imanes permanentes, para una variedad española de trigo (*Triticum aestivum* L.), una variedad de maíz (*Zea mays*), variedad de tomate, 'Cecilia' y una de girasol (*Helianthus annuus*), var. 'Florasol'.

### **5.1.2. La conservación de colecciones vivas**

Son mantenidas en el INIFAT en forma de colecciones vivas, las colecciones de *Allium* spp., las colecciones de trabajo de raíces, tubérculos y musáceas, y las especies medicinales y condimenticias de reproducción agámica; las colecciones históricas de frutales y otras especies de interés se benefician también con este tipo de conservación.

### **5.1.3. La conservación *in vitro***

En nuestro Banco de Germoplasma se han desarrollado investigaciones dirigidas a la conservación *in vitro* de cultivares de plátano en riesgo de erosión en el país, debido a su alta susceptibilidad a diversas enfermedades severas que atacan el cultivo. Estos trabajos han abordado la conservación con crecimiento reducido (+ 16 °C), en la que se produjo mayor disminución de la viabilidad y de la propagación en el segundo subcultivo, en los cultivares de los grupos genómicos AAB y AAA (que tienen más bajo nivel de respuesta), con respecto a los del grupo ABB. La crioconservación (por inmersión en nitrógeno líquido, a -196 °C), se trabajó mediante el método simple desarrollado por Panis (1995) para esta especie, y también la vitrificación. Se trabajó utilizando estructuras de meristemas proliferantes (*proliferating meristems*). Con el método simple existieron notables diferencias en la respuesta de los grupos genómicos utilizados; el grupo ABB fue más noble a la crioconservación que el grupo AAB. Los resultados obtenidos de la vitrificación de agregados meristemáticos indicaron que, aunque los niveles de supervivencia al nitrógeno líquido fueron relativamente bajos, se obtuvo una mejor respuesta de los clones AAB (entre 19 y 23%). La vitrificación de ápices de vitroplantas de plátano no aportó, sin embargo, resultados satisfactorios. Se observa una alta variabilidad en la respuesta entre los cultivares y grupos genéticos de plátano a las diferentes técnicas de crioconservación. La vitrificación de agregados de meristemas resultó un protocolo sencillo, y ofrece una perspectiva para su aplicación en los Bancos de Germoplasma y laboratorios de los países en desarrollo. La técnica



de encapsulación-deshidratación no fue efectiva en el caso de los plátanos y bananos, en nuestras condiciones (Torres *et al.*, 2001).

También se evaluaron en campo las plantas regeneradas de los meristemos proliferantes crioconservados de plátano, no encontrándose diferencias con las obtenidas a partir de cormos en cuanto a las características morfoagronómicas. No se encontraron tampoco diferencias en los patrones de bandas para las isoenzimas peroxidasa, esterasas y polifenoloxidasas.

El protocolo de encapsulación-deshidratación para la crioconservación de ápices de yuca, el cuál requiere de precultivos prolongados (de 24 a 74 horas) en altas concentraciones de sacarosa, y tiempos de deshidratación de 4 horas o más, resultó complejo en el orden práctico para un laboratorio de un Banco de Germoplasma; la vitrificación utilizando la solución PVS3, aplicada durante 45 minutos, resultó un método sencillo, y tuvo resultados positivos para la crioconservación de dos cultivares de los cultivares 'CEMSA 74-725' y 'Señorita', lo cual quedó cuantificado en los valores promedios para la regeneración de ambos cultivares, que correspondieron al 33.5 % y el 13.5 %, respectivamente.

#### **5.1.4. La conservación de las colecciones históricas**

En la institución está en marcha un plan de acciones encaminadas a la restauración y mantenimiento de las colecciones históricas, en colaboración con el Instituto de Ecología y Sistemática del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, el Instituto de Fruticultura Tropical, perteneciente al Ministerio de la Agricultura y la Empresa de Planificación Forestal del propio Ministerio, que incluye un conjunto de medidas como la prohibición de la tala de las especies existentes en el *Arboretrú*; la eliminación de plantas invasoras de alta densidad de población (*Brousonetia papirifera*, *Petiveria alliacia*, la lengua de vaca y otras); la recogida de los troncos y ramas de árboles caídos; el control de insectos dañinos y otras.

También se incluyen en estas acciones, el tratamiento silvicultural general, el etiquetado y mapificación de las plantas, la documentación de la propia colección, el completamiento de los datos científicos disponibles, la elaboración de un herbario de referencia y de una carpo-espermatoteca para el intercambio, la edición de un catálogo, y la elaboración de un programa educativo para el mejor uso de la colección.

#### **5.2. La conservación *in situ* de plantas cultivadas**

Los huertos caseros de las áreas rurales poseen un alto valor genético y económico, y la diversidad presente en ellos se ha conservado en sistemas de agricultura tradicional mediante su uso y estrechamente relacionada con determinados factores socio-culturales (Jarvis *et al.*, 1997).

Los primeros trabajos sobre la conservación *in situ* de plantas cultivadas en huertos caseros de Cuba fueron realizados por Esquivel y Hammer (1994), así como por

Frometa y Lima (1992). Después de estudiar la estructura y composición de algunos conucos, los autores concluyeron que los huertos caseros en Cuba son sitios importantes para el mantenimiento de la diversidad de los recursos genéticos de plantas cultivadas, así como puntos de introducción de nuevas variedades.

### 5.2.1. Proyectos desarrollados

Durante los años 1997 y 1998 se desarrolló en Cuba un “Proyecto Piloto para la Conservación *In Situ* de la Variabilidad de Plantas de Cultivo”, con la cooperación técnica y financiera de la ONG Italiana CROCEVIA y el IPGRI (*International Plant Genetic Resources Institute*). Esta fue una experiencia Piloto, que tuvo como objetivo fundamental estudiar algunos huertos caseros (*conucos*) representativos de dos regiones del país: la occidental, en la provincia de Pinar del Río y la central, en la provincia de Cienfuegos; en el proyecto estuvieron involucradas otras instituciones cubanas, y se hizo un inventario de todas las plantas cultivadas, así como las características socio-culturales de las comunidades. Se capacitó además el personal que podría atender estas áreas en el futuro, así como mostrar la contribución del *conuco* a la economía familiar, buscando vías que permitieran divulgar el valor de éstos, en beneficio de las propias familias, desde el punto de vista socio-económico.

En total se estudiaron 11 huertos, y el inventario realizado reveló la existencia de 186 especies bajo cultivo. Las áreas estudiadas se caracterizaron por una alta presencia de frutales, integrados a los estratos arbustivo y arbóreo, así como plantas medicinales en el estrato herbáceo. Por otro lado, la presencia reportada para las hortalizas fue baja. Ambas áreas tuvieron al cafeto como cultivo económico de mayor importancia, aunque también los plátanos y bananos brindan un fuerte sustento económico a algunas de las familias estudiadas, especialmente en Cienfuegos.

Los resultados obtenidos en el Proyecto Piloto fueron la base para el desarrollo del Proyecto Global “**Contribución de los Huertos Caseros a la Conservación *In Situ* de Recursos Fitogenéticos en Sistemas de Agricultura Tradicional**”, con el apoyo del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) y la Fundación Alemana para la Cooperación (GTZ), que incluyó las áreas antes mencionadas y la provincia de Guantánamo. En este caso se estudiaron profundamente 38 huertos, donde se observaron en total 403 especies cultivadas con diferentes usos, para consumo humano y animal, como alimento, medicamento, condimento, ornamental, etc., así como 126 silvestres que se mantienen en el área del huerto por su utilidad.

El estudio reveló que el huerto casero es un sistema dinámico, donde se aprovecha al máximo el espacio, se suceden constantemente las tareas de preparación de tierra, siembra, atención y cosecha de los cultivos. En cuanto a la participación de género, el hombre participa más en las labores agrícolas y la mujer en las tareas del hogar, mientras que ambos atienden la cría de animales domésticos (Cristóbal *et al.*, 2001).

En los huertos estudiados existe una variabilidad infraespecífica importante en algunas especies, y se detectó la presencia de cultivares casi extintos en el país, y que merecen ser preservados en condiciones *in situ*. Además se apreció el papel desempeñado por

la mujer en la conservación y manejo de los recursos en el huerto, teniendo la primacía en la atención de las plantas medicinales y condimenticias, mientras que el hombre se encarga de los cultivos de mayor importancia para la alimentación de la familia.

Se desarrollaron programas de capacitación con la participación de científicos y campesinos, para el intercambio de ideas y experiencias, así como para el fortalecimiento de su conciencia conservacionista.

También se estudiaron las características de la producción de semilla de sus variedades tradicionales, analizándose los patrones de selección empleados, la forma de conservación del material reproductivo, así como el flujo de cultivares presente en cada área, de acuerdo a las especies bajo consideración (Fundora *et al*, 2001 a).

Los resultados también mostraron que los huertos seleccionados en el país están ubicados bajo ecosistemas frágiles, cuya fertilidad está en dependencia de cómo el hombre use el recurso, en equilibrio con los procesos naturales. Es necesario continuar realizando esfuerzos para mejorar la salud de los suelos en ellos, con el objetivo de incrementar sus potenciales como agroecosistemas equilibrados en la conservación de los recursos fitogenéticos de plantas de cultivo.

La mejor salud ambiental se manifestó en los *conucos* que están ubicados dentro de las zonas regidas por la concepción de “áreas ecológicamente protegidas”, como es el caso de las Provincias de Guantánamo y Pinar del Río, por lo que sus huertos presentan buenas características para la conservación y manejo *in situ* de la diversidad de plantas cultivadas.

Se apreció también que el manejo de las labores se hace de una forma poco agresiva para el ambiente, ya que en una alta proporción se emplea el manejo manual de las cosecha, la preparación del suelo y el control de las malezas, así como, se maneja la mayoría de las especies en condiciones de secano y se realizan prácticas de fertilización orgánica en la mayoría de los casos, o no se fertiliza (Fundora *et al*, 2001 b).

### **5.2.2. Diversidad general observada en las especies objeto**

Se seleccionaron tres cultivos para profundizar en el estudio de diversidad: *Pouteria sapota*, *Phaseolus lunatus* y *Capsicum* spp.. Los resultados de la caracterización morfo-agronómica realizada mostraron que existe una considerable variabilidad infraespecífica que se mantiene a nivel del huerto casero, y que ha sido poco explotada desde el punto de vista comercial, por lo que es necesario trazar estrategias nacionales que permitan que esta diversidad se utilice plenamente, evitando su erosión. En un grupo importante de otras especies, se encontró alta diversidad infraespecífica, de acuerdo con la percepción de los campesinos (Castiñeiras *et al*, 2001).

En el marco del Proyecto Piloto (Castiñeiras *et al.*, 2000) se encontraron 23 especies que no fueron referidas por Esquivel *et al.* (1992). Por otra parte, en el inventario realizado en el Proyecto, se detectó la presencia de 90 especies que no fueron

referidas en el Proyecto Piloto, mientras que 21 nuevas especies determinadas en el transcurso del Proyecto Global, no fueron referidas por Esquivel y Hammer (1992), ni por Castiñeiras *et al.* (2000).

Estos resultados indican que se ha ido profundizando en el estudio de la diversidad en los huertos caseros de Cuba, y que en el futuro es necesario involucrar un número mayor de áreas en las estrategias de conservación que se propongan. El huerto casero es, por tanto, un elemento indispensable en la conservación *in situ* de la biodiversidad agrícola

### **5.3. El herbario de plantas cultivadas del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt"**

En julio de 1904, se creó el Departamento de Botánica de la entonces recién fundada Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas (actualmente Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt"), bajo la dirección de Charles Fuller Baker, quien comenzó a preparar un herbario de plantas económicas, tanto nativas como extranjeras. A estos primeros materiales se unió una colección de ejemplares duplicados de las colectas de A. H. Curtiss en Isla de Pinos (Martínez, 1994).

Las expediciones realizadas en las provincias de Pinar del Río, La Habana y Matanzas por Baker, junto con Percy Wilson, Miguel Zaragoza, Manuel Abarca y H. A. Van Hermann, ayudaron a enriquecer notablemente el nuevo herbario. Posteriormente, con la incorporación a la Estación Experimental Agronómica, de Juan Tomás Roig en 1913, y Julián Acuña Galé en 1920, las colectas de ejemplares de herbario reciben un nuevo impulso. En 1931, cuando el Ing. Julián Acuña Galé tomó a su cargo la dirección del herbario, se contaba con 7 800 ejemplares de plantas cubanas, y una cantidad similar proveniente de Las Antillas, y de otras regiones del planeta.

El herbario se continuó enriqueciendo con colectas realizadas en diferentes regiones del país, y con el intercambio con otras instituciones homólogas, y ya en 1953 contaba con 19 000 ejemplares cubanos y aproximadamente unos 10 000 extranjeros, lo que lo hacía el mejor herbario de plantas económicas del país. Roig mantuvo su propia colección, pero siempre vinculada al herbario.

Este herbario, reconocido internacionalmente con el acrónimo SV, alcanzó la cifra de 100 000 ejemplares. Además de su fundador, C. F. Baker, hay que destacar entre sus colectores, a figuras tan ilustres como Heinrich Hasslebring, Percy Wilson, Antonio Ponce de León, Eva Mameli de Calvino, Gonzalo Martínez Fortún, Juan Tomás Roig y Julián Acuña Galé (Méndez, 1995).

En 1967, con la creación del Instituto de Botánica de la Academia de Ciencias de Cuba, el herbario pasó a dicha Institución, ahora denominada Instituto de Ecología y Sistemática, y durante mucho tiempo más funcionó en los predios del actual INIFAT. Aunque se encuentra incorporado a ese herbario, que posee el acrónimo HAC, se maneja como una colección aparte, por su inestimable valor.

En 1992, el Departamento de Genética y Mejoramiento del INIFAT volvió a establecer un herbario en la Institución. Su objetivo era servir de referencia para la colecta de recursos fitogenéticos en el país, para el incremento de las colecciones vivas del INIFAT y de las accesiones de su Banco de Germoplasma (Sánchez *et al.*, 1996). Hasta el presente se han colectado unos 800 números, con más de 1000 ejemplares. A ello hay que sumar unos 1000 ejemplares, en su mayoría de malezas, que estaban depositados en el antiguo laboratorio de herbicidas de la Institución, y que fueron incorporados a éste.

Las prioridades de la colecta del herbario están dirigidas a las plantas cultivadas, lo que responde al interés del INIFAT, y de la Red Nacional de Herbarios, en función de la escasez de ejemplares de herbario de este grupo de especies en el país. Este organismo recomendó que este herbario se especializara en ese grupo de plantas y que su Sede permanente fuera el INIFAT.

## **6. El mantenimiento y la regeneración de las colecciones**

El mantenimiento de las colecciones con un adecuado nivel de viabilidad debe ser uno de los objetivos principales de un Banco de Germoplasma, y debe estar sujeto a una estrategia institucional que minimice la necesidad de regeneración, sin reducir la eficacia de la conservación y utilización de los recursos. La regeneración de las colecciones en el INIFAT se realiza sobre la base del chequeo periódico de la germinación de las muestras conservadas, así como del estado fitosanitario de las mismas. Los métodos que se han empleado son muy variados, en dependencia del sistema de reproducción de la especie en cuestión.

Durante los trabajos de regeneración y mantenimiento de las colecciones, se pudo identificar un grupo de aspectos, tomando en consideración las diferentes fases de desarrollo de las especies mantenidas en las colecciones (Shagarodsky *et al.*, 1995). Entre los factores que afectaron el mantenimiento de las colecciones durante la fase de germinación de la semilla, se encontraron la latencia, las enfermedades fungosas y las plagas (incluyendo los roedores). Durante el desarrollo vegetativo, los más sobresalientes fueron las enfermedades fungosas, bacterianas y virales, y las plagas. Por otra parte, en la floración se identificaron, la ausencia de polinizadores adecuados o, por el contrario, la presencia indeseable de insectos polinizadores que aumentan la posibilidad de alogamia en las especies autógamias. Durante la fructificación, los más importantes fueron la utilización de la época no óptima para la producción de las semillas, las enfermedades y plagas, y los procedimientos y condiciones no adecuadas de beneficio y almacenaje. Durante la conservación, las fallas de fluido eléctrico fueron el factor de mayor incidencia.

Las especies que presentan latencia, fueron sometidas a tratamiento previo de humedecimiento de la semilla u otros tratamientos adecuados para eliminarla, como la inmersión de las semillas en ácido sulfúrico por varios minutos (5-10).

Considerando los problemas que se presentan durante el período de floración, se ha procedido en algunos casos a aislar o sellar las flores, o a realizar la polinización inducida, con aislamiento posterior. Este el caso del quimbombó, la calabaza y el girasol, entre otros. En muchos casos de especies autógamas como el tomate, el frijol y la soya, se han realizado estudios encaminados a determinar los porcentajes de alogamia natural para determinar los procedimientos más adecuados para la regeneración y mantenimiento de las colecciones (Moya *et al.*, 1983; Fundora *et al.*, 1996).

Se ha utilizado para el girasol la autofecundación con cubrimiento de la inflorescencia, utilizando bolsas de papel o malla plástica; la autofecundación con cubrimiento y estimulación de la polinización mediante frotamiento de la inflorescencia dentro de la bolsa, y la fecundación fraternal o "sibbing", con polen de plantas hermanas. Este último método resultó el más efectivo, debido a la mayor cantidad de semillas formadas y de mejor calidad, y actualmente se utiliza para la regeneración de la colección de esta especie.

En el caso de *Capsicum* spp., que son especies autógamas, pero con un alto porcentaje de fecundación cruzada, la regeneración se realiza mediante la utilización de estructuras en forma de casetas de metal o madera, forradas con tela de "cheese cloth"; esto se utiliza también para el ajonjolí (*Sesamum indicum* L.).

## **7. Caracterización del germoplasma conservado**

En el INIFAT la caracterización de las colecciones se ha realizado intensamente durante los últimos 15 años, lográndose cubrir hasta un 80% de los descriptores morfoagronómicos y fenológicos (Moya, 1987; Castiñeiras, 1990; Castiñeiras *et al.*, 1991 a; Castiñeiras, 1993; Moreno *et al.*, 1994; Shagarodsky *et al.*, 1995; Fundora *et al.*, 2001); no se incluyen las nuevas introducciones y prospecciones, las cuales cada año, están caracterizándose y evaluándose a medida que van llegando a nuestro Banco. Sin embargo, sólo se ha podido caracterizar un 40% de las accesiones de las distintas especies, variando este porcentaje de una especie a otra (por ejemplo, la colección de las especies del género *Capsicum* está caracterizada casi en un 95%).

### **7.1. Colección de frijol común (*Phaseolus vulgaris*)**

Se realizó la caracterización morfobotánica de más de 300 accesiones, utilizándose 112 caracteres provenientes de la combinación de varios descriptores (CAME, CIAT e IPGRI); se confeccionó un listado de descriptores mínimos de la colección. Se caracterizaron además los cultivares colectados, en comparación con los de introducción y los genotipos de las Regiones Mesoamericana y Andina, desde el punto de vista bioquímico, utilizando la proteína de reserva de la semilla (faseolina) (Castiñeiras, 1993). Además se evaluaron preliminarmente, 96 cultivares de frijol, procedentes de las colectas realizadas, destacándose dos grupos, uno de grano negro (15 cultivares) y otro de grano rojo (16 cultivares).

### 7.2. Colección de frijol caballero (*Phaseolus lunatus*)

Se caracterizó la colección de frijol caballero, colectada en Cuba, sobre la base de 11 descriptores mínimos de la semilla, encontrándose una amplia variabilidad autóctona en Cuba. Se detectó la presencia de los tres cultigrupos mundialmente reportados para la especie: **Sieva**, **Papa** y **Lima**, y algunos grupos intermedios **Sieva-Papa** y **Sieva-Lima**. Se caracterizaron además bioquímicamente los mismos, en comparación con materiales procedentes de otras zonas de América, sobre la base de la proteína de reserva. Se encontró un patrón Mesoamericano para los cultigrupos Sieva y Papa, y un patrón Andino para el cultigrupo Lima (Castiñeiras *et al.*, 1994).

### 7.3. Colección de *Vigna* spp.

En *Vigna radiata* (frijol mungo o frijol verde) se evaluaron las 34 accesiones utilizando nueve caracteres morfológicos, evaluándose un conjunto de los más promisorios, con maduración agrupada, y una alta calidad del grano para consumo seco; también se evaluaron para su rendimiento de brotes tiernos (Shagarodsky *et al.*, 1995). Se caracterizaron también las accesiones de habichuela china (*Vigna unguiculata* var. *sesquipedalis*), usando ocho descriptores, y las de caupí (*Vigna unguiculata* var. *unguiculata*), usando diez descriptores. En general las colecciones de *Vigna* se encuentran caracterizadas en un 75%, estando en proceso la caracterización de otras especies afines con que contamos (*Vigna angularis*, *Vigna vexillata*, *Vigna luteola* y *Vigna umbellata*).

La caracterización bioquímica de las variedades y especies dentro del complejo *unguiculata*, permitió detectar la presencia de patrones específicos de cada una, y poca variación dentro de las formas cultivadas, en comparación con la amplia variabilidad morfológica encontrada (Shagarodsky y Sánchez, 1995). Se pudo también encontrar en la colección fuentes de resistencia al Virus del Mosaico Severo del Caupí (en una variedad autóctona y otra de introducción).

### 7.4. Colección de garbanzo (*Cicer arietinum*)

Se caracterizó la colección, utilizando los 21 descriptores mínimos identificados, entre los que figuran la resistencia de las accesiones frente a *Fusarium* spp. y la roya (*Uromyces ciceri-arietini*). Se ha incrementado notablemente la colección con accesiones del tipo **DESI**, las cuales han sido adecuadamente caracterizadas y evaluadas preliminarmente. Esto ha permitido aumentar las potencialidades de la misma en cuanto a la alimentación humana y animal.

### 7.5. Colección de maní (*Arachis hypogaea*)

La colección de maní se encuentra caracterizada en su tercera parte, sobre la base de 20 descriptores morfológicos, botánicos, fenológicos y agronómicos, y se ha realizado la evaluación preliminar de más de 80 accesiones introducidas y colectadas. Está en proceso la caracterización correcta de las variedades botánicas de las dos sub-especies presentes.

### 7.6. Colección de soya (*Glycine max*)

La colección de soya se encuentra caracterizada en un 30%, incluyendo su resistencia frente a *Peronospora manshurica* y *Microsphaera difusa* (Barrios *et al.*, 1996-1997 a; b). Están en proceso de caracterización las más recientes introducciones, y los materiales de los programas de mejoramiento del INIFAT. Además se realizó la optimización del listado de descriptores del género, mediante la determinación del momento adecuado de evaluación de determinados descriptores, lo que permitió una caracterización más precisa de los cultivares. En la soya, cultivada bajo nuestras condiciones climáticas (temperatura e iluminación), la forma de la hoja sufre marcados cambios en su expresión, en dependencia de la adaptación relativa de los cultivares; la expresión de este carácter también varía en dependencia del estadio de desarrollo de la planta, alcanzando su expresión real en el período de floración masiva. Se precisó este particular comparando parámetros genético-estadísticos de variabilidad en los diferentes estadios de desarrollo de los folíolos (Fundora *et al.*, 1987).

### 7.7. Colección de quimbombó (*Abelmoschus esculentus*)

La colección de quimbombó, abundante en variedades colectadas, se ha caracterizado usando 18 descriptores morfológicos y agronómicos, así como por su contenido de proteínas, y mediante estudios isoenzimáticos en hojas cotiledonales. Se apreció la presencia de cuatro grupos agronómicos dentro de la colección, conocidos como **Criollo**, **Clemson**, **Emerald** y **Chino**, los cuales no se diferenciaron claramente desde el punto de vista bioquímico, siendo amplia la variabilidad de la colección desde el punto de vista morfológico y agronómico (Shagardsky, 1995, Informe de Archivo).

### 7.8. Colección de tomate (*Lycopersicon esculentum*)

Hasta el presente se ha acumulado una amplia colección, donde están representadas numerosas accesiones procedentes de un programa de hibridación iniciado en la década del 40, y que está integrada por importantes materiales con interés para la mejora. Estas accesiones están en proceso de caracterización mediante descriptores botánicos y agronómicos. Otro componente importante de la colección son las accesiones colectadas, donde están representadas las principales formas tradicionales del cultivo en el país (tomates placeros y cimarrones). Por último, la colección también incluye las accesiones introducidas desde algunos países, las cuales se han ido incrementando en los últimos cinco años. La colección se encuentra caracterizada al 70%, atendiendo a 20 descriptores. El resultado de esta caracterización ha permitido, no sólo conocer el material genético de que disponemos, sino también optimizar el proceso de caracterización, obteniéndose los descriptores mínimos para la colección. La colección está también caracterizada por su resistencia a *Alternaria solani*.

Entre las accesiones que se encuentran en los inicios del proceso de la caracterización, están dos especies silvestres afines: *Lycopersicon pimpinellifolium* y *Lycopersicon peruvianum*, con genes de resistencia a las principales enfermedades que afectan al cultivo.



### **7.9. Colecciones de *Capsicum* spp (ajíes y pimientos)**

Se realizó la caracterización de toda la colección por su resistencia frente a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, y teniendo en cuenta también el tipo de fruto y sus dimensiones. Se identificaron importantes fuentes de resistencia a esta enfermedad en el 48% de la colección, sobre todo en la especie *Capsicum frutescens*, además de reportarse algunos genotipos de interés con buenas características para el mejoramiento y la producción (Barrios *et al.*, 1996-1997). Se realizó la caracterización morfoagronómica de todas las accesiones de *Capsicum annuum*, utilizando un listado de descriptores mínimos. Se determinó que en esta especie contamos en nuestro germoplasma con una reserva genética valiosa para satisfacer las demandas del mercado interno, la industria y la exportación. La gran variabilidad encontrada en sus frutos, hacen que puedan ser empleadas para consumo fresco o como especia. Una pequeña parte de la colección ha sido caracterizada desde el punto de vista bioquímico, utilizando un grupo de sistemas isoenzimáticos (Castiñeiras *et al.*, 1996).

Se determinó que, de las cinco especies domesticadas por el hombre en este género, sólo se encuentran presentes en Cuba tres, que integran un “complejo”, por sus posibilidades de entrecruzamiento, y por las leves diferencias entre ellas: *Capsicum annuum*-*chinense*-*frutescens*. Existen también formas intermedias, con diferentes grados de domesticación para cada especie, desde totalmente domesticados hasta silvestres, para el caso de *Capsicum frutescens*.

### **7.10. Colección de *Cucurbitaceae***

La colección de calabaza (*Cucurbita moschata*) se encuentra caracterizada en un 50%, según un listado de 15 descriptores morfoagronómicos mínimos, encontrándose una alta variabilidad de la misma, con importantes materiales, útiles para el mejoramiento de la especie (Moreno y Reyes, 1996). Las colecciones de pepino (*Cucumis sativus*), están pendientes de caracterización, así como también algunas accesiones de especies silvestres o semi-silvestres relacionadas.

### **7.11. Colección de *Allium* spp.**

Se ha realizado la caracterización agrofisiológica de un importante grupo de las accesiones tradicionales de *Allium sativum*, destacándose la presencia de seis grupos, de acuerdo a su respuesta agrofisiológica frente a las condiciones reinantes en Cuba durante la siembra, y teniendo en cuenta el tiempo necesario para la ruptura de la dormancia (Moreno *et al.*, 1994). Cerca del 80% de la variabilidad encontrada en la colección correspondió al peso, altura, diámetro y forma de los bulbos. También se encuentra la colección de ajos “Criollos” parcialmente caracterizada desde el punto de vista citogenético, de acuerdo al contenido a los patrones de bandas C de la heterocromatina constitutiva de los cromosomas. Esto permitió la identificación de cultivares con similares caracteres agromorfológicos, e incluso igual denominación (Pérez, 1996).

### 7.11. Colecciones de otras especies

Las colecciones de otras especies se encuentran en manos de los mejoradores, pues no es suficiente el personal técnico con que se cuenta. Estas colecciones se encuentran caracterizadas parcialmente, sólo para caracteres de interés para los mejoradores, desde el punto de vista agronómico. En este caso se encuentran las colecciones de guisantes (*Pisum sativum*), hortalizas menores (col, brócoli, lechuga, rabanito, cebolla, etc.) y otras.

## 8. Documentación de la información del germoplasma

Hace más de una década numerosos especialistas han trabajado en el INIFAT en la elaboración de sistemas para la documentación de la información recogida durante la adquisición, colecta, caracterización, evaluación y almacenamiento de las colecciones de germoplasma. Algunos de los desarrollados son: VARIEDAD, DITTO y SORT, para minicomputadoras (Fraga *et al.*, 1986); MICOCISCA, para sistemas CP/M (Etchegoyen y Moya, 1989; Moya y Etchegoyen, 1989), y MICROSIRF, como primera versión para MS-DOS (Etchegoyen, 1988). Posteriormente se desarrollaron dos sistemas de documentación (SDIRF y SISBAGER), los cuales representan grandes avances en este sentido (López *et al.*, 1995). Este último sistema representa una fase superior del desarrollo de los sistemas de documentación en el país, ya que se han utilizado criterios más amplios de entrada de los datos de las accesiones (por cultivo, grupos de cultivos y por nombres científicos). Esto permite que los módulos de entrada puedan servir para otros cultivos distintos de aquellos para los cuales fue diseñado, y que sean compatibles las Bases de Datos con el sistema internacional GRIN. También utiliza un esquema relacional para el trabajo con las bases de datos, y posee un módulo de conservación bien desarrollado, para la entrada de los datos del almacenamiento de las colecciones.

Este nuevo sistema está basado en la "Guía para la Documentación de Recursos Genéticos" del IPGRI, y está soportado por MICROSOFT FoxPro para MS-DOS, de manera de que pueda servir también para *hardwares* menos avanzados; se ha desarrollado durante el 2001 una nueva versión para Windows. Cuenta con una serie de menús desplegables que facilitan su operación, además de presentar un módulo de ayuda en línea, que explica de una manera sencilla el significado de cada descriptor. Su estructura está adaptada a cualquier demanda de información, ya que está basada en un potente y amplio sistema de interrogación, en lenguaje SQL (*Structure Query Language*).

Actualmente el SISBAGER se está explotando con éxito, respaldado por un proyecto nacional, en 5 instituciones que custodian germoplasma en el país, y ha sido revisado y mejorado con sus sugerencias, por otro grupo de instituciones del Sistema Nacional; se elaboró un Manual de Usuario y se ofreció entrenamiento a las Instituciones interesadas: IIHLD, Indio Hatuey, INCA, Instituto de Investigaciones del Arroz, Instituto de Investigaciones Forestales, Instituto de Investigaciones de Cítricos y Otros Frutales e Instituto Pedagógico "José Martí" de Camagüey. El Sistema ha sido adoptado oficialmente por la Comisión Nacional de Recursos Genéticos para la documentación

del germoplasma en los Institutos del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos. Se han logrado almacenar hasta el momento, 4 815 registros en cuatro de las seis instituciones participantes en el Proyecto Nacional. Este es uno de los sistemas escogidos para el intercambio de información en un proyecto regional, auspiciado por FAO y el gobierno de Holanda, y que está desarrollándose en la actualidad.

Se ha desarrollado también una primera versión de un sistema para la documentación de la información de los estudios *in situ* de las plantas cultivadas en los huertos caseros, que es capaz de almacenar no sólo la información sobre el recurso, sino también el conocimiento tradicional asociado y la información socio-económica de la familia en cada región. El sistema, denominado SICOIS, se encuentra implementado en Access, y necesita de un procesador 486 o superior, 4 Mb de memoria RAM y un espacio de Mb disponibles en el disco duro (Alonso, 1999).

Se ha elaborado también un **Catálogo computarizado de condimentos** ilustrado, que comprende 111 especies, pertenecientes a 80 géneros y 39 familias, importante para la utilización de nuestra Flora con estas características.

## 9. Utilización de las colecciones custodiadas

Paralelamente al desarrollo del resto de las actividades de germoplasma, se ha utilizado activamente la variabilidad de las colecciones, tanto los cultivares de introducción como los tradicionales colectados en todo el país. En el frijol común se seleccionaron 15 cultivares promisorios de grano negro para su introducción directa en la producción, luego de un programa de evaluación ecozonal, así como dos de grano de otros colores, las cuales están incluidas en la estructura varietal del cultivo. También se ha utilizado el germoplasma de variedades de color negro de esta especie como progenitores en un programas de hibridación, lográndose introducir genes de resistencia al virus del mosaico común del frijol (BCMV) presentes en ellas, en variedades comerciales de granos negro y rojo. También están siendo utilizados otros cultivares del germoplasma como fuentes de resistencia frente al mosaico dorado y a la roya del frijol, o como progenitores en un programa de inducción de mutaciones (Díaz *et al.*, 1990; Fundora *et al.*, 1994). Las variedades y líneas obtenidas que no resultaron de valor comercial directo, derivadas de ambos programas, pero que incorporaron los genes de resistencia, integraron la colección como nuevas fuentes de genes de resistencia frente a estas enfermedades. Es importante destacar que la variedades de frijol de la serie 'Cuba Cueto', 'CC 25-9', de granos negro, rojo y colorado son, desde su obtención a partir del germoplasma introducido, las variedades más estables y de mayor rendimiento en los sectores productivos, y que la de grano negro es de una excepcional calidad culinaria.

Un ejemplo notable de la utilización de las colecciones custodiadas es el empleo de las accesiones de tomate cimarrón (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*), perteneciente al *pool* genético primario de la especie cultivada, en programas de cruzamiento con variedades comerciales, para la incorporación a éstas de sus genes de resistencia frente al tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*), y de resistencia a condiciones adversas. También del genofondo existente, han surgido variedades

comerciales importantes en el esquema varietal de la especie, como la 'CC 2781', la 'C 28V', la 'INIFAT 28', la 'FI 5' y la 'Mallac 10' (ensalada) para condiciones de verano, y los tomates placeros 'C 21', 'CC 3' y 'Camalote 1', entre otras. También se han derivado del germoplasma conservado los progenitores de los híbridos cubanos 'César' y 'Gaviota', entre otros.

Se pueden citar como ejemplos relevantes de la utilización del germoplasma custodiado en el Instituto, las variedades de cebolla 'Caribe 71' y 'Jagua 9-72', entre otras (Reyes y Moreno, 1989). También es importante mencionar los clones de ajo 'Sancti Spiritu 3' y 'Guadalupe 15' y otros más, y el cebollino 'INIFAT C-1', este último generalizado en la mayoría de los organopónicos del país (Fundora *et al.*, 1997). Es importante señalar además la utilización de las variedades comerciales del germoplasma de ajo (*Allium sativum*) en un programa de mejoramiento por inducción de mutaciones, que ha rendido una variedad más precoz y resistente a las plagas de almacén, la 'RM-2'.

La colección cuenta con germoplasma de trigo, en el que se ha podido identificar un cultivar adaptado a las condiciones de nuestro país, y que ha servido para ajustar las normas tecnológicas más importantes para su cultivo.

A partir del germoplasma local colectado y de introducción, se han derivaron variedades de calabaza como la 'VME'; variedades de maní como la 'Crema VC-504', la 'Zenit', la 'INIFAT-122', la 'INIFAT-19' y la 'INIFAT-63', derivada esta última de un programa de mejoramiento por inducción de mutaciones, con características relevantes de nodulación y rendimiento; variedades de ají cachucha como la 'PC-11' y 'PC-33'; variedades de zanahoria, de perejil, de culantro, lechuga, acelga y col china, por mencionar algunos ejemplos. En resumen, en el país existen, en diversas fases de extensión y generalización, más de 30 variedades procedentes directa o indirectamente de nuestro germoplasma (INIFAT, 1993).

## 10. Otras investigaciones realizadas

Se han obtenido adicionalmente otros resultados colaterales derivados de las actividades antes mencionadas. Se han establecido, por ejemplo, las relaciones filogenéticas entre los genotipos de *Phaseolus* colectados en Cuba y los procedentes de otras regiones de América, principalmente de sus centros de origen, utilizando los patrones de faseolina. Se puede afirmar que la especie debió haberse introducido en Cuba a través del Arco de las Antillas por las tribus "arawakas", ancestros de los taínos, en el período anterior de la conquista de América, y procedentes de los principales centros de domesticación, en Mesoamérica y los Andes, independientemente, en espacio y tiempo (Castiñeiras *et al.*, 1994).

Por otra parte, se observó un patrón isoenzimático Mesoamericano en las muestras pertenecientes a los cultigrupos 'Sieva' y 'Papa' en las accesiones autóctonas de *Phaseolus lunatus*, mientras que las pertenecientes al cultigrupo 'Lima grande', presentaron el patrón Andino. Se pudo apreciar que predomina en Cuba el cultigrupo 'Sieva', probablemente introducido antes de la Conquista, mientras que el tipo 'Papa' se

encuentra en mucha menor proporción, y debió introducirse desde Centroamérica en una etapa posterior a la aparición de los españoles en nuestro Archipiélago.

Otra investigación importante fue el estudio biosistemático realizado del género *Phaseolus* en Cuba. Se determinó la presencia de sólo tres especies en este género en Cuba: *Phaseolus vulgaris*, *Phaseolus lunatus* y *Phaseolus coccineus*. El resto de las especies del género que habían sido descritas para Cuba, pertenecen realmente al género *Vigna* Savi (Castiñeiras y Shagarodsky, 1997). Como resumen de este estudio se estableció una clave que permite discriminar las accesiones de dudosa identidad que ingresen a la colección.

Se profundizó también en la naturaleza de la expresión codominante de los genes que determinan los principales sistemas isoenzimáticos en el género *Vigna*, y se establecieron los de mayor poder discriminante (Shagarodsky y Sánchez, 1995). En general en la colección de este género fue posible el establecimiento de marcadores útiles en hoja primaria para la identificación de variedades de carita (*V. unguiculata* ssp. *unguiculata*), habichuela china (*V. unguiculata* ssp. *sesquipedalis*) y frijol chino (*Vigna mungo*).

Otra investigación relevante fue el establecimiento de un procedimiento de trabajo para la optimización de los listados de descriptores, utilizando los análisis multivariados, lo que ha permitido la agilización de la caracterización del germoplasma de las distintas especies, y una visión más integral de los atributos de las mismas durante la evaluación, como parte de una estrategia de utilización más eficiente; esto nos permite dar los primeros pasos en la instrumentación eficiente de las colecciones "núcleo" en las especies en las que sea requerido (Fundora *et al.*, 1989; Castiñeiras, 1993).

Por último, debemos mencionar el establecimiento de una clasificación práctica denominada *Tipo de fruto*, a partir de los *taxa* que integran la colección cubana de *Capsicum*, la cual recoge la forma, el aspecto, el sabor y el aroma, estando representado cada tipo por un cultivar comercial conocido (Pérez *et al.*, 1997).

## **11. Labor docente del Banco de Germoplasma del INIFAT**

Se ha desarrollado una amplia labor docente a través de la realización de cuatro Cursos Internacionales en Cuba sobre las temáticas generales de conservación y manejo de recursos fitogenéticos, con la participación de especialistas nacionales e internacionales de IPGRI y algunas universidades europeas. En ellos han participado estudiantes de distintas áreas del Caribe y Latinoamérica.

Se realizó además un Curso Internacional sobre Crioconservación, en el marco de un Proyecto FAO sobre la materia, con la participación de especialistas de IPGRI y de Instituciones cubanas, entre ellas el INIFAT.

Especialistas del INIFAT participaron en un Curso Internacional sobre recursos fitogenéticos, ofrecido en conjunto por la Escuela Superior Politécnica de Ingenieros

Agrónomos de España y el INICA, y en el Curso de Conservación y Manejo de Recursos Fitogenéticos, en la Universidad de San Carlos en Guatemala.

Se han realizado además más de 40 entrenamientos de Post-Grado, teniendo como resultado la formación de otros tantos especialistas de las Instituciones integrantes del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos; se realizaron cinco tesis doctorales, dos tesis de Maestría y numerosas tesis de Diploma y Proyectos de Grado en los diferentes niveles de enseñanza del país, estando en proceso dos Tesis de Maestría. Está en proceso de aprobación una Maestría sobre Recursos Fitogenéticos para la formación de especialistas cubanos y de la Región en estos temas, como parte de los esfuerzos de Cuba para desarrollar las actividades priorizadas del Plan de Acción Mundial.

Por último, nuestros especialistas han brindado numerosas asesorías en la definición, organización y realización de estrategias en la conservación y manejo de los recursos fitogenéticos del resto de las instituciones del Sistema Nacional.

## 12. Divulgación

Se ha elaborado un “**Catálogo de condimentos**” computarizado, ilustrado, que comprende 11 especies, pertenecientes a 80 géneros y 39 familias, importante para los estudios acerca de la utilización de nuestra flora con esas características.

Otra obra importante publicada es el libro “Origin, evolution and diversity of Cuban plant genetic resources”, en 3 tomos, que constituye una obligada referencia para los investigadores en el campo de los recursos genéticos vegetales.

Además, se han publicado más de 100 artículos en títulos seriados nacionales e internacionales, como *Plant Genetic Resources Newsletter*, *Kulturpflanzen*, *Euphytica*, *PROCICARIBE News*, *Tikkalia*, *Feddes Repertorium*, *Biology Zentralbibliothek*, *Revista de Ciencias Biológicas*, *Revista del Jardín Botánico Nacional*, *Boletín de Reseñas de Plantas Medicinales*, *Revista Cubana de Farmacia*, *Revista de Agricultura Orgánica y Agrotecnia de Cuba*, entre otras. Además, más de 20 trabajos con los resultados de nuestros proyectos, han formado parte de publicaciones científico-populares y *Proceedings* de eventos nacionales e internacionales.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la FAO por la ayuda prestada en el financiamiento de Proyectos de apoyo al establecimiento de nuestra infraestructura para la conservación y manejo de los recursos fitogenéticos, la que ha permitido la realización de muchas de las investigaciones aquí reflejadas. Deseamos agradecer también el apoyo y asesoría científica al IPK de Alemania en la primera fase de nuestro trabajo. Los autores por último, desean agradecer también al IPGRI, GTZ y la ONG CROCEVIA por el apoyo técnico y financiero brindado para el desarrollo de las investigaciones sobre conservación *in situ* huertos caseros de Cuba.

## REFERENCIAS

- Alonso, J. L., L. Castiñeiras, Z. Fundora y T. Shagarodsky (1999):** Sistema de documentación para la conservación in situ de plantas cultivadas. *Resúmenes Tercer Taller Internacional sobre Colecta y Evaluación de Recursos Fitogenéticos, FITOGEN'99*, S. Spíritus, 1-3 diciembre: p. 17.
- Barrios, O., L. Castiñeiras, Z. Fundora Mayor y S. Abreu (1996):** Diversidad de los recursos fitogenéticos del género *Capsicum* en Cuba. *Taller de recursos fitogenéticos*, INIFAT, MINAG, Ciudad de La Habana.
- Barrios, O., Z. Fundora, H. Díaz y J. L. García (1996-1997 a):** Influencia de los factores climáticos en la aparición y desarrollo de *Peronospora manshurica* (Nacum) Syd et Gaum en soya. *Rev. del Jardín Botánico Nacional*, 17-18 : 139-142.
- Barrios, O., Z. Fundora, H. Díaz y J. L. García (1996-1997 b):** Influencia de los factores climáticos en la aparición y desarrollo de *Microsphaera diffusa* Ck. et Pk. soya. *Rev. del Jardín Botánico Nacional*, 17-18 : 143-146.
- Barrios, O. et al. (2001):** Diversidad de especies seleccionadas. *Capsicum* spp. III Taller Nacional "Contribución de los huertos caseros a la conservación in situ de recursos fitogenéticos en sistemas de agricultura tradicional". INIFAT, 24-25 enero.
- Bell, J. (1997) :** Biopiracy's latest disguises. *Seedling*, 14(2) : 2-10.
- Carbonell, M.V. y Martínez, E. (2000).** El magnetismo prolonga la conservación de la flor cortada. *Reporte de agronoticias. Campo y Mecánica*. Madrid, Otoño 2000, p-26.
- Castiñeiras, L. (1990):** Análisis de descriptores de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) mediante métodos multivariados. *Cien. Agr.* 39: 108-113.
- Castiñeiras, M. Esquivel, L. Lioi y K. Hammer (1991):** Origin, diversity and utilization of Cuban germplasm of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, 57: 1-8.
- Castiñeiras, L. (1993):** *Germoplasma de Phaseolus vulgaris L. en Cuba: colecta, caracterización y evaluación*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, Santiago de las Vegas, 98pp.
- Castiñeiras, L., N. Pérez Nasser y D. Piñero (1994):** The origin of *Phaseolus vulgaris* en Cuba: phaseolin patterns and their relationship with morpho-agronomical traits. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 99: 25-28.
- Castiñeiras, L., O. Barrios, N. Pérez, S. Abreu y D. Piñero (1996):** Diversidad genética de cultivares primitivos de *Capsicum* L. en Cuba. *Taller de Recursos Fitogenéticos*, INIFAT, MINAG, C. de La Habana.
- Castiñeiras, L. & T. Shagarodsky (1997):** Contribución al estudio del género *Phaseolus* en Cuba. *Agrotecnia de Cuba*, 27(1): 19-22.
- Castiñeiras, L., Z. Fundora, T. Shagarodsky, V. Fuentes, O. Barrios, V. Moreno, P. Sánchez, A.V. González, M. García, A. Martínez-Fuentes & A. Martínez (2000):** La conservación in situ de la variabilidad de las plantas de cultivo en dos localidades de Cuba. *Rev. Jar. Bot. Nac.* Vol. XXI No.1: 25-45.
- Castiñeiras, L., Z. Fundora, T. Shagarodsky, V. Moreno, O. Barrios, L. Fernández y R. Cristóbal (2002):** Contribution of home gardens to in situ conservation of plant genetic resources in farming systems-Cuban component. En: Watson, J. W. & P. B. Eyzaguirre, eds. *Proceedings of the Second International Home Gardens Workshop "Contribution of home gardens to in situ conservation of plant genetic*

*resources in farming systems*”, 17-19 July, 2001, Witzenhausen, Federal Republic of Germany. International Plant Genetic Resources Institute, Rome: 42-55.

- Cramer, W. P. & R. Lemans (1993):** Assessing impact on climate change on vegetation using climate classification system. In: *Vegetation dynamics on global change* (A.M. Salomon & H.H. Sugart, Eds.) Chapman & Hall, NY & London: 190-219.
- Cristóbal, R. et al. (2001) :** Calendario de actividades del huerto. Papel de género y desglose por edades. III Taller Nacional “*Contribución de los huertos caseros a la conservación in situ de recursos fitogenéticos en sistemas de agricultura tradicional*”. INIFAT, 24-25 enero.
- Díaz, M., N. Lastres, J. A. Sánchez y S. Alvarez (1990):** La resistencia genética como control del virus del mosaico común del frijol. *Resúmenes Segundo Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal*. p. 25.
- Esquivel, M., J. J. Pérez & L. Castiñeiras (1986):** Colecta de germoplasma en el occidente de Cuba. *FAO/IBPGR Genetic Resources Newsletter*, 66: 14-15.
- Esquivel, M. & K. Hammer (1988):** The “conuco”, an important refuge of Cuban Plant Genetic Resources. *Kulturpflanze* 36: 451-463.
- Esquivel, M., T. Shagardsky & K. Hammer (1990):** Collecting plant genetic resources in Cuba. Report of the fourth mission, March, 1989. *Kulturpflanze*, 38: 345-362.
- Esquivel, M., H. Kupffer & K. Hammer (1992):** *Inventory of the Cultivated Plants*. En: Hammer, K., M. Esquivel & H. Kupffer (Eds.) “... y tienen faxoes y fabas muy diversos de los nuestros ...” Origin, Evolution and Diversity of Cuban Plant Genetic Resources, Vol. 2, p. 213-454, IPK Gatersleben, Germany.
- Esquivel, M. & K. Hammer (1992):** *Contemporary Traditional Agriculture – Structure and Diversity of the “Conuco”*. In: Hammer, K., M. Esquivel & H. Knüpffer (Eds.) “... y tienen faxoes y fabas muy diversos de los nuestros ...” Origin, Evolution and Diversity of Cuban Plant Genetic Resources, Vol. 1, p. 174-192, IPK Gatersleben, Germany.
- Esquivel, M. & K. Hammer (1994):** *The “Conuco”: A Perspective Environment for the Evolution and in situ Conservation of Plant Genetic Resources*. In: Hammer, K., M. Esquivel & H. Knüpffer (Eds.) “... y tienen faxoes y fabas muy diversos de los nuestros ...” Origin, Evolution and Diversity of Cuban Plant Genetic Resources, Vol. 3, p. 694-702, IPK Gatersleben, Germany.
- Etchegoyen, M. H. & M. Esquivel (1987):** MICROSIRF: un sistema de documentación para los recursos fitogenéticos. *Abstr. VIII Congreso Latinoamericano de Genética*, La Habana, p. 39.
- Etchegoyen, M. H. (1988) :** MICROSIRF : sistema de información para los recursos fitogenéticos. *Acad. Cien. Cuba*, La Habana.
- Etchegoyen, M. H. & C. Moya (1989):** MICROCISCA, sistema de información para los recursos fitogenéticos. *Ciencias de la Agricultura*, 36: 79-83.
- Fernández, L., A. A. Rodríguez Nodals, N. Companioni, O. L. Parrado, J. Saurín, Z. Fundora Mayor & A. Cairo (1999):** Colecta de recursos fitogenéticos en la provincia de Camagüey. *Informe de Archivo*, INIFAT, MINAG, 10pp.
- Fraga, N., C. Ferro, V. Moreno y S. Pico (1986):** Método computacional aplicable a la selección de material genético en un banco de germoplasma. INIFAT. *Serie Misceláneas*, 3: 5pp.



- Frometa, E. & H. Lima (1992):** Huertos familiares, su aporte a la alimentación y como reservorio de germoplasma vegetal. *Agro-alimentario* 1 (5): 1-5. Lugar donde se encuentra: Biblioteca CIDA, MINAGRI. Ave. Conill y Boyeros, Plaza, Ciudad de la Habana.
- Fundora Mayor, Z., L. Castiñeiras, N. Fraga y J. A. Soto (1987):** Estabilidad de la forma de la hoja en soya. *Ciencias de la Agricultura*, 32: 37-40.
- Fundora Mayor, Z., J. A. Soto y A. Plasencia (1989):** Variabilidad y clasificación de cultivares de soya según los contenidos de proteína y grasa. *Ciencias de la Agricultura*, 36: 108-114.
- Fundora Mayor, Z., L. Castiñeiras, M. Díaz, T. Shagarodsky & M. Esquivel (1994):** The utilization of plant genetic resources in Cuba- The value of landraces for plant breeding. En: Hammer, K., M. Esquivel & H. Kuppfer (Eds.) "... y tienen faxes y fabas muy diversos de los nuestros ..." Origin, Evolution and Diversity of Cuban Plant Genetic Resources, Vol. 3, p. 707-718, IPK Gatersleben, Germany.
- Fundora Mayor, Z. (1996):** *Informe sobre el estado actual de los recursos fitogenéticos en el INIFAT*. Informe al SNTEC: 10 pp.
- Fundora Mayor, Z., L. Castiñeiras, T. Shagarodsky, M. A. Torres, V. Fuentes, O. Barrios, E. Hernández, V. Moreno, U. Morales, L. López (1997):** *Actividades de recursos fitogenéticos del INIFAT: conservación y utilización sostenible de hortalizas, granos, oleaginosas y plantas condimenticias*, INIFAT, MINAG. Propuesta de Logro Relevante a la Academia de Ciencias de Cuba, Resolución 63/90: 30 pp.
- Fundora Mayor, Z. (1999):** The central genebank of Cuba. PROCICARIBE News, 3: p 5.
- Fundora Mayor, Z., V. Moreno, L. Castiñeiras, T. Shagarodsky, V. Fuentes, O. Barrios, L. Fernández, R. Cristóbal, R. Orellana, C. Giraudy, M. García, A. Valiente<sup>3</sup>, J. L. Alonso, P. Sánchez, A. V. González & R. Robaina (2001 a):** Características de la producción de semilla en los huertos caseros de dos zonas de Cuba. III Taller Nacional "*Contribución de los huertos caseros a la conservación in situ de recursos fitogenéticos en sistemas de agricultura tradicional*". INIFAT, 24-25 enero.
- Fundora Mayor, Z., T. Shagarodsky, R. Orellana, L. Castiñeiras, O. Barrios, R. Cristóbal, L. Fernández, V. Moreno, V. Fuentes, C. Giraudy, M. García, A. Valiente, A. V. González, R. Robaina, J. L. Alonso & P. Sánchez (2001 b):** Sostenibilidad de los huertos caseros en Cuba. III Taller Nacional "*Contribución de los huertos caseros a la conservación in situ de recursos fitogenéticos en sistemas de agricultura tradicional*". INIFAT, 24-25 enero.
- Genetic Resources Actino International (GRAIN) (1996):** Conservación *ex situ*: del campo al refrigerador. En: *Biodiversidad y Derechos de los Pueblos: Amazonia por la vida*. E. Bravo, Ed. Acción Ecológica, Quito, Ecuador: 50-63.
- Gutiérrez, T., A. Centella, M. Limia & M. López (1999):** *Informe del Proyecto 01301019 del PNCT Los Cambios Globales y la Evolución del Medio Ambiente Cubano*. Formato Electrónico.
- Hernández, E., A. Font & M. Hernández (1994):** Preservation of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in different containers and storage conditions. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 99: 34-35.

- Hernández, E., A. Font & M. Hernández (1996):** Determinación de las condiciones óptimas para la conservación a mediano plazo de diferentes especies hortícolas. *Taller de Recursos Fitogenéticos*, INIFAT, MINAG, Ciudad de La Habana.
- Hernández, E., N. Fraga y Z. Fundora Mayor (2001):** Informe Final del Proyecto del PNCT de Fitomejoramiento y RFG "Ajuste de las condiciones óptimas de almacenamiento a mediano y largo plazo de hortalizas, granos, oleaginosas y fibras": 53pp.
- Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT) (1993):** Catálogo de variedades: 47pp.
- Jarvis, D., T. Hodgkin, P. Eyzaguirre, G. Ayad, B. Sthapit & L. Guarino (1997):** *Farmer selection, natural selection and crop genetic diversity: the need for a basic dataset*. In: Jarvis D. I. & T. Hodgkin (Eds.) "Strengthenin the scientific basis of *in situ* conservation of agricultural biodiversity on-farm. Options for data collecting and analysis". Proceedings of a workshop to develop tools and procedures for *in situ* conservation on-farm, 25-29 August 1997, Roma.
- Keating, M. (1993):** Cumbre de la Tierra. Programa para el cambio. El Programa 21 y los demás acuerdos de Río de Janeiro: Centro para nuestro futuro común: 70 pp.
- Martínez Viera, R. (1994):** *Noventa años de la fundación de la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas*. En: Zoila Fundora, R, Martínez Viera y A. Méndez (Eds.) Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt". Editorial Academia. Ciudad de La Habana. 286 p.
- Méndez, E. (1995):** Los Herbarios cubanos. *Fontqueria* 42: 309-315.
- Moreno, V., F. M. Cañet, L. Pérez, E. Reyes, R. Ronda, N. Fraga & M. C. Alonso (1994):** Agrophysiological characterization of Cuban garlic (*Allium sativum*, L.) landraces. *FAO/IPGRI Plant Genetic Resources Newsletter*, 99: 36-37.
- Moreno, V. & E. Reyes (1996):** Caracterización morfoagron-ómica de cultivares de calabaza (*Cucurbita moschata* (Duch. ex Lam.) Dux. ex Poir.) colectados en diferentes regiones de Cuba. Taller de recursos fitogenéticos, INIFAT, MINAG, Ciudad de La Habana.
- Moya, C., V. F. Picvovarov, N. Díaz & D. Echevarría (1983):** Cruzamiento natural en tomate. *Ciencias de la Agricultura*, 16: 49-54.
- Moya, C. (1987):** *Estudio de la variabilidad morfoagronómica en tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) y su uso en la selección de líneas adaptadas a las condiciones tropicales*. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, INIFAT, Stgo. de las Vegas: 163pp.
- Moya, C. & M. H. Etchegoyen (1989) :** Selección de progenitores mediante un sistema de información computarizado. *Ciencias de la Agricultura*, 36: 84-93.
- Oviedo, R & A. Leiva Sánchez (1992):** Informe sobre la recuperación del Arboretum y áreas exteriores principales del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt": 21 pp.
- Pérez Lezcano, A. (1996):** *Contribución al conocimiento de la biodiversidad genética del ajo en Cuba*. Tesis para optar por el título de Master en Ciencias Biológicas. Facultad de Biología, Universidad de La Habana: 58 pp.
- Pérez Martínez, J. J., L. Castiñeiras, V. Moreno, L. Walón & M. Barrios (1985):** Prospecciones en zonas occidentales de Cuba. *Misc. Agric.*, 3: 3-4.

- Pérez Martínez, J. J., O. Barrios, T. Shagarodsky y E. M. García (1997):** Tipo de fruto, clasificación práctica de la colección cubana del género *Capsicum* del INIFAT. *Agrotecnia de Cuba*, 27(1): 11-14.
- Rodríguez Nodals, A., M. Esquivel & A. Leiva (1994):** *Ex situ* conservation of plant genetic resources – The National Network of institutions conserving crop germplasm. En: Hammer, K., M. Esquivel & H. Knüpffer (Eds.) “... y tienen faxoes y fabas muy diversos de los nuestros ...” *Origin, Evolution and Diversity of Cuban Plant Genetic Resources*, Vol. 3, p. 663-670, IPK Gatersleben, Germany.
- Sánchez, P.; H. Uranga & V. Fuentes (1996):** El Herbario del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt”. *Resúmenes VIII Jornada Científica del INIFAT*. Santiago de las Vegas. 17-19 de septiembre de 1996.
- Shagarodsky, T. (1995):** *Informe Final del Resultado 0213 “Conservación y estudio del germoplasma de hortalizas, leguminosas y granos: quimbombó”*.
- Shagarodsky, T., E. Hernández & V. Moreno (1995):** Algunos aspectos relativos al mantenimiento y conservación de las especies hortícolas. Resúmenes del Primer Taller Internacional sobre colecta y evaluación de recursos fitogenéticos nativos, FITOGEN’95, S. Spiritus, Cuba: p. 20.
- Shagarodsky, T. & Sánchez-Yélamo, M. D. (1995):** Análisis electroforético mediante isoenzimas de variedades de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Resúmenes del Primer Taller Internacional sobre colecta y evaluación de recursos fitogenéticos nativos, FITOGEN’95, S. Spiritus, Cuba: p. 7.
- Torres, M. A.; J. Alonso, Z. Fundora Mayor y A. Font (2001):** Desarrollo de la conservación *in vitro* en el banco de germoplasma. *Proceedings FITOGEN’2001*, Dic. 3-5: p. 82-84.