

INVENTARIO Y ESTADO DE LA CONSERVACIÓN *EX SITU* DE LAS COLECCIONES NACIONALES DE HORTALIZAS, GRANOS Y OLEAGINOSAS.

Tomás Shagarodsky Scull, Raúl Cristóbal Suárez, Nelsón León Nicolau, Leonor Castiñeiras Alfonso, Odalys Barrios Govín, Odalys Llorente Osorio, María Figueroa Montalvo, Caridad Marrero Granados, Gloria Acuña Fernández y Celia Cabrera Ibáñez.

RESUMEN

Se realizó el inventario general de las colecciones nacionales de hortalizas, granos y oleaginosas conservadas en el Banco de Germoplasma del INIFAT. El trabajo fue desarrollado mediante el inventario manual de las colecciones y su posterior registro computarizado. Como resultado final del inventario se pudo determinar que actualmente se conservan en la cámara refrigerada, a 5-7°C, semillas de unas 3223 accesiones de 62 especies, la mayoría en sobres laminados de aluminio o en frascos de cristal. También se ha podido determinar que se conservan como colecciones de trabajo de los mejoradores unas 260 accesiones de 32 especies. El resultado del monitoreo con las colecciones de tomate (*Solanum lycopersicum*) y frijol carita (*Vigna unguiculata*) ratifica que las condiciones descritas permiten la conservación de estas especies ortodoxas por un período promedio de diez años y algunos cultivares de leguminosas han alcanzado períodos de conservación que superan los 20 años. El trabajo permitirá plantear una estrategia futura de regeneración y multiplicación con las colecciones conservadas *ex situ*.

Palabras claves: Conservación *ex situ*, recursos fitogenéticos

Inventories and the stated of the *ex situ* conservation in national collections of vegetables, grains and oil plants.

ABSTRACT

The inventory of the national collections of vegetables, grains and oil plants conserved in the INIFAT Gene Bank was realized. The work was developed by the general manual inventories of the collections and their computer register. The actual results of the last inventory showing that it conserve in the camara refrigerated at 5-7°C seed of 3223 accessions of 62 species, a large part of them in aluminium paper bag or in glass bottle. Also, it was determined that is conserved like work collections of the plant breeders about 260 accessions of 32 species. The monitory results with the tomato (*Solanum lycopersicum*) collections and cowpea (*Vigna unguiculata*) ratify that the describe conditions permit the conservation of the these orthodoxies species by a average period of the 10 years and several legumes cultivars has reached conservation period that surpass the 20 years. This work permit to establish the future strategy of regeneration and multiplication of collections conserved *ex situ*.

Key words: *ex situ* conservation, plant genetic resources

MSc. Tomás Shagarodsky Scull, Investigador Auxiliar del Grupo de Recursos Fitogenéticos y Mejoramiento Vegetal, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). Calle 188 #38754 e/ 397 y Linderos, Santiago de las Vegas. Municipio Boyeros. La Habana. Cuba. E-mail: genetica3@inifat.co.cu

INTRODUCCIÓN

El Banco de Germoplasma del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT) ha acumulado valiosas colecciones a lo largo de casi 30 años de experiencia en la conservación *ex situ* de hortalizas, granos y oleaginosas, que han permitido cumplir la misión de preservar y estudiar los recursos genéticos de este importante grupo de especies en Cuba.

Esta misión se ha podido desempeñar por la cooperación con instituciones internacionales como el IPGRI (actual *Biodiversity Internacional*) en su sede central y sus oficinas regionales en América Latina y el Caribe, la Organización Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), las cuales han fortalecido la capacidad instalada para la conservación *ex situ* a corto, mediano y largo plazo en período de existencia del Banco de Germoplasma del INIFAT (1981 a 2012).

La colaboración con instituciones nacionales que tienen la responsabilidad de la conservación de recursos fitogenéticos o el mejoramiento de una parte de determinados grupos de cultivo, entre las cuales se encuentra el Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", Instituto de Ciencias Agrícolas (INCA), el Instituto del Arroz (actual Instituto de Granos), la ETIA Holguín, Instituto de Viandas Tropicales (INIVIT), Instituto "Jorge Dimitrov". Dichas instituciones han aportado genofondo cubano o foráneo para la ampliación de las colecciones, a la vez que han compartido sus experiencias de trabajo en la colecta, caracterización, evaluación, mantenimiento y conservación de hortalizas, granos y oleaginosas.

El Banco de Germoplasma del INIFAT custodia en sus colecciones valiosos materiales tradicionales de estos cultivos portadores de genes de adaptación para diferentes condiciones, así como materiales derivados de programas nacionales de mejoramiento,

dirigidos a resolver problemas específicos de la agricultura cubana, que cubren un período muy amplio desde la década del 40 del siglo pasado, patrimonio que puede considerarse único (Abreu y González, 1980; Muñoz *et al.*, 1994). Las fuentes principales que han nutrido las colecciones nacionales han sido las colecciones de trabajo de los fitomejoradores como el Ing. Ismael Cueto Robayna quien aportó el mayor número de accesiones de la colección de tomate (*Solanum lycopersicum*).

También las expediciones de colecta realizadas en todo el país han tenido un peso relevante en la composición cualitativa del material conservado (Esquivel *et al.*, 1992), así como otra vertiente constituida por materiales conservados que provienen de introducciones procedentes de más de 20 países y que abarcan cultivares comerciales, líneas de mejora, mutantes naturales e inducidos, especies silvestres emparentadas con los cultivos, etc.

Desde finales de la década del 90 del siglo XX y los doce años transcurridos del siglo XXI en materia de recursos fitogenéticos se ha dado prioridad a la conservación *in situ* (Castiñeiras *et al.*, 2002; Castiñeiras, 2007), lo que permitió desarrollar varios proyectos con la asesoría técnica de *Biodiversity Internacional* y el financiamiento de organizaciones gubernamentales extranjeras como la DSE (Fundación Alemana para el Desarrollo Internacional), IDRC (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo) de Canadá, Organizaciones No Gubernamentales como CROCEVIA (Italia) y Brötfür die Welt (Alemania), entre otras (Hermann *et al.*, 2009).

Como resultado de este trabajo se han descrito estrategias de complementación de las formas de conservación *ex situ* e *in situ*. Estas estrategias han contribuido a mejorar la gestión del Banco de Germoplasma del INIFAT en apoyo a la mitigación y adaptación de las comunidades campesinas para enfrentar el incremento de la frecuencia de eventos

meteorológicos extremos asociados al cambio climático como la sequía, la mayor ocurrencia de huracanes, el corrimiento de los períodos de siembra, la incidencia de plagas, etc. Ejemplo de ello ha sido la pequeña ayuda aportada por el Banco de Germoplasma del INIFAT a las comunidades campesinas de la Reserva de la Biosfera “Sierra del Rosario” al reponer semilla de especies hortícolas y granos ante el impacto de los huracanes Gustav e Ike, los cuales causaron estragos en el año 2008 en todo el país, pero en especial en la región occidental de Cuba. Esta ha sido una clara evidencia de la necesidad de prestar una mayor atención a los recursos preservados *ex situ* como medida complementaria de conservación.

Aun cuando la conservación *ex situ* en el INIFAT ha cumplido el rol de custodiar los recursos genéticos de hortalizas, granos y oleaginosas, el equipamiento para la conservación se ha tornado obsoleto o se ha deteriorado, lo que no permitió el monitoreo exhaustivo de las colecciones durante los últimos años, a pesar de que muchos de los materiales conservados se encuentran sobre los 20 años de conservación, en condiciones de almacenaje de temperaturas entre 5 y 7 °C, las que permiten, según la experiencia internacional, la preservación de semillas ortodoxas por 10 años para especies oleaginosas y hasta un período cercano a 20 años para especies amiláceas.

El trabajo desarrollado hasta el presente demanda un conocimiento del estado de la conservación del genofondo conservado *ex situ*, de manera que se pueda establecer una estrategia que permita conservar las colecciones y facilitar su uso para la alimentación y la agricultura por los científicos y las comunidades agrícolas, derivando en un mayor aporte a la seguridad alimentaria en Cuba a partir de una mejor preservación y uso de su patrimonio agrícola.

Es por ello que con el presente trabajo se pretende obtener información sobre el estado de la conservación del germoplasma conservado *ex situ* en el INIFAT.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el inventario general de las colecciones nacionales de hortalizas, granos y oleaginosas conservadas en el Banco de Germoplasma del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt”(INIFAT), mediante el inventario manual de las colecciones y su posterior registro computarizado. Para realizar dicho inventario y el monitoreo de las colecciones se empleó la metodología propuesta por Bioversity International (Rao *et al.*, 2007).

Se realizó la evaluación de la viabilidad de colecciones de quimbombó, tomate, maíz y garbanzo con el objetivo de determinar, atendiendo al año de conservación, que cantidad de muestras del total evaluado lograban niveles de germinación superiores a un 60%, nivel por debajo del cual se considera baja germinación y se recomienda una regeneración inmediata. También se registraron aquellas accesiones que luego de la prueba de viabilidad no mostraron ninguna germinación. El inventario recoge la información hasta el año 2012 en que aparecen las accesiones conservadas como colecciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de accesiones y de especies que se conservan por años son reflejados en la Figura 1, en ella se aprecia como durante los años entre 1993 y 1995 se conservó el mayor número de accesiones por años. En especial en 1995 se regeneraron cerca de 650 accesiones, en un esfuerzo realizado por los curadores de germoplasma para regenerar la mayor cantidad de accesiones, las cuales estaban expuestas a las difíciles condiciones impuestas por el período especial debido a la falta de insumos y

frecuentes corte de luz que se prolongaban hasta más de 16 horas y que afectaban el almacenamiento y conservación del germoplasma.

El inventario general actualizado (2012) mostró que se conservan en el INIFAT a temperatura de 5-7°C y en cámara refrigerada unas 3223 muestras de 62 especies, las cuales se distribuyen en: 1317 entradas de 38 especies de hortalizas, 1492 entradas de

granos que abarcan a 18 especies, 403 accesiones de cuatro especies de oleaginosas y 11 accesiones de otras dos especies.

En la Tabla 1 se observa el inventario realizado en el año 2007 tomado del Segundo Informe de País sobre el estado de los Recursos Fitogenéticos (Cuba, 2007).

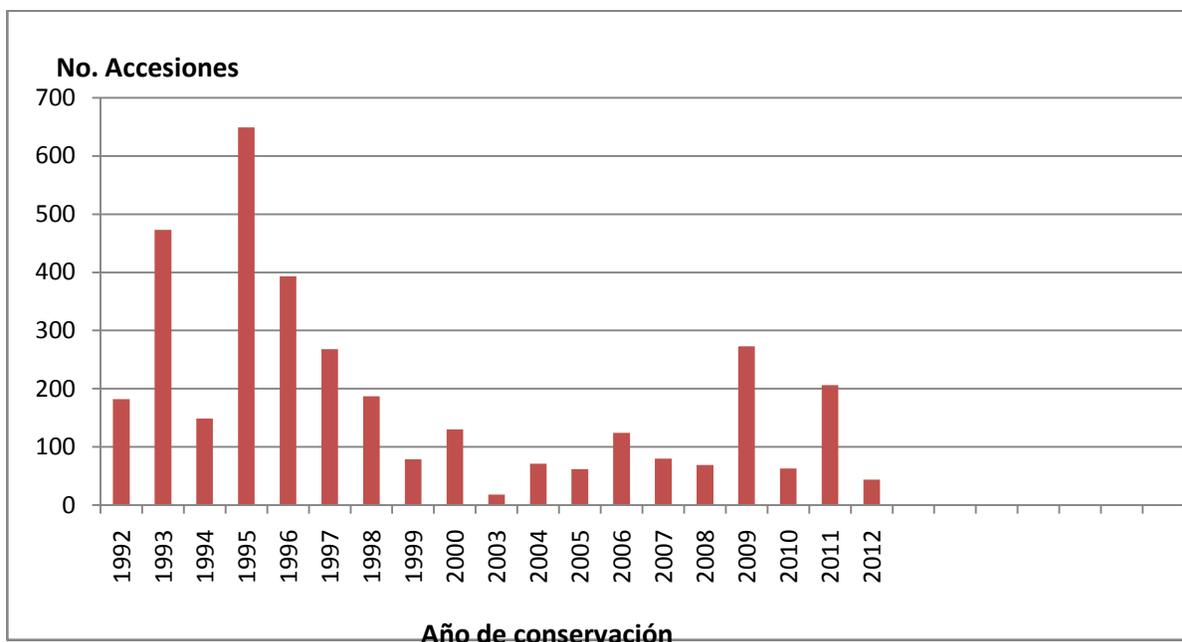


Figura 1. Número de accesiones conservadas en el Banco de Germoplasma del INIFAT en el período 1992-2012.

Al comparar los recursos preservados en el momento actual respecto a lo informado en el año 2007 se puede apreciar una disminución del 16.82%. Ello obedece en parte al deterioro natural de la semilla, al impacto de las condiciones adversas en el almacenamiento sobre todo de accesiones que no han contado con posibilidad de regeneración debido a dificultades económicas, los cortes de electricidad durante el “período especial”, el efecto provocado por las condiciones inadecuadas de regeneración que luego tuvieron un impacto sobre la viabilidad de las accesiones en el almacenaje. Otras de las razones es

la existencia de duplicados los cuales han sido detectados en el inventario actual al ordenar la información de manera automatizada, conjugado con un inventario físico exhaustivo.

Por otra parte, las colecciones se han visto expuestas a plagas en el almacenaje, especialmente aquellas semillas envasadas de sobres laminados de aluminio los que han sido afectados por roedores. Estas situaciones se han dado cuando ha sido regulada la temperatura de almacenaje abriendo la cámara refrigerada para que se equilibre la temperatura interna con la temperatura ambiente.

Tabla 1. Inventario actualizado respecto al inventario reportado en el año 2007.

Colecciones	No. de muestras 2012	No. de muestras 2007	No. Especies
Hortalizas	1317	1555	38
Granos	1492	2318	18
Oleaginosas	403	580	4
Otras	11	2	2
Total	3223	3875	62

Se debe destacar que en el grupo de los granos, la colección que ha logrado acumular un mayor número de accesiones es la del frijol común, el cual muestra un total de 608 accesiones, que se encuentran envasadas principalmente en sobres laminados de aluminio y en menor medida en bolsas de polietileno. Entre las especies de hortalizas el tomate presenta el mayor acumulado de accesiones (604) y extiende los recursos genéticos del cultivo con parientes silvestres como *Solanum peruvianum*, *Solanum pimpinellifolium* y otras especies de la familia Solanácea, todas almacenadas en sobres laminados de aluminio, polietileno y frascos de cristal. Los ajíes y pimientos son otra colección hortícola importante, y abarca a cinco taxa comprendidos entre cuatro especies del género *Capsicum*. Por último la colección más numerosa para las oleaginosas corresponde al cultivo de la soya, que cuenta con 211 accesiones (Tabla 2). Como parte de los recursos fitogenéticos preservados tienen una importancia clave las colecciones de trabajo de los fitomejoradores. En la Tabla 3 se muestra la cuantía de 32 especies de las colecciones activas conservadas en el INIFAT por los fitomejoradores de hortalizas, granos, oleaginosas y viandas, que alcanza un total de 260 accesiones de especies como la espinaca (*Spinacea oleracea*), la lenteja (*Lens culinaris*), el girasol (*Helianthus annuus*) y el boniato (*Ipomoea batatas*). Muchos de estos

materiales se encuentran en diferentes fases de aclimatación o mejora.

La Tabla 3 muestra también la conservación *in vitro* de 20 clones de ajo, cultivo para el cual se han desarrollado protocolos de conservación que han permitido el almacenaje mediante la reducción de la tasa de crecimiento, permitiendo extender el período de almacenaje de esta especie hasta cuatro años (Torres *et al.*, 2008 y 2011).

Durante el monitoreo de la viabilidad de las colecciones de caupí (*Vigna unguiculata*) en el año 2010 se pudo apreciar que los lotes almacenados durante el año 1994 presentaron dificultades en la germinación y ello requirió evaluar regeneraciones de la misma colección almacenadas en el año 1988 (22 años). En este último caso las semillas de estos cultivares mostraron una viabilidad del 98% y las mismas procedían de lotes almacenados en frascos de cristal con tapa metálica parafinada y condiciones de temperatura de 5-7°C. Se debe plantear que estos lotes de semilla sufrieron las condiciones de cortes de electricidad durante el "período especial".

Estos resultados vienen a ratificar lo planteado por Gómez Campo (2006) con relación a las excelentes cualidades de las leguminosas y Brassicaceas, donde el factor principal en el almacenamiento son las condiciones de humedad de la semilla cuando la temperatura se encuentra en un rango razonable (Shagarodsky, 2010).

Tabla 2. Colecciones más numerosas que se conservan en el Banco de Germoplasma del INIFAT.

Cultivo	Número de accesiones	Especies	Condiciones
Frijol Común	608	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Aluminio y polietileno
Tomate	606	<i>Solanum lycopersicum</i> , <i>S. peruvianum</i> , <i>Physalis philaderphica</i> , <i>Solanum mammosum</i> , <i>Solanum torvum</i>	Aluminio, cristal y polietileno
Soya	211	<i>Glycine max</i>	Aluminio
Ajíes y pimientos	396	<i>Capsicum baccatum</i> <i>Capsicum frutescens</i> <i>Capsicum annuum</i> <i>Capsicum annuum</i> var. <i>glabriusculum</i> <i>Capsicum chinense</i>	Aluminio, polietileno

Tabla 3. Otras colecciones activas conservadas por los fitomejoradores en el Banco de Germoplasma del INIFAT

Colecciones	Número de accesiones	Condiciones
Colección de trabajo de fitomejoramiento	260 (32 especies)	Conservadas en cámara refrigerada, en nylon, o como colecciones vivas
Colección de ajo	20	<i>In vitro</i>

Tabla 4. Viabilidad registrada para especies representativas de hortalizas, granos y oleaginosas con largos períodos de almacenaje

Especie	Años de conservación	No. de accesiones	Baja germinación %	Germinación nula %
Quimbombó	19	26	53	15
Garbanzo	21	20	50	15
Maíz	14	73	43	26
Tomate	17	53	15	11

Por otra parte, resulta evidente que las accesiones de caupí conservadas en el año 1994 confrontaron dificultades durante el manejo de la cosecha, o durante el proceso de secado y almacenaje.

Las condiciones actuales de monitoreo no han permitido el empleo de recursos descritos en los procedimientos estándares para los ensayos de semillas (Rao *et al.* 2007) y ha sido necesario el empleo de medios alternativos entre los cuales se ha utilizado, para el ensayo de germinación, el papel de periódico propuesto por Barros (2007) para la determinación de la viabilidad

La Tabla 4 refleja como luego del monitoreo de las colecciones los materiales preservados por largos períodos muestran un comportamiento diferencial durante el año 2012. En el caso del quimbombó se observó que un 53% de las accesiones presentaron una germinación inferior al 60% considerada en la tabla como baja germinación y un 15% de las 26 accesiones evaluadas presentaron ausencia de germinación. El 26% de las accesiones de tomate confrontaron problemas de germinación. Para los granos fue notable como el 69% de las accesiones presentaron porcentajes de germinación bajo o nulo a los 14 años de almacenamiento. El 50% del garbanzo almacenado por 21 años presentó baja germinación y el 15% una germinación nula.

Estos resultados nos permiten determinar para cada especie, bajo las condiciones actuales de conservación, cuáles pueden ser los períodos más prolongados de almacenamiento, y que genotipos tienen una mejor aptitud para la conservación. Considerando estos resultados podemos afirmar que las condiciones actuales permiten asegurar condiciones de almacenamiento a mediano plazo por períodos de 10 años, pudiendo extender los períodos de almacenaje a 20 años para algunas de las especies, siempre y cuando las condiciones de almacenamiento sean óptimas, en cuanto al contenido de la humedad de la semilla y las

condiciones de temperatura, unido a un hermético envasado en sobres laminados de aluminio o cristal. Atendiendo al número de accesiones existente en las colecciones, en la actualidad se requiere una capacidad mínima de almacenaje de 1,42 toneladas de semilla si tenemos presente que la colección de especies de granos como el frijol común (*Phaseolus vulgaris*) requieren como mínimo 300 gramos de semillas por accesión, que es la cantidad mínima necesaria para tres regeneraciones. Si tomamos como criterio el tamaño medio de la semilla por especie se pudo determinar el volumen total de semilla referido anteriormente.

CONCLUSIONES

- Se dispone en el INIFAT, de 3223 accesiones conservadas *ex situ* en cámaras refrigeradas a 5-7 °C en su mayor parte en sobre laminados de aluminio o en frascos de cristal, correspondiendo las mismas a 62 especies.
- El nivel de erosión genética en el INIFAT hasta el año 2012 está en orden de 16.82%.
- El resultado del monitoreo con las colecciones representativas permite afirmar que las condiciones descritas ratifican la conservación de especies ortodoxas por un período promedio de 10 años y algunos cultivares de leguminosas han alcanzado períodos de conservación que superan los de 20 años.

RECOMENDACIONES

Continuar el trabajo de monitoreo de la viabilidad de las colecciones con vista a lograr una mayor generalización de los resultados obtenidos y plantear una estrategia de regeneración y multiplicación de las colecciones conservadas *ex situ*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, S., González, J. (1980): Antecedentes del mejoramiento del maíz en Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. Informe Científico-Técnico No. 110, INIFAT, La Habana, 7-14.

- Barros, A. (2007): Producto de semillas en pequeñas propiedades. 2ª Ed revisada y ampliada. Ins. Agronómico do Paraná, Londrina, Brasil Circular Técnica No. 129 Agosto, 98 p.
- 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, Project reports, En: Watson J. W. and 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, FRD .International Plant Genetic Resources Institute, Rome, p: 42-55.
- Castiñeiras, Leonor (2007): Componente Cubano del Proyecto Internacional "Manejo adaptativo de los sistemas de semillas y flujo genético para una agricultura sostenible en los trópicos húmedos de México, Cuba y Perú"- IPGRI/IDRC. Informe final, 82 pp.
- Cuba (2007): Segundo Informe Nacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA). Mecanismo Nacional de Intercambio de Información sobre las actividades de RFAA. Subgrupo de Recursos Fitogenéticos Comisión Nacional, 189 pp.
- Esquivel, M., Knüpffer, H., Hammer, K. (1992): Inventory of the cultivated plants. En: Hammer K, Esquivel M, Knüpffer, H. (Eds.). "... y tienen faxoes y fabas muy diversos de los nuestros..." Origin, evolution and diversity of Cuban plant genetic resources, Vol. 2, IPK Gatersleben, Germany. pp. 213-454.
- Gómez-Campos, C. (2006): Erosion of genetic resources within seedbank: the role of seed containers. Seed Science Research 16: 291-294.
- Hermann M., Amaya K., Latourmerie L., Castiñeiras L. (2009): ¿Cómo conservan los agricultores sus semillas en el trópico húmedo de Cuba, México y Perú? Experiencias de un proyecto de investigación en sistemas informales de semillas de Chile, frijoles y maíz. Bioversity International, Roma, Italia, 179 pp.
- Muñoz, L., Prats, A., Brito, G. (1994): Mejoramiento de Hortalizas para condiciones tropicales. En: Fundora Z, Martínez R, Méndez A (Eds.). 90 años de la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas. Editorial Academia, INIFAT. Cuba. pp. 57-70.
- Rao, N. K., J. Hanson, M. E. Dulloo, K. Ghosh, D. Novell y M. Laringe (2007): Manual para el manejo de semillas en Banco de Germoplasma. Manuales para Banco de Germoplasma No. 8. Bioversity International, Roma, Italia, 165 pp.
- Shagarodsky, T. (2010): Reseña de la visita del Dr. César Gómez campo al Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). Agrotecnia de Cuba, 34 (1): 116-118.
- Torres, M. de los Á. (2011): Conservación de germoplasma de ajo (*Allium sativum* L.) por reducción de la tasa de crecimiento. Proyecto 1823. PCRT Producción Nacional de Semillas, 42 pp.
- Torres, M. de los Ángeles, M. R. López, Ana J. Rodríguez Mansito y María Benítez Arzola (2008): Conservación de germoplasma de ajo (*Allium sativum* L.) por reducción de la tasa de crecimiento. Agrotecnia de Cuba, Vol. 32 (Número Especial):22-31.

Fecha recibido: 9 de marzo de 2016.

Fecha aceptado: 18 de abril de 2016.