

# AJUSTE DE LA GEOLOCALIZACIÓN DE LAS COLECTAS DE HORTALIZAS, GRANOS BÁSICOS Y OLEAGINOSAS DEL BANCO DE GERMOPLASMA DEL INIFAT

Raúl Cristóbal Suárez, Zoila Fundora Mayor, Tomás Shagarodsky Scull, Jorge Luis Zamora Martín, Lianne Fernández Granda, Odalys Barrios Govín y Nelson León Nicolau

## RESUMEN

La conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos (semillas y materiales de propagación) es una actividad importante para la investigación y la producción agrícola. El Banco de Germoplasma del INIFAT conserva especies vegetales colectadas en distintas regiones de Cuba, cuya documentación pasaporte incluye el lugar de colecta. Parte de estos datos no estaban completos y solo incluían la finca o la región donde se habían colectado las accesiones. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten ubicar la posición (longitud y latitud) de cualquier suceso sobre un mapa, por lo que las bases de datos de las accesiones *ex situ* conservadas en el Banco de Germoplasma del INIFAT, así como la de los materiales conservados *in situ* en las fincas de campesinos, fueron analizadas utilizando el SIG MapInfo con el objetivo de explorar las potencialidades del sistema para mejorar la información pasaporte de las muestras, el manejo de las colecciones y la investigación en el futuro. La geolocalización permitió mejorar la precisión de la documentación de los datos pasaporte cuya localización previa era deficiente, mostrar la frecuencia de las misiones de colecta de germoplasma a las diferentes localidades y regiones de Cuba, y la distribución nacional del germoplasma conservado *in situ*.

**Palabras claves:** sistemas de información geográfica, conservación *ex situ* e *in situ*

## Geolocalization adjustment of collected vegetables, basic grains and oilseeds from INIFAT gene bank

## ABSTRACT

*Ex situ* conservation of plant genetic resources (seeds and propagation materials) is an important activity for research and agricultural production. INIFAT's Gene Bank conserve plant species collected across Cuba, whose passport documentation includes the place of collection. Part of this passport data were not complete, and only contained the farm or the region where accessions were collected. Geographic Information Systems (GIS) permits to localize the position (longitude and latitude) of any event on a map, so data bases of *ex situ* accessions conserved at INIFAT's Gene Bank and of landraces *in situ* conserved by farmers were analyzed by the Geographical Information System MapInfo to explore the possibilities of geo-localization to improve the passport data quality. Geo-localization permitted to improve localization precision of passport data whose previous location was deficient,

---

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical «Alejandro de Humboldt» (INIFAT)  
✉ [genetica5@inifat.co.cu](mailto:genetica5@inifat.co.cu)

shows the frequency of missions for germplasm collection to Cuban localities and regions, and the national distribution of *in situ* conserved germplasm.

**Key words:** geographic information system, *ex situ* and *in situ* conservation

## INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) incrementan las posibilidades de uso y análisis de la documentación de origen de las accesiones de los bancos de germoplasma, ya que al contener la posición geográfica como uno de los datos (Abarca, 2005), posibilita su ubicación en mapas y con ello analizar fácilmente su distribución espacial de forma visual. Al utilizar las herramientas de los SIG se pueden hacer distintos análisis estadísticos con características espaciales. Entre otros muchos campos, esta técnica se adentra en el tema de la documentación de las colecciones mantenidas tanto *ex situ* como *in situ*, labor que caracteriza a los bancos de germoplasma (Bell *et al.*, 2007).

El Banco de Germoplasma del INIFAT es el curador del germoplasma de hortalizas, granos básicos y oleaginosas de Cuba. La ubicación de cada colecta es uno de los datos que aparece en los registros del material biológico conservado.

Existen varios tipos de SIG (CEDAR, 2005), entre los que se encuentran el ARCGIS, el MapInfo y otros, con características generales o no específicas, por lo que se utilizan en una gran cantidad de tareas científicas y técnicas. Otros han sido diseñados para tareas específicas, como el DIVA-GIS, establecido por el Centro Internacional de la Papa (CIP) y el *Bioversity International*, que fue confeccionado para la realización de estudios de diversidad y con una amplia utilización en América Latina, que cuenta entre sus posibilidades, la de asignar coordenadas geográficas aproximadas, mediante el conocimiento de localidades cercanas (Hijmans *et al.*, 2001).

La demanda de precisión en la ubicación de las colectas de diferentes cultivos, pertenecientes a las 243 especies, contenidas en la Base de Datos del Banco en cuestión, constituye un importante problema a solucionar, debido

a las ausencias y/o imprecisiones existentes en la misma, por lo que la posibilidad de mejorar esta información utilizando un SIG es alentadora pues redundaría en un mejor conocimiento de la situación existente en el país con relación a los recursos fitogenéticos (Cristóbal, 2008a y b). Esta información es importante también para establecer una planificación más acertada de nuevas expediciones de colecta y de las actividades encaminadas a detener y/o revertir la erosión genética en el proceso de conservación y uso de estos recursos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudió la documentación existente en el Libro de Registro de Colectas del Banco de Germoplasma del INIFAT, cuya base de datos contaba en el 2009 con 3421 registros. Dichos registros se componen, entre otros, de los siguientes descriptores de información pasaporte: fecha de la colecta, estatus de la muestra, taxa, denominación local, variedad, donante, provincia, municipio y localidad.

Los materiales estudiados corresponden a colectas realizadas entre los años 1981 y 2009. Si bien en la mayoría de los casos las colectas se realizaron sin la precisión de un equipo GPS, que hubiera brindado la exacta longitud y latitud, sí aparece la finca, el pueblo y/o el municipio donde se realizaron, permitiendo ubicar con una exactitud aproximada las diferentes colectas que aparecen en dichos registros, para luego utilizar las ventajas de los SIG, y mejorar la calidad de la información recopilada en los libros de registro de la colectas (Cristóbal, 2007).

Para corregir la ausencia o deficiencia en la ubicación de las colectas se procedió a realizar entrevistas con los autores y participantes en las expediciones donde se efectuaron, con la intención de rectificar los vacíos de información existentes.

Con la información obtenida, se procedió a comprobar si los datos de la ubicación de las colectas se correspondían con localidades presentes en el Sistema de Información Geográfica Mapinfo 9.0, y en los casos en que no fuera posible, se buscaron localidades cercanas, para asegurar que la ubicación a registrar existiera físicamente en las bases de datos de este SIG y también con el sistema Diva-Gis se intentó la asignación de coordenadas en los casos con alguna posibilidad para hacerlo.

Una vez corregida toda la información, se procedió a su introducción en tablas confeccionadas en hojas cálculo de Microsoft Excel 2007, como un primer paso para su manejo y posterior inclusión en los SIG. En este sentido, se crearon ocho tablas interconectadas entre sí: 1) Colecta (principal con 3421 entradas), 2) *Taxa* (con el nombre científico), 3) Estado de la muestra (cultivada, silvestre o sin información), 4) Donantes (con los nombres de éstos), 5) Denominaciones locales dadas a las muestras, 6) Localidades donde se efectuaron las colectas, 7) Municipios y 8) Provincias, según la división político administrativa existente en el país durante el estudio (2010-2011).

La base de datos registrada en Excel 2007, fue importada al Sistema MapInfo 9.0 sobre el sistema Window XP y se procedió a su utilización en diferentes análisis de la distribución espacial de los materiales colectados. Como modelo de las posibilidades que brinda la aplicación de los SIG, se presentan los casos de las colecciones de maní (*Arachis hypogaea* L.), maíz (*Zea mays* L.) y ajíes/pimientos (*Capsicum spp.*) del Banco de Germoplasma del INIFAT, como ejemplo de un cultivo del grupo de las oleaginosas, un cultivo del grupo de los granos y una hortaliza respectivamente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 puede apreciarse integralmente la distribución nacional de las colectas o prospecciones de muestras vegetales realizadas por el Banco de

Germoplasma del INIFAT y que se encuentran conservadas en las colecciones nacionales de hortalizas, granos básicos y oleaginosas.

Existe una distribución discontinua para las colectas realizadas. Se aprecia la ubicación de la mayor cantidad de colectas en la parte occidental en las provincias de Pinar del Río, Ciudad Habana, La Habana y Cienfuegos y en las provincias orientales de Holguín y Guantánamo, con poca saturación en cuanto a sitios colectados en Villa Clara, Ciego de Ávila, Camagüey, Granma y Santiago de Cuba (Figura 1), indicando la relativa escases de muestras prospectadas en esas provincias.

La distribución de las colectas, de acuerdo al año y al estatus de las muestras se puede apreciar en las Figuras 2 y 3, así como su distribución con relación a las provincias y regiones en la Figura 4.

La mayor cantidad de muestras (75.58 %) se colectaron entre los años 1982 y 1992 (Figura 2), mientras que el 10 % del total se colectó durante los años 1999 y 2005 (5 % cada año). Estos resultados indican que las acciones de colecta han sufrido una discontinuidad importante en la Institución, especialmente durante los años del período especial, debido a la escasez de recursos para el planeamiento y ejecución de expediciones.

Las colectas realizadas en los años 1999 y 2005, corresponden inequívocamente a acciones puntuales enmarcadas en las actividades de algunos proyectos internacionales ejecutados por el INIFAT (Fernández *et al.*, 2009; Castiñeiras *et al.*, 2005).

La información brindada (Figura 3) indica el estatus de los cultivares colectados; la mayoría de las muestras colectadas son cultivadas, siendo muy escasa la representatividad de muestras en estado silvestre ya que las colectas se realizaron en ecosistemas donde la vegetación natural ha sido removida, además de que la colecta de especies silvestres no fue un objetivo específico en las expediciones.

## Distribución de las colectas realizadas desde el año 1981 hasta la fecha. Grupo de Recursos Fitogenéticos del INIFAT.

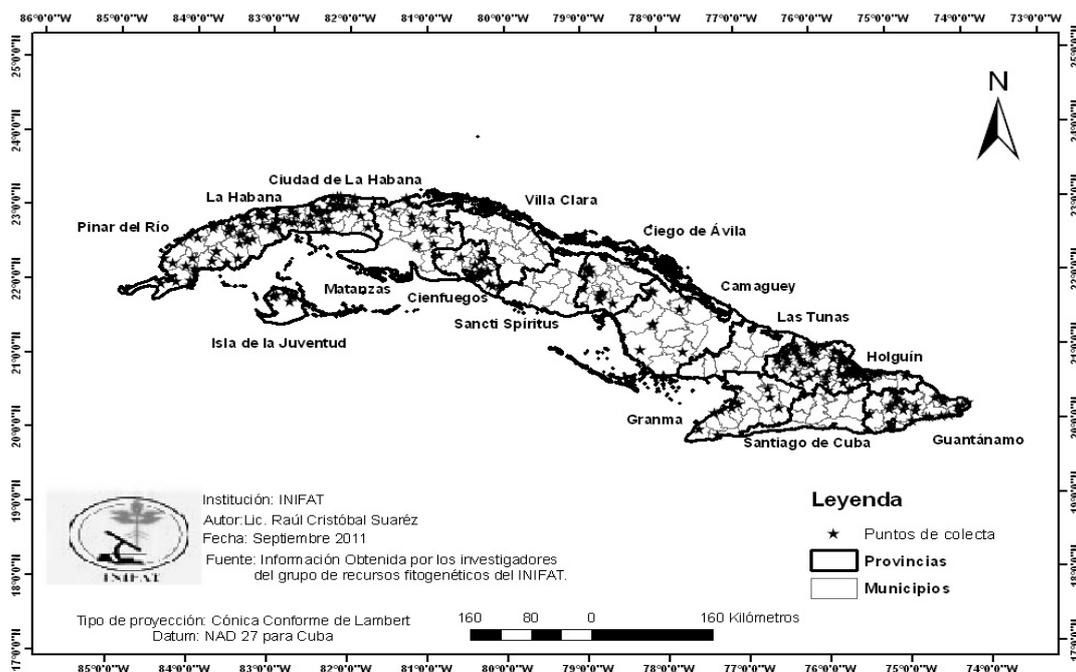


Figura 1. Distribución espacial de las colectas realizadas desde el año 1981 hasta el 2009 por el Banco de Germoplasma del INIFAT

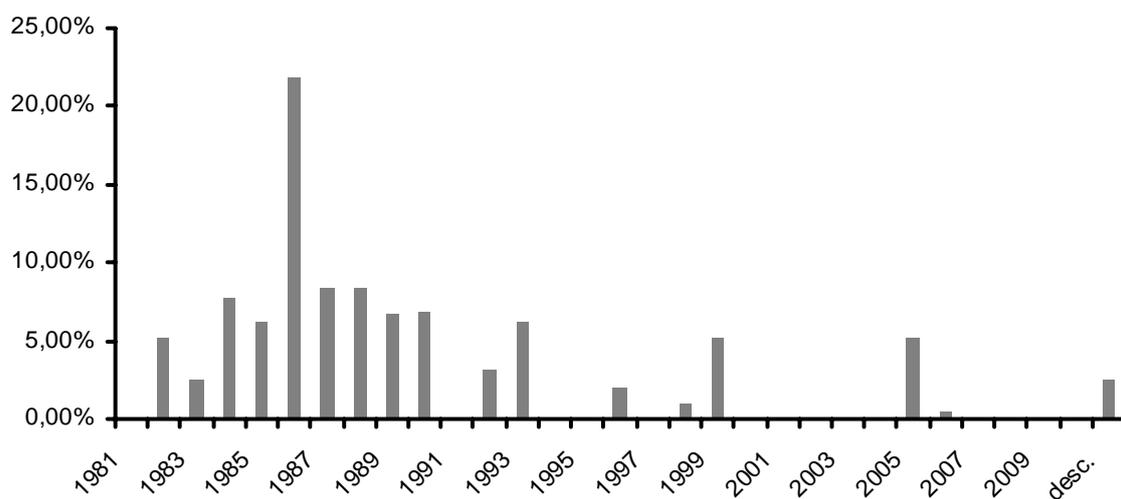
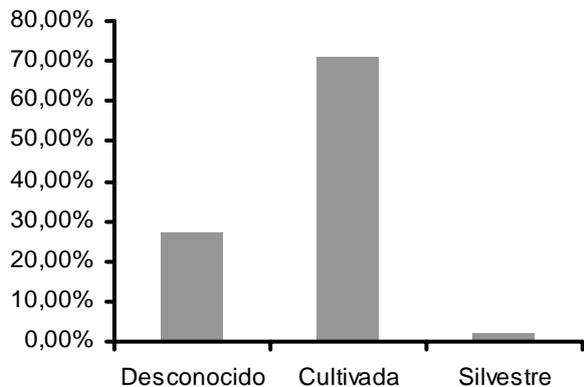


Figura 2. Distribución de las colectas realizadas por el Banco de Germoplasma del INIFAT desde 1981 hasta 2009



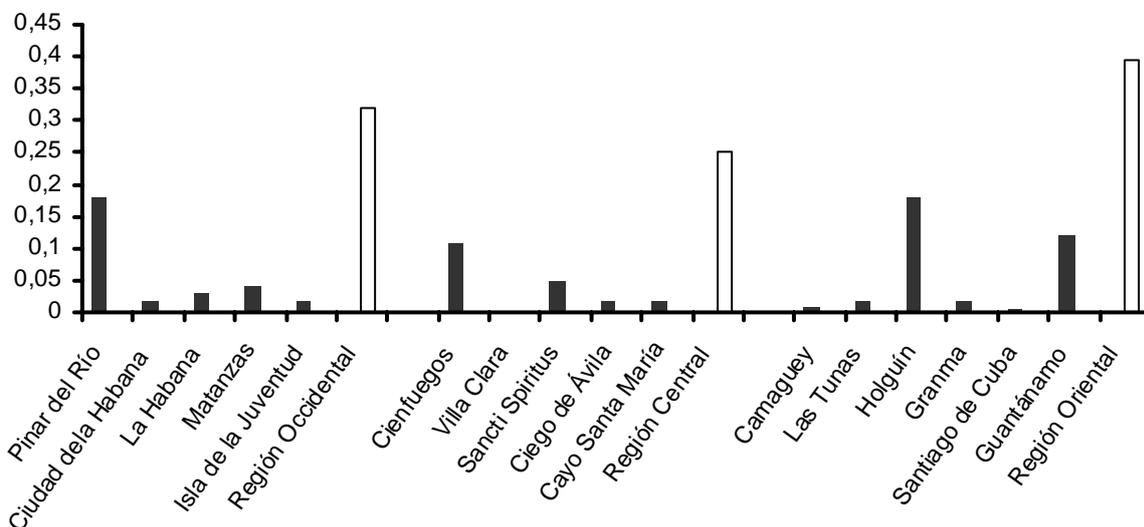
**Figura 3.** Distribución de las colectas realizadas por el Banco de Germoplasma del INIFAT de acuerdo a su estatus

Aunque tampoco se haya reportado que Cuba sea un centro de domesticación de especies de interés para la agricultura y la alimentación, algunos estudios demuestran que se han colectado y estudiado muestras silvestres y semi-silvestres de frijol caballero y *Capsicum* spp. (Castiñeiras *et al.*, 2007b; Barrios, 2010).

En la Figura 3 se puede apreciar también que han ocurrido omisiones durante las expediciones de colecta, lo que se traduce en la falta de información acerca de este indicador en el 30 % de las muestras.

Otro aspecto de interés es que en el Registro aparece un 2.34 % de muestras sin fecha de colecta (Figura 2), lo que debe constituir una alerta para los curadores de germoplasma y participantes en las expediciones acerca de la necesaria meticulosidad que se debe desplegar en un trabajo de esta naturaleza, así como para el resto de los datos a tomar durante las expediciones.

Si se analiza la Figura 4, como la representación de la ubicación geográfica de las colectas, se observan las proporciones representativas del número de muestras colectadas en cada provincia y región. La mayor proporción de muestras colectadas correspondió a la región oriental (40 %), destacándose en ella las provincias de Holguín y Guantánamo. Continuaron en orden decreciente las provincias de la región occidental (algo más de 30 %), donde se destacó la provincia de Pinar del Río.



**Figura 4.** Distribución de las colectas realizadas por el Banco de Germoplasma del INIFAT en cada provincia y región

El resto está representado en la colección con menos del 5 % de las muestras. Por último, las provincias centrales están representadas en las colecciones del Banco de Germoplasma del INIFAT en un 25 %, con una alta representatividad de la provincia de Cienfuegos.

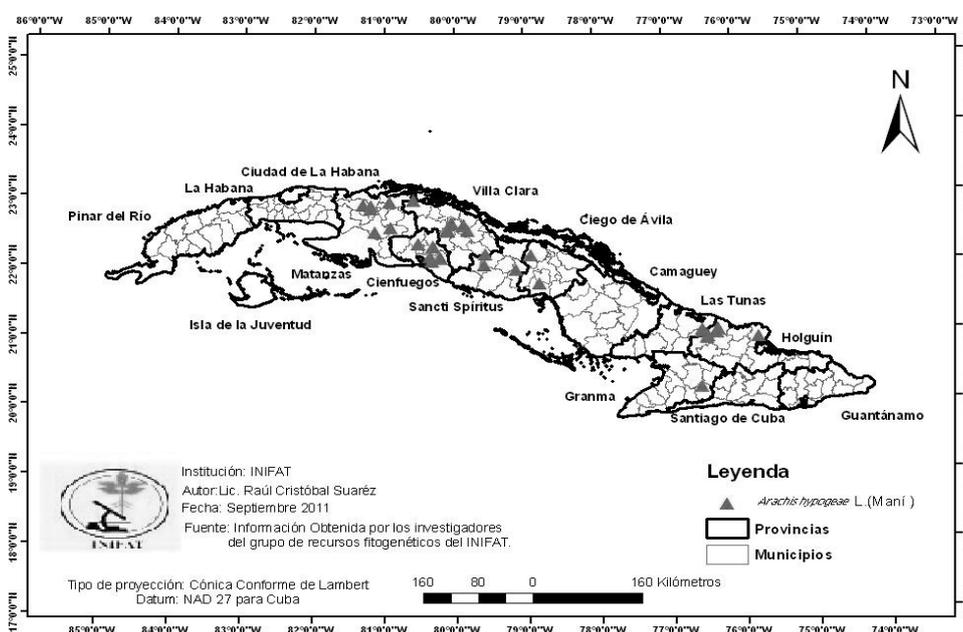
Este análisis pudiera ser más preciso, considerando un estudio más profundo dentro de cada provincia, municipio o sitio, en cuanto a la distribución de las procedencias de acuerdo a la topografía o formación geológica, entre otros criterios.

Los resultados de estos análisis aportan nuevos elementos para el diseño de una estrategia futura en la planificación de expediciones de colecta con vistas al enriquecimiento ordenado de las colecciones, al detectarse algunos vacíos o áreas pobremente exploradas en las diferentes regiones, a donde deberán dirigirse los esfuerzos de prospección en el futuro.

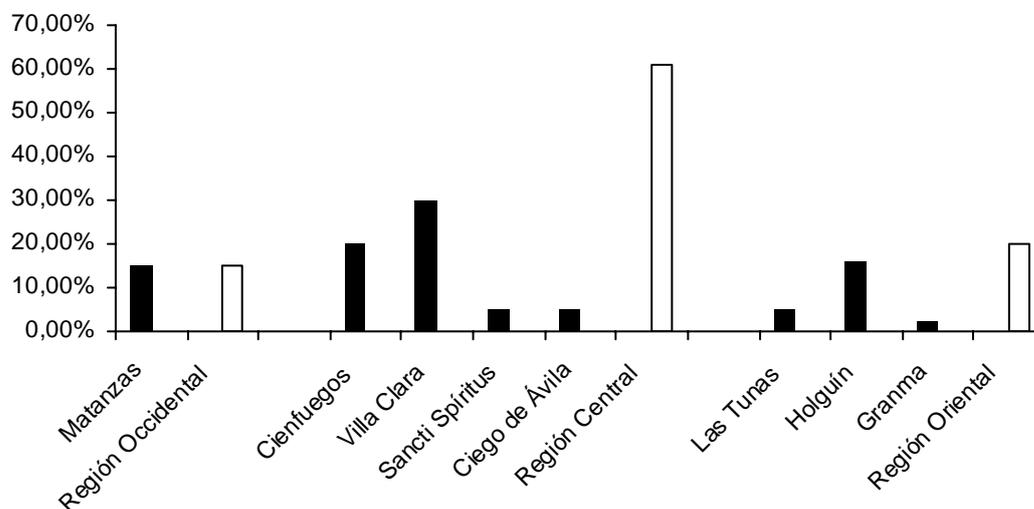
### Modelo de análisis de las colecciones de maní, maíz y ajíes/pimientos

Las colectas ubicadas para el cultivo del maní (*Arachis hypogaea* L.) representaron solo el 44.21 % del total de la Base de Datos del Banco de Germoplasma, como consecuencia de la falta de concordancia de los nombres de las localidades o pueblos que aparecen en dicha base y la nomenclatura con la que aparecen en la Base del SIG utilizado; esto requiere de un trabajo más profundo para continuar ubicando puntos de colecta en el mapa. Puede apreciarse en el mapa de la figura 5 la ubicación de los puntos de colecta. La mayor concentración de colectas (Figura 6) ocurrió en la región central del país, destacándose en ella las provincias de Cienfuegos y Villa Clara.

**Distribución de las colectas de *Arachis hypogaea* L. (Maní) .  
Grupo de Recursos Fitogenéticos del INIFAT.**



**Figura 5.** Distribución de las colectas de maní (*Arachis hypogaea* L.) realizadas por el Banco de Germoplasma del INIFAT



**Figura 6.** Porcentaje de colectas de maní realizadas por el Banco de Germoplasma del INIFAT en cada provincia y región

De forma similar en el caso del maíz (*Zea mays L.*) se puede apreciar, tanto en la Figura 7, como en la Figura 8, una concentración relativamente alta de muestras colectadas en todo el territorio nacional, con excepción de las provincias de La Habana, Camagüey, Granma, Las Tunas, Santiago de Cuba y el Municipio Especial Isla de la Juventud donde no se colectó muestra alguna. En general la distribución es más uniforme que en el caso del maní, y con mayores porcentajes de muestras colectadas en las regiones occidental y oriental, destacándose en esta última la provincia de Guantánamo, con un 30 % de las colectas.

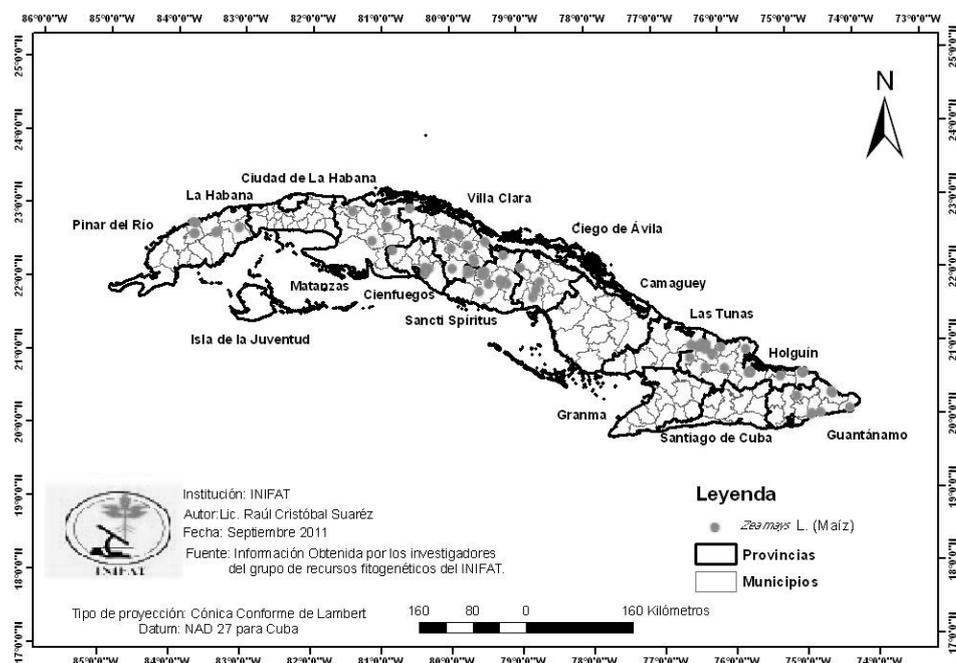
Por último en la Figura 9 puede apreciarse para el caso de los ajíes y pimientos (*Capsicum spp.*) la gran abundancia de colectas en todo el país, ya que esta colección se ha nutrido de colectas realizadas en todas las provincias y el Municipio Especial Isla de la Juventud. Se destacan las provincias de Pinar del Río, Cienfuegos y Guantánamo, con valores entre 22 y 40 %. El mayor porcentaje se encuentra en la región oriental (Figura 10).

Los resultados obtenidos fueron empleados además, para la selección de los 'núcleos de variabilidad' de las tres colecciones estudiadas, donde se empleó entre otros, el criterio geográfico con vistas a lograr una representatividad de las accesiones colectadas por localidades de procedencia y evitar la inclusión de duplicados en las colecciones núcleo establecidas (Barrios *et al.*, 2008; Fundora *et al.*, 2008; Fernández *et al.*, 2009).

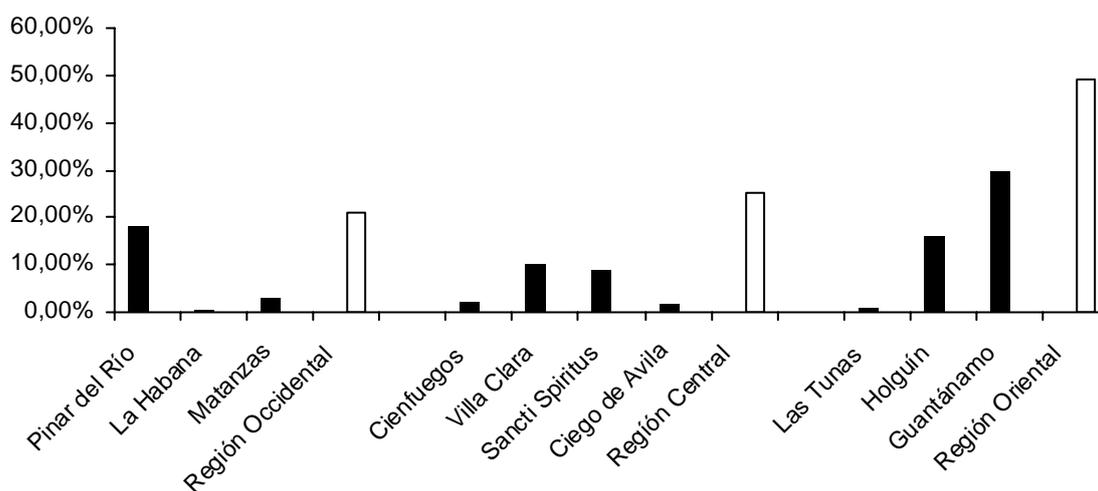
## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La utilización combinada de los sistemas de información geográfica ha resultado una herramienta con excelentes potencialidades para el manejo de la información recogida en el Libro de Registro del Banco de Germoplasma del INIFAT; ha brindado a los curadores una panorámica mucho más palpable, integral y exacta de las colectas realizadas, mejorando de forma radical la calidad de la información recogida en relación a su lugar de colecta de una forma más fácil y expedita, especialmente para la propuesta de colecciones núcleo.

## Distribución de las colectas de *Zea mays* L. (Maíz) . Grupo de Recursos Fitogenéticos del INIFAT.



**Figura 7.** Distribución de las colectas de maíz (*Zea mays* L.) realizadas por el Grupo de Recursos Fitogenéticos del INIFAT



**Figura 8.** Distribución de las colectas de maíz realizadas por el Banco de Germoplasma del INIFAT de acuerdo a regiones y provincias

### Distribución de las colectas de Capsicum. (Ajíes y Pimientos) . Grupo de Recursos Fitogenéticos del INIFAT.

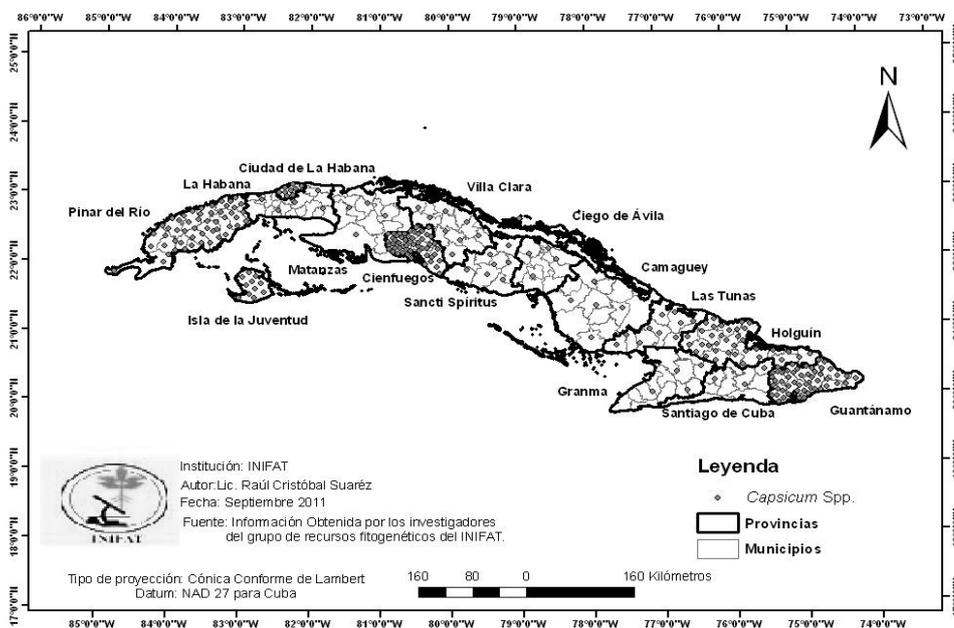


Figura 9. Distribución de las colectas de ajíes y pimientos (*Capsicum* spp.) realizadas por el Grupo de Recursos Fitogenéticos del INIFAT

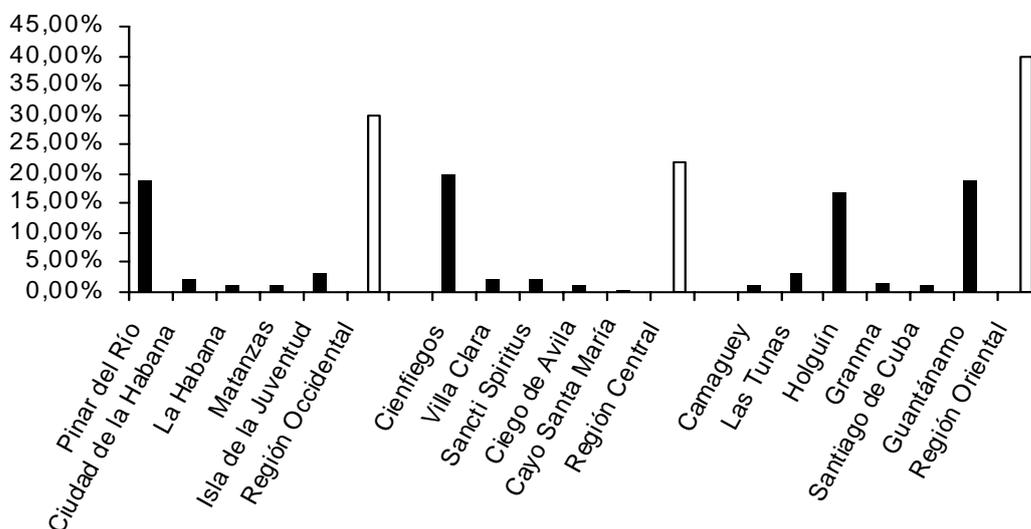


Figura 10. Porcentaje de colectas de ajíes y pimientos realizadas por el Banco de Germoplasma del INIFAT, de acuerdo a provincias y regiones

- Aplicaciones futuras de estas técnicas permitirán hacer estimados de la distribución de la diversidad y el diseño de estrategias a corto, mediano y largo plazo para la realización de expediciones de colectas en las zonas con bajo porcentaje de adquisición de materiales y con posibilidades de aumentar la diversidad de las colecciones.
- Se debe continuar trabajando en la georeferenciación de las colectas de otras colecciones en el país, así como profundizar en los entrenamientos del personal a cargo de las colecciones en el uso de esta preciada herramienta para el planeamiento de la conservación y el manejo del germoplasma, tanto *ex situ* como *in situ*.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca, O. I., 2005. Metodología de bajo costo para el levantamiento planimétrico de predios agrícolas con sistemas de información geográfica, *Agronomía Trop.* 55(2): 183-201.
- Barrios, O., Z. Fundora, T. Shagardsky, R. Cristóbal y G. Acuña. 2008. Metodología para el establecimiento de la colección núcleo del germoplasma del género *Capsicum* (ajíes y pimientos).
- Barrios, O. (2010): Los recursos genéticos de Ajíes y Pimientos (*Capsicum* spp.) en Cuba. Tesis para optar por el Grado de Doctor en Ciencias, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), La Habana .
- Bell, L. W., Richard Bennet, H. Ryan, Geoff, A. M., Mike A. Ewing and Sarita J. Bennet, 2007. Germplasm collection, eco-geography and climate match modelling to southern Australia for *Dorysium* species (Canary Clovers). *Plant Genetic Resources Newsletter*, No. 150: 1-9.
- Castiñeiras L., V. Fuentes, V. Moreno, L. Fernandez, Z. Fundora-Mayor,
- R. Cristobal, A.V. Gonzalez, P. Sanchez, M. Garcia, F. Hernandez, C.
- Giraudy, O. Barrios, R. Orellana, R. Robaina & A. Valiente. 2005.
- Diversidad, conservación y uso de las plantas cultivadas en huertos caseros de algunas áreas rurales de Cuba. En: Chavez-Servia, J.L., J.
- Tuxill & D.I. Jarvis (Eds.) Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. IPGRI, Cali, 196 pp.
- Castiñeiras L., O. Barros, L. Fernández, N. León, R. Cristóbal, T.
- Shagardsky, Z. Fundora, M. García, C. Giraudy, V. Moreno, D. de Arnas,
- G. Acuña, V. Fuentes, F. Hernández, D. Arzola & L. Walón. 2007a. Catálogo de cultivares tradicionales y nombres locales en fincas de las regiones occidental y oriental de Cuba: Frijol Caballero, Frijol Común. Ajíes-Pimientos y Maíz. *Agrotecnia de Cuba* 31 (2): 220-225.
- Castiñeiras L., F.A. Guzmán, M.C. Duque, T. Shagardsky, R. Cristóbal & M.C. de Vicente. 2007b. AFLPs and morphological diversity of *Phaseolus lunatus* L. in Cuban home gardens: approaches to recovering the lost *ex situ* collection. *Biodiversity Conservation* 16: 2847-2865.
- Cristóbal R., T. Shagardsky, O. Barrios, Z. Fundora, y L. Fernández, 2007. Ajuste georeferencial de los datos de colectas de hortalizas y granos del Banco de germoplasma del INIFAT, *Agrotécnia de Cuba*, vol 31, No. 2, 2007. Formato Electrónico.
- Cristóbal, R., L. Castiñeiras, Z. Fundora, T. Shagardsky, O. Barrios, L. Fernández, P. L. Gonzalez, y A. Gonzalez. 2008a, Utilización de los Sistemas de Información Geográfica en el Grupo de Genética del INIFAT, *Forum de Ciencia y Técnica del INIFAT*.
- Cristóbal, R., T. Shagardsky, O. Barrios, L. Fernández, y Z. Fundora. 2008b. Implementación del la Información Pasaporte de diferentes cultivos en Sistemas de Información Geográfica, Evento Científico «Trópico 2008» del INIFAT
- Cristóbal, R., O. Barrios, L. Castiñeiras, N. Leon, T. Shagardsky, Z. Fundora, , L. Fernández, M. García, C. Giraudy, F. Hernández, D. Arzola, V. Fuentes y V. Moreno 2008c. Evento Científico «Trópico 2008» del INIFAT.
- CEDAR 2005. Monografía 1. Sistema de Información Geográfica: Herramienta para el Desarrollo Local Sostenible. 39 p.

- Fernández L. 2009. Identificación de razas de maíz (*Zea mays* L.) en el germoplasma cubano. Tesis para optar por el Grado Científico de Doctor en Ciencias Biológicas, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), La Habana. 100 pp.
- Fernández, L., J. Crossa, Z. Fundora-Mayor, G. Gálvez, R. Cristobal, C. Guevara y G. Acuña. 2009. Establecimiento de la colección núcleo de maíz a partir del germoplasma autóctono de la especie. Memorias Electrónicas de la XII Jornada Científica del INIFAT. 1-3 abril de 2009. ISBN 978-959-282-086-9. *Revista Agrotecnia de Cuba*. Vol. 23 (1): 20-30
- Fundora, Mayor, Z., M. Hernández, R. López, L. Fernández, A. Sánchez, J. López y I. Ravelo. 2004. Analysis of the variability in collected peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars for the establishment of core collections. *PGR Newsletter* No. 137: 1-8.
- Fundora Mayor, Z., T. Shagardsky, Scull, L. Castiñeiras Alfonso, O. Barrios Govín, V. Puldón Padrón, M. Á. Torres Mederos, M. C. López Báez, J. G. Castillo Hernández, R. Cristóbal Suárez, M. F. Pérez, A. Rodríguez Manzano, Y. Sánchez, J. A. Soto, Y. Rodríguez, M. Cabezas y A. González. 2008. La formación de núcleos en las colecciones *ex situ* de germoplasma. Experiencias en hortalizas, granos y oleaginosas. *Revista Agrotecnia de Cuba*, No. 2, 2008, en prensa.
- Hijmans, Robert J., Mariana Cruz, Edwin Rojas, Luigi Guarino, y Tito L. Franco, 2001. *DIVA-GIS, version 1.4. Un Sistema de Información Geográfica para el Manejo y Análisis de Datos sobre Recursos Genéticos*. Manual. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú.

Recibido: 29 de noviembre de 2011

Aceptado: 6 de julio de 2012