

CONSERVACIÓN Y DISEMINACIÓN DE RECURSOS FITOGENÉTICOS DE FRIJOL COMÚN A NIVEL LOCAL

**Sandra Miranda Lorigados, Rodobaldo Ortiz Pérez,
Manuel Ponce Brito, Odile Rodríguez Miranda, Rosa
Acosta Roca y Humberto Ríos Labrada.**

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, INCA, Mayabeque

Orlando Chaveco Pérez

*Unidad de Extensión, Investigación y Capacitación de Holguín,
UEICAH*

Edilio Quintero Fernández

Centro de Investigaciones Agropecuarias, CIAP, Villa Clara

Introducción

La agricultura constituye uno de los avances más notables de la humanidad y, dentro de esta, la domesticación de cultivos ha sido uno de los elementos más trascendentales. Por milenios, los agricultores han identificado, seleccionado y conservado sistemáticamente variantes genéticas que aparecen durante la producción, facilitando la adaptación y diseminación de cultivos a un amplio rango de climas, suelos y usos domésticos; resultando en una reserva global de diversidad, con miles de variantes para múltiples cultivos. Esta reserva de diversidad de variantes de especies conforma los recursos fitogenéticos de los cultivos en nuestros días.¹

La diversidad de los recursos fitogenéticos de un cultivo en particular —considerando su variabilidad intravarietal o diversidad genética— junto a la diversidad de los ecosistemas agrícolas y la diversidad de especies, conforman los tres

¹ X. Zhou, T. E. Carter, Z. Cui, S. Miyazaki, J. W. Burton. 2002. Genetic Diversity Patterns in Japanese Soybean Cultivars Based on Coefficient of Parentage. *Crop Sci.* 42: 1331–1342.

niveles de la agrobiodiversidad en los sistemas agrícolas.² La agrobiodiversidad es un concepto mucho más amplio que abarca la variedad y variabilidad de animales, plantas y microorganismos que son necesarios para sostener las funciones claves del agroecosistema, sus estructuras y procesos de y a favor de la producción de alimentos y la seguridad alimentaria.³

En la actualidad enfrentamos el enorme reto de preservar el patrimonio genético de los cultivos, el cual ha sido mejorado y conservado por los agricultores y transmitido de generación en generación hasta llegar a nuestros días. Este patrimonio se ha estado erosionando a un ritmo alarmante, especialmente desde la primera mitad del siglo XX, estimándose pérdidas de alrededor del 75 % de la diversidad genética de los cultivos.

La causa principal de esta pérdida irreparable de la diversidad agrícola ha sido la adopción de la Revolución Verde como modelo de desarrollo de la agricultura moderna, no solo en los países industrializados, sino en gran parte del planeta. Este modelo se caracteriza por un alto nivel de mecanización, así como por el desarrollo de variedades modernas de gran potencial productivo, uniformes, mejoradas para condiciones homogéneas y para ser usadas bajo paquetes tecnológicos dependientes de altos niveles de insumos agroquímicos y energéticos. Así, un número limitado de estas variedades mejoradas son cultivadas en grandes extensiones de tierra, desplazando en muchas de las áreas productivas a las variedades tradicionales y desapareciendo con estas el conocimiento y las tradiciones culturales asociadas a su producción, conservación y uso.

Las instituciones científicas, los gobiernos, los organismos internacionales y la sociedad civil reconocen la enorme importancia que tienen los recursos fitogenéticos para la supervivencia de la humanidad y consideran su conservación y

² D. Jarvis y T. Hodgkin. 2000. Farmer decision making and genetic diversity: linking multidisciplinary research to implementation on-farm. En: S. B. Brush (ed), *Genes in the field: On-farm Conservation of Crop Diversity*. IPGRI, IDRC and Lewis Publishers, FL, USA. pp: 261-278

³ FAO. 1999. Proceeding of the Technical Meeting on the Methodology of the World Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources. Technical Meeting held at Research Institute of Crop Production, Prague, Czech Republic from 21-23 June 1999.

uso como un elemento clave en la seguridad alimentaria de los seres humanos y el desarrollo sustentable de la agricultura.

Los recursos fitogenéticos de los cultivos constituyen la materia prima fundamental que permite a los fitomejoradores la manipulación de genes para la obtención continua de variedades superiores para la agricultura.⁴ Además, la diversidad de estos recursos fitogenéticos es la base de la supervivencia para millones de agricultores y sus comunidades, principalmente de aquellos que realizan una agricultura tradicional o no tienen acceso a los paquetes tecnológicos de la agricultura tecnificada. Para estos agricultores, el manejo de los recursos fitogenéticos —específicamente de una alta diversidad de variedades tradicionales en sus ambientes— les permite disponer dentro de sus cultivos de poblaciones adaptadas a sus diversas necesidades y microambientes, y que, además, limitan la pérdida o “ruptura” de la resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades, al permitir niveles de producciones de alimentos estables en tiempo y espacio.^{5,6}

Dada su importancia, desde el pasado siglo se han buscado alternativas para preservar la diversidad de genes potencialmente útiles de la erosión progresiva y sistemática que sufrían. Así, se implementaron iniciativas internacionales encaminadas a conservar ex situ estos acervos genéticos, se desarrollaron de esta forma bancos de germoplasma por todo el mundo, financiados fundamentalmente por fondos públicos internacionales, con el mandato de colectar, clasificar, conservar y facilitar la mayor cantidad de accesiones de todos los cultivos.⁷ Estas instituciones generan una gran cantidad de información útil para el manejo y uso eficiente de dicha

⁴ L. A. Thrupp. 1997. *Linking Biodiversity and Agriculture: Challenges and Opportunities for Sustainable Food Security*. World Resources Institute, Washington, D.C.

⁵ M. A. Altieri y L. C. Merrick. 1987. *In situ Conservation of Crop Genetic Resources through Maintenance of Traditional Farming Systems*. *Economic Botany* 41: 86-96.

⁶ D. L. Clawson. 1985. Harvest Security and Intraspecific Diversity in Traditional Tropical Agriculture. *Economic Botany* 39: 56-67.

⁷ T. L. Franco y R. Hidalgo, (eds.). 2003. *Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos*. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.

colección, con fines no sólo de mejora genética de los cultivos, sino también para su conservación,^{8, 9} contribuyendo a la protección de cientos de miles de cultivares tradicionales de la mayoría de los cultivos de importancia, lo cual representa un gran servicio a la humanidad.

La conservación ex situ en bancos de germoplasma tiene, sin embargo, una serie de desventajas, entre ellas se encuentran: que son extraordinariamente caros, resulta difícil caracterizar todo lo almacenado y los mecanismos para acceder a las semillas son complejos. También se plantea que los materiales conservados de este modo detienen el proceso de evolución que ocurre normalmente en condiciones in situ, lo que reduce sus niveles de adaptación a las condiciones específicas de los lugares donde fueron colectados, debido a que las mismas se modifican constantemente por cambios ambientales, socioeconómicos, culturales, etcétera. Además, los bancos ex situ no logran “conservar” las tradiciones culturales y las tecnologías asociadas al uso y conservación de los recursos fitogenéticos en las comunidades donde estas evolucionaron, lo que constituye un elemento clave en la conservación y generación continua de la diversidad, pues son justamente los criterios, ambientes, culturas, necesidades y preferencias de las comunidades los que han permitido la amplia gama de variantes que la humanidad ha desarrollado hasta nuestros días.

Estas desventajas han estimulado la búsqueda de alternativas de conservación in situ de los recursos fitogenéticos de los cultivos. A diferencia de la conservación de la biodiversidad salvaje, de la conservación de la agrobiodiversidad se ocupan los agricultores en sus fincas, por lo que se requiere un mejor entendimiento y revalorización de la situación de los agricultores, necesitándose además encontrar vías para estimular el mantenimiento de los hábitats y prácticas

⁸ J. L. Pires, W. R. Monteiro, L. R. M. Pinto, E. P. M. N. 2000. Variabilidad genética de fontes de resistencia de *Theobroma cacao* a *Crinipellis perniciosa* com base em marcadores microsatélites. *Fitopatología Brasileira* 26 (supl.). 347 p.

⁹ L. Maggioni. 2004. Conservation and use of vegetable genetic resources: a European perspective. *Acta Horticulturae* 637: 13-30.

especiales que conllevan a la generación y conservación esta diversidad.¹⁰

Existen numerosas experiencias del trabajo con agricultores y comunidades, encaminadas a promover la conservación *in situ*, en el mismo medio donde las variedades tradicionales evolucionaron. Sin embargo, este propósito tropieza con el hecho de la enorme presión que tienen los agricultores, para quienes la siembra de las antiguas variedades tradicionales puede presentar desventajas en relación a las variedades mejoradas en cuanto a los rendimientos, aceptación en el mercado y/o las políticas agrícolas que promueven el uso de variedades comerciales. Esto provoca que muchas veces los agricultores, así como las iniciativas y organizaciones que promueven la conservación *in situ*, no logren identificar los mecanismos para que las variedades tradicionales sean una alternativa atractiva y económicamente viable.¹¹

Se hace cada vez más evidente que, un problema tan complejo como la conservación de los recursos fitogenéticos en la agricultura, requiere de estrategias más integrales y participativas, que involucren todos los esfuerzos a todos los niveles y que, además, constituyan una alternativa factible para todos los involucrados. En la actualidad, la tendencia es que las estrategias de preservación de recursos fitogenéticos se enfoquen a una mayor cohesión entre los esfuerzos de la conservación tanto *ex situ* como *in situ*. Estas estrategias contemplan la inclusión de los saberes y tradiciones locales asociadas con las semillas, y la búsqueda de metodologías que hagan atractiva y económicamente factible, el uso y conservación de los recursos fitogenéticos locales por los agricultores en las comunidades, permitiendo elaborar estrategias acordes con los contextos específicos.

Este hecho permite identificar las oportunidades de colaboración con instituciones que disponen de germoplasma o que están interesadas en su diseminación y conservación, así como las prioridades, capacidades y motivaciones que existen a nivel local para la conservación de esta diversidad.

¹⁰ S.B. Brush. 1991. A Farmer-based Approach to Conserving Crop Germplasm. *Economic Botany* 45: 153-165.

¹¹ S. B. Brush. 1994. Providing farmers' rights through *in situ* conservation of crop genetic resources. *Commission on Plant Genetic Resources, background study paper. No. 3.* 46 p.

En este sentido, las estrategias que incorporan prácticas participativas poseen la enorme ventaja de que los agricultores y agricultoras tienen un papel protagónico en el diseño e implementación de tales iniciativas, reconociéndolos como actores en la conservación y manejo de los recursos fitogenéticos.

En el diseño de estrategias de conservación de los recursos fitogenéticos de los cultivos, el estudio de la diversidad existente es uno de los pasos fundamentales, ya que permite determinar las necesidades más apremiantes en este aspecto, así como evaluar el impacto de la implementación de dichas estrategias. Para esto, se cuenta con herramientas de las ciencias sociales que permiten conocer el estado de estos recursos y los factores socioeconómicos asociados a su conservación y uso. También se dispone de una gama de herramientas que permiten determinar la variabilidad intraespecífica de un cultivo dado, como son los marcadores agromorfológicos, bioquímicos y moleculares.

En este capítulo se presenta la evaluación de la variabilidad genética de una colección de frijol común de cultivares disponibles en Cuba, así como un estudio de caso acerca del efecto de los métodos participativos sobre la diversidad en finca de una comunidad agrícola cubana.

Evaluación de la variabilidad de cultivares cubanos de frijol común

El frijol común forma parte de la dieta de los cubanos y constituye un elemento clave en sus tradiciones culturales. Es un cultivo presente en casi todas las fincas, como fuente de ingresos y para el autoconsumo de las familias campesinas, por lo que se produce a todo lo largo y ancho del país.¹²

Este cultivo ha estado presente en Cuba desde épocas precolombinas, asociándose los sistemas de producción de frijol con las diferentes migraciones humanas por el Arco de las Antillas, que permitieron la introducción de genotipos provenientes de los centros mesoamericano y andino de origen y domesticación del frijol.^{13,14} Luego, en épocas posteriores a la

¹² AEC, 2010. *Anuario Estadístico de Cuba*.

¹³ L. Castiñeiras, M. Esquivel, L. Lioi, K. Hammer. 1991. Origin, diversity and utilization of the Cuban germplasm of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, 1991, no. 57, p. 1-8.

llegada de los europeos a Cuba, se siguieron introduciendo cultivares primitivos de frijol provenientes de ambos centros de origen, como resultado del intenso comercio que tenía lugar durante la Colonia entre las Américas y España, en el que Cuba constituía el principal puente comercial, y que facilitó la reintroducción de genotipos de México y Perú.¹³

Como consecuencia de esto y debido a la importancia de estos granos para la alimentación de los cubanos, ha llegado hasta nuestros días un importante patrimonio genético de este cultivo, que aún se conserva en las parcelas de los agricultores, fundamentalmente de aquellos que habitan en zonas apartadas y que practican una agricultura más tradicional. Además, instituciones científicas como el INIFAT han hecho una importante tarea de recolección, evaluación y conservación ex situ de miles de cultivares tradicionales de este cultivo, contribuyendo extraordinariamente a su preservación. Otras instituciones de investigación y universitarias, como el INCA, el CIAP, la UEICAH y algunas universidades, también han realizado algunas acciones de colecta y preservación de frijol, contando con colecciones de trabajo en sus instalaciones.

Además, se dispone en Cuba de cultivares modernos desarrollados por instituciones cubanas (IIHLD, CIAP, UEICAH y otras), junto a institutos internacionales de investigación (CIAT, Universidad de Zamorano). En el año 2005, el país contaba con 34 variedades comerciales cubanas en el registro oficial de variedades, estimándose en la actualidad, al menos diez nuevas variedades.¹⁵

Estudio de caso

En el presente estudio, se evaluó una colección heterogénea de 174 cultivares de frijol común disponible en Cuba. De estos, 125 son cultivares tradicionales colectados en diez de las quince provincias del país y conservados ex situ en bancos de germoplasma y colecciones de trabajo de instituciones científicas cubanas. El resto de los materiales son 49 cultivares mejorados, registrados o en proceso de mejora.

¹⁴ L. Castiñeiras, N. Pérez Nasser, D. Piñero. 1994. The origin of *Phaseolus vulgaris*L. in Cuba: phaseolin patterns and their relationship with morpho-agronomic traits. *Plant Genetic Resources* 99: 25-29.

¹⁵ MINAGRI, 2005. *Registro oficial de variedades comerciales*. Cuba.

Para la evaluación de la variabilidad genética de los mismos, se utilizaron marcadores agromorfológicos definidos en descriptores específicos para el cultivo del frijol (IPGRI). Además, se efectuó una caracterización molecular mediante microsatélites, utilizándose 32 cebadores específicos para el frijol.^{16,17,18} Los microsatélites son ampliamente utilizados en estudios de este tipo, principalmente porque son potentes marcadores moleculares, son codominantes y altamente polimórficos, lo que permite detectar una amplia diversidad en los cultivares analizados. A su vez, se determinó el tipo de faseolinas presentes en la colección analizada, proteínas de reserva que constituyen marcadores muy conservados, siendo muy útiles para determinar el centro de origen de los cultivares. Los resultados obtenidos por los estudios realizados con los marcadores revelaron que en la muestra de cultivares cubanos existe una alta variabilidad morfológica y molecular. Por el tipo de faseolinas presentes en las semillas analizadas, así como por las características morfológicas de los granos de estos cultivares, se vieron representados ambos centros de origen del cultivo —mesoamericano y andino— distinguiéndose claramente los acervos genéticos en la muestra analizada. En este sentido, el centro de origen fue el factor que más influyó en el agrupamiento de los cultivares, tanto para los marcadores moleculares como para los agromorfológicos. Dichos resultados se pueden apreciar en las figuras 1 y 2. Por el contrario, otros factores como la provincia donde fueron colectados o el tipo de cultivar (tradicional o mejorado) no tuvieron influencia en el agrupamiento realizado. Dicho resultado fue corroborado con un análisis de discriminante, lo que arrojó que en los grupos realizados a priori de acuerdo a la procedencia de los cultivares (mejoradas o locales), solo el 60% de los genotipos estaban bien agrupados, a diferencia de

¹⁶ E. Gaitán-Solís, M.C. Duque, K.J. Edwards y J. Tohme. 2002. Microsatellite repeats in common bean (*Phaseolus vulgaris*): Isolation, characterization, and cross-species amplification in *Phaseolus* ssp. *Crop Sci.* 42: 2128-2136.

¹⁷ M. W. Blair, J.M. Díaz, R. Hidalgo, L.M. Díaz, M. C. Duque. 2007. Microsatellite characterization of Andean races of common bean (*Phaseolus vulgaris*L.). *Theor Appl Genet.* 116 (1): 29-43.

¹⁸ K. Yu, S.J. Park, V. Poysa, P. Gepts. 2000. Integration of simple sequence repeat (SSR) markers into a molecular linkage map of common bean (*Phaseolus vulgaris*L.). *Journal of Heredity* 91: 429-434.

los grupos formados a priori de acuerdo al centro de origen, que arrojó un 82% de individuos bien agrupados de acuerdo a los caracteres agromorfológicos utilizados.

De ambos centros de origen, el más representado fue el mesoamericano, con cultivares caracterizados por presentar los tipos S o CH en sus faseolinas. Estos cultivares también presentaban semillas predominantemente pequeñas, con una alta variabilidad en tonalidades de color, con un predominio de las rojas y negras, lo que es característico de este acervo genético. El centro de origen andino, por el contrario, estuvo representado por un menor número de cultivares, que presentaban faseolinas tipo T en sus semillas y una menor variabilidad en las tonalidades de los granos. En este caso, predominaron los cultivares con semillas de tamaño grande o mediano, tonalidades claras y patrones moteados y ausencia de los colores blanco y negro en la testa de los granos.

Resultados similares fueron encontrados también primero¹⁴ en cultivares locales cubanos de frijol y posteriormente en cultivares internacionales,¹⁷ corroborándose la relación que existe, en los cultivares cubanos, entre los alelos de las faseolinas y los diversos caracteres morfológicos, así como entre estos y el centro de origen de los genotipos. Dentro de estos caracteres, el tamaño de las semillas ha sido identificado como uno de los caracteres más relacionados con el centro de origen y, por ende, con el tipo de faseolina presente en las semillas, lo que hace de ambos (tamaño de la semilla y tipo de faseolina) los marcadores más importantes para identificar el centro de origen de los genotipos.^{19,20,21}

¹⁹ P. Gepts y F. A. Bliss. 1986. Phaseolin variability among wild and cultivated common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from Colombia. *Economic Botany* 40 (4): 469-478.

²⁰ S. P. Singh, R. Nodari y P. Gepts. 1991. Genetic diversity in cultivated common bean: I. Allozymes. *Crop Sci.* 31: 19-23.

²¹ P. Gepts y D. Debouck. 1991. Origin, domestication and evolution of the common bean. En: A. van Schoonhoven, O. Voyst (ed.) *Common beans: Research for crop improvement*. C.A.B. Intl., Wallingford, UK and CIAT, Cali, Colombia. pp. 7-54.

Figura 1. Dendrograma basado en el método de agrupamiento UPGMA con el Índice de Similaridad Nei & Li (1979), basado en los caracteres agromorfológicos con mayor contribución a la diferenciación entre los genotipos estudiados.

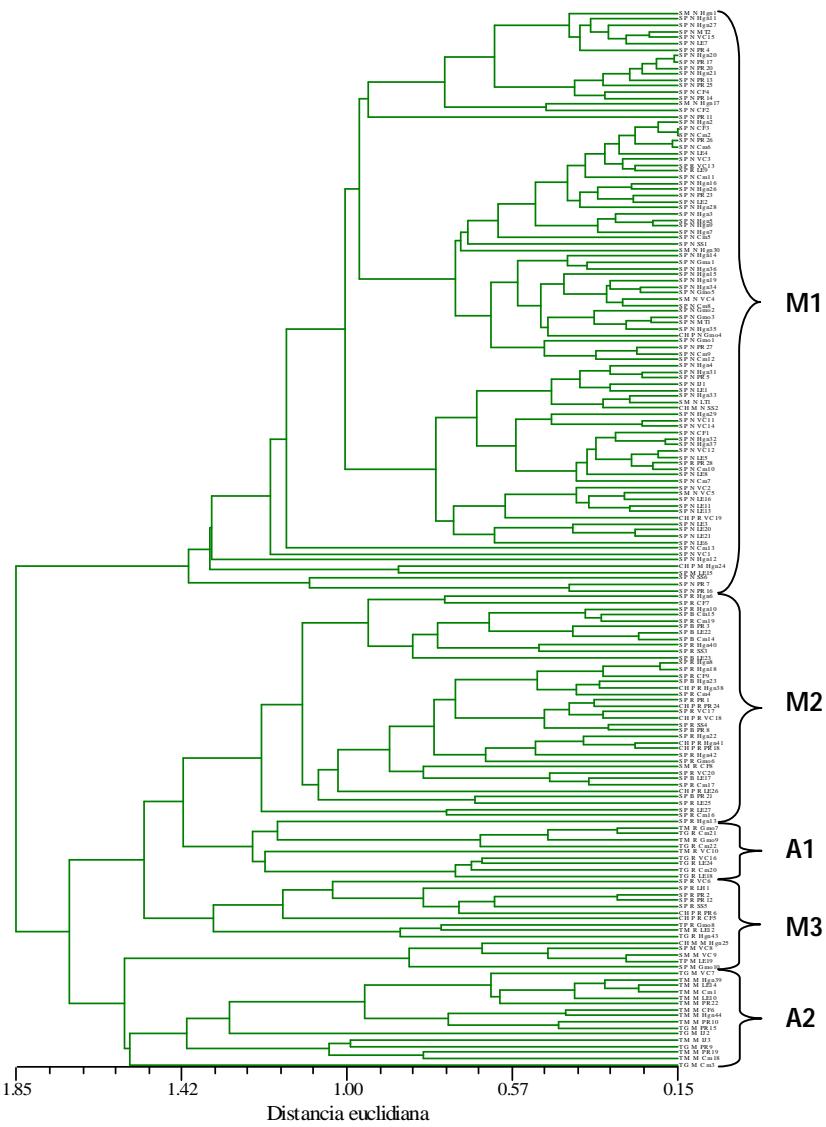
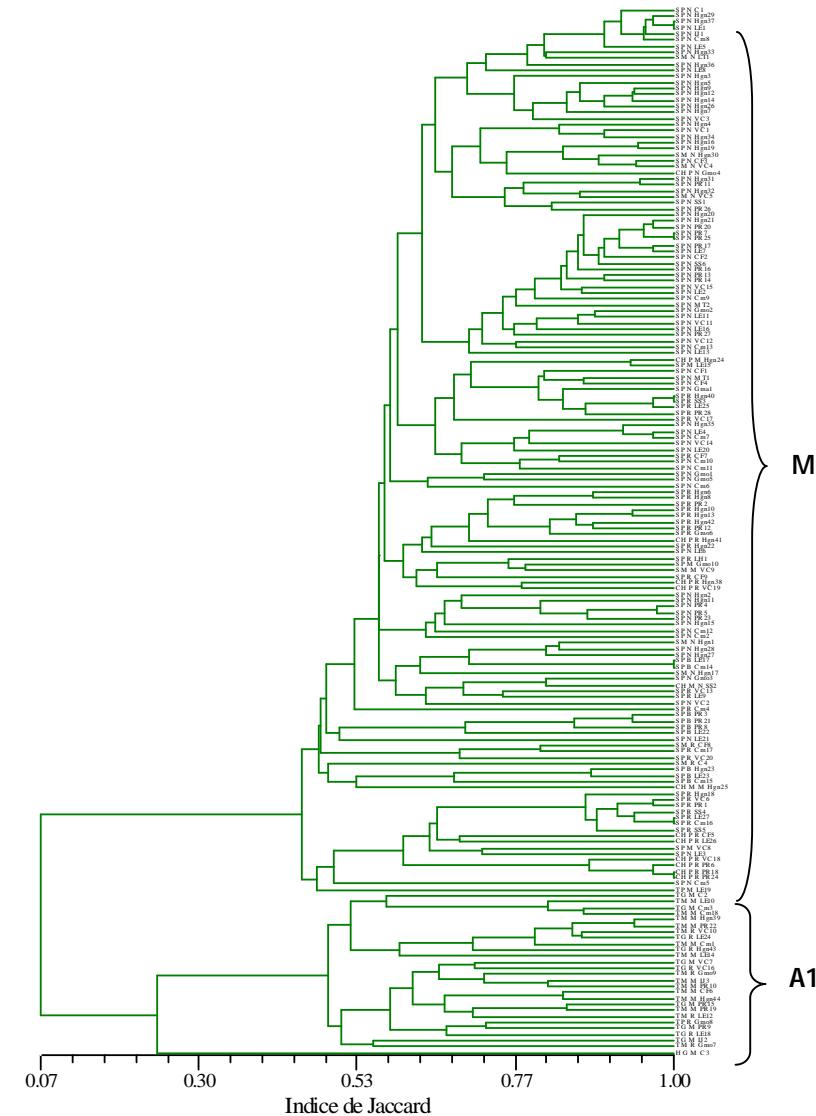


Figura 2. Dendrograma basado en el Índice de Jaccard, sobre la base de las frecuencias alélicas obtenidas para los 32 marcadores ISSR.



Por otro lado, la predominancia de los colores negro y rojo y el tamaño pequeño en los genotipos disponibles en Cuba, fue reportada en estudios previos con cultivares cubanos.^{13,17,22} Esto puede estar relacionado con el hecho de que la mayoría de los cultivares con semillas de color negro y rojo se encuentra adaptada a las difíciles condiciones de la agricultura tradicional cubana, en la que la producción se lleva a cabo principalmente sin riego y sin la aplicación de productos químicos para el control de plagas y enfermedades.¹³ Además, la predominancia de los genotipos con granos negros se corresponde con los hábitos alimenticios de los cubanos, quienes consumen habitualmente frijoles con granos de color negro, menos frecuentemente los de color rojo o moteado y ocasionalmente los de color blanco. Estos hábitos están determinados, de acuerdo a lo planteado por Castiñeiras,¹³ por preferencias con el sabor y porque los granos de color negro requieren pocos condimentos a la hora de su cocción.

Estos hábitos de consumo son determinantes en los niveles de demanda, y, consecuentemente, en los niveles de producción de este cultivo para cada categoría de color de grano, lo que constituye un elemento importante en la conservación in situ de los cultivares locales. Sin embargo, se conoce que la presencia de algunos cultivares tradicionales en las fincas se deben casi exclusivamente a los hábitos de consumo de las familias campesinas que los producen, fundamentalmente en el caso de los granos con colores crema o blanco.²³

Por otro lado, si se considera la procedencia de los genotipos, los cultivares locales presentan una mayor diversidad de variantes de granos considerando su color, tamaño, brillo y forma. Esto hace pensar en la necesidad de establecer estrategias de conservación y diseminación de estos materiales, enfocadas a su preservación en tiempo y espacio, para lograr un mayor beneficio a los agricultores y, con ello, la seguridad alimentaria de sus comunidades, además de

²² L. Lioi, M. Esquivel, L. Castiñeiras, K. Hammer. 1990. Phaseolin variation among bean landraces from Cuba. *Bio. Zentralbl.* 109: 231-233.

²³ Z. Fundora, L. Castiñeiras, T. Shagarodsky, O. Barrios, L. Fernández, V. Moreno, R. Cristóbal, M. García, C. Giraudy, F. Hernández, D. Arzola, D. de Armas, R. García, V. Fuentes. 2007. Destinos de la producción de diferentes cultivos en fincas rurales de dos zonas de Cuba. *Agrotecnia de Cuba* 31(2): 269-275.

favorecer el mantenimiento y disponibilidad de genes útiles para futuros programas de mejora genética del cultivo.

Era de esperar esta mayor variabilidad para los granos de los cultivares locales, considerando que sus genotipos han sido colectados en sistemas locales de semillas de todo el país. Los sistemas de semillas en las comunidades rurales donde aun se realiza una agricultura tradicional suelen estar dominados por cultivares locales —que incluyen cultivares primitivos— y por variedades modernas, donde se incluyen las variedades comerciales y otras desarrolladas por sistemas convencionales de fitomejoramiento. Para muchos cultivos, estas variedades modernas forman parte de los cultivares locales cuando son incorporados por los agricultores a sus sistemas locales de semillas y han sido adaptadas a sus ambientes por la acción de los propios agricultores y por la selección natural, por lo que, posterior a varios años, las mismas suelen denominarse variedades criollas o criollizadas. Por último, los cultivares locales presentes en los sistemas locales de semillas provienen también de cruces entre los cultivares primitivos y las variedades modernas.²⁴

En el presente estudio, los cultivares locales no solo presentaron una mayor variabilidad en los granos, sino también buenos comportamientos en algunos caracteres agronómicos, específicamente mayores longitudes de vaina y menor cantidad de días de madurez a la cosecha. Este último carácter es muy importante para los agricultores, pues determina el ciclo del cultivo y, por lo tanto, el tiempo en que obtienen la cosecha desde el momento de la siembra; permitiéndoles un mayor aprovechamiento del terreno, ahorro de los recursos y la disminución de riesgos asociados con la permanencia del cultivo en el campo.

La gran variabilidad encontrada en los granos de los cultivares locales y, en menor medida, en las variedades comerciales registradas en Cuba, revela que los consumidores cubanos, a pesar de su preferencia por los granos de color negro y pequeño en el cultivo del frijol, están habituados a consumir pequeñas cantidades de granos de otros colores y tamaños. Sin embargo, ocurre de manera diferente en otros países de la

²⁴ D. A. Cleveland y D. Soleri. Extending Darwin's Analogy: Bridging Differences in Concepts of Selection between Farmers, Biologists, and Plant Breeders. *Economic Botany* 61 (2): 121–136.

región, donde el mercado y los consumidores son sumamente rigurosos, y por lo tanto restrictivos en relación al tipo de grano, lo que limita la producción y consumo de granos de un único tamaño y tonalidad. Este es el caso de Costa Rica, donde los granos que se comercializan son de un tono y tamaño específicos, lo que obliga a mejoradores y agricultores a conducir sus esfuerzos de mejoramiento hacia la obtención de nuevas variedades con mejores características agronómicas, pero siempre conservando el mismo tipo de granos.²⁵

Esta relativa flexibilidad de los consumidores cubanos, unida a la variabilidad disponible en relación a los granos, constituye una oportunidad para incrementar las opciones productivas y de consumo, si se establecen las estrategias apropiadas para facilitar el acceso de más agricultores y consumidores a las mismas, lo que a su vez, contribuirá a la conservación de estos importantes recursos fitogenéticos.

Así, realizar los estudios de diversidad, teniendo en cuenta el color de los granos, resulta de gran importancia, dado que este es un carácter que muchas veces determina el manejo de los cultivares y, por lo tanto, su conservación y diseminación.

Partiendo de esto, fueron vinculados en el estudio de diversidad de los cultivares, efectuado en el presente trabajo, los caracteres morfológicos y moleculares. Para ello, a partir de las frecuencias alélicas encontradas para los 32 marcadores moleculares de microsatélites empleados, fueron calculados los índices básicos de diversidad, no solo considerando si eran cultivares mejorados o tradicionales, sino también teniendo en cuenta el color de la testa de los granos (Tabla I).

²⁵ R. Araya y J. C. Hernández. 2006. Mejora genética participativa de la variedad criolla de frijol "Sacapobres". *Agronomía Mesoamericana* 17 (3): 347-355.

Tabla I. Indicadores básicos de diversidad para los cebadores empleados para los grupos formados a priori. (Na, número de alelos; p, frecuencia alélica del alelo más representado; Ng, número de genotipos; Ne, número de alelos efectivos; I, índice de Shannon; Ho, heterocigocidad observada; Nei, Diversidad genética; Polim., polimorfismo)

Grupos a priori	No. genotipos	Indicadores básicos de diversidad						
		Na	p	Ng	Ne	I	Nei	Polim.
Procedencia	Todos los cultivares	174	4.66	0.68	7.35	2.1	0.88	0.46 100%
	Cultivares locales	125	4.31	0.70	6.41	2.01	0.83	0.43 100%
	Cultivares en mejoramiento	27	3.81	0.66	5.00	2.13	0.88	0.47 100%
	Cultivares mejorados	22	3.72	0.61	4.41	2.40	0.96	0.53 100%
Color grano	Blanco	9	1.66	0.82	1.72	1.47	0.36	0.23 53%
	Negro	90	3.00	0.83	4.66	1.51	0.47	0.25 72%
	Rojo	75	4.28	0.54	5.88	2.62	1.04	0.58 100%

Los resultados mostraron que la procedencia de los genotipos no pareció influir en los valores de los índices básicos de diversidad, al contrario del color de la testa de los granos, carácter para el que sí se aprecian diferencias entre los cultivares en términos de diversidad.

En este sentido, se pudo determinar que el grupo de genotipos con granos rojos mostró los mayores valores para los indicadores de diversidad calculados. Por el contrario, los genotipos negros y blancos presentaron los menores valores para los indicadores de diversidad empleados, como: el número de alelos efectivos (Ne), el porcentaje de loci polimórficos, el índice de Shannon y el índice de diversidad de Nei, así como los mayores valores de frecuencia alélica máxima. Esto significa que los cultivares que conforman estos grupos comparten muchos de los alelos para los loci estudiados, y, consecuentemente, el número de alelos representados por locus es menor. Estos alelos, además, no tienen una

representación equilibrada, predominando uno o pocos alelos para cada locus, lo que resulta un indicador de baja diversidad. Esto no resulta sorprendente en el caso de los cultivares de granos de color blanco, considerando la escasa representación de este color entre los granos, manifestado en menores valores del número promedio de alelos (Na) y de genotipos por locus (Ng).

Sin embargo, esta baja diversidad resulta muy significativa en el caso de los cultivares con granos negros, ya que estos representan el mayor porcentaje de la muestra. Dicho resultado constituye un hallazgo muy importante, considerando que en Cuba más del 80% de las áreas que se cultivan de frijol son de cultivares de granos de color negro, lo que hace estratégico introducir nuevos materiales de este color.

Conservación y diseminación de los recursos fitogenéticos de cultivos por métodos participativos. El caso de estudio del frijol común en la comunidad “El Tejar-La Jocuma”

Existen muchas iniciativas interesadas en estudiar y comprender el modo en que funcionan los sistemas informales de semillas, así como en la búsqueda de alternativas para la conservación y mejoramiento de los mismos, en aras de contribuir a conservar e incrementar la diversidad local de cultivos y el conocimiento y prácticas asociados a ellos.

En Cuba son varias las instituciones que han propiciado e implementado iniciativas con estos propósitos. Una de las experiencias en este sentido lo ha sido el proyecto FP en sus inicios, posteriormente PIAL, el cual en los últimos años ha tenido un impacto interesante y que ha alcanzado a muchas zonas del país.

Dentro de este proyecto, el caso de la comunidad “El Tejar-La Jocuma” constituye un interesante ejemplo de la utilidad de caracterizar los sistemas informales o locales de semillas, para una mejor comprensión de la problemática y oportunidades locales en relación a los recursos fitogenéticos de los cultivos. Además, constituye un caso de estudio sobre el impacto que puede tener el incremento del acceso de los agricultores a la diversidad agrícola y al conocimiento en el uso, conservación y diseminación local de esta diversidad.

“El Tejar-La Jocuma” es una pequeña comunidad agrícola de unos 10 km², ubicada en la porción norte del municipio La

Palma, provincia Pinar del Río, y uno de los primeros lugares donde se implementó el FP. Esta comunidad cuenta con 49 fincas agrupadas en varias Cooperativas de Crédito y Servicios (CCS), donde los cultivos más representados son la yuca, el frijol común, el plátano, el arroz, el maíz, el boniato y el tabaco, aunque también se producen otros cultivos en algunas fincas o a menor escala. Adicionalmente, la actividad forestal constituye otra opción productiva importante para la comunidad, por la presencia de extensas áreas de pinares naturales en algunas de las fincas.²⁶

En esta comunidad los sistemas de producción están caracterizados por un bajo nivel de tecnificación de los sistemas de irrigación y mecanización, y un escaso empleo de insumos energéticos.²⁷ Además, los terrenos se caracterizan por tener una topografía muy irregular, con relieves de llanuras onduladas, disecciones denudativas-acumulativas, con pizarras y areniscas, con suelos representativos pardos y fersialíticos.²⁸ La primera acción del proyecto FP en la comunidad “El Tejar-La Jocuma” fue caracterizar su sistema local de semillas, lo que se realizó mediante una encuesta sobre la procedencia, selección, conservación y frecuencia de introducción de semillas, aplicada a agricultoras y agricultores de una muestra de 23 fincas, que representan al 47% de las que conforman la comunidad.

El estudio mostró que el frijol común era cultivado por todas las familias de la comunidad y que las semillas de frijol utilizadas para la siembra, en la mayoría de las fincas (96%), eran producidas y conservadas por los propios agricultores. Tal y como sucede en la mayoría de las fincas en Cuba, a nivel local se producen las propias semillas de frijol común que utilizarán

²⁶ D. Vargas, 2010. *Evaluación de la diversidad agroproductiva y ambiental de fincas diversificadas en Cuba*. Tesis de Maestría, Universidad de la Habana, 100 p.

²⁷ H. Ríos, C. Almekinders, G. Verde, R. Ortiz, P. Lanford. 1999. El Sector Informal preserva la variabilidad y el rendimiento del maíz en Cuba. En: *Memorias de un Simposio Internacional El Programa Global de Investigación Participativa y Análisis de Género para el Desarrollo de Tecnologías y la Innovación Institucional: Fitomejoramiento Participativo en América Latina y el Caribe*. Quito, ago. 31-sept. 3. 9 p.

²⁸ A. Hernández, J. M. Pérez, D. Bosch, L. Rivero. 1999. *Nueva Edición de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*. Ciudad de la Habana: Ed. AGRINFOR. 64 p.

para las próximas siembras.²⁹ Esto caracteriza a la agricultura tradicional en comunidades como esta, no solo en Cuba, sino en diversas regiones del mundo, donde más del 80% de la semilla utilizada en los ciclos agrícolas es aportada por los propios agricultores.³⁰

Que la semilla fuera producida mayoritariamente en las fincas no significaba, sin embargo, que los agricultores no mostraran interés por introducir nuevas variedades. Por el contrario, se producían frecuentes flujos de semillas, fundamentalmente por medio del intercambio o trueque, motivados por el interés de los agricultores en probar nuevas variedades en sus fincas o por la pérdida de toda o parte de sus semillas, así como por el deterioro de la calidad de las mismas. Específicamente en la comunidad “El Tejar-La Jocuma”, en el momento del estudio, la continua introducción de semillas de frijol por los agricultores estaba motivada por lo que ellos llamaban “degeneración de la variedad”. Este es un término usualmente empleado para los cambios que ocurren como producto de la depresión consanguínea en cultivos alógamos como el maíz. No obstante, para el caso del cultivo del frijol común en esta comunidad, este término era usado por los productores para referirse a la pérdida de la resistencia de sus variedades a enfermedades importantes como la roya, la cual, al momento del estudio, constituía uno de los principales problemas del cultivo. De acuerdo a las encuestas aplicadas, la roya era el principal factor que producía pérdidas significativas en las cosechas de frijol, situación que conllevaba a que algunos agricultores consideraran abandonar la producción de frijol en el futuro próximo.

Así, en la comunidad en estudio, un porcentaje significativo de los agricultores (65%), además de guardar semillas para la

²⁹ L. Castiñeiras, R. Cristóbal, R. Pinedo, L. Collado, L. Arias. 2009. Redes de abastecimiento de semillas y limitaciones que enfrenta el sistema informal. En: M. Hermann, K. Amaya, L. Latournerie, L. Castiñeiras (eds.) *¿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, 185 p.

³⁰ C. Almekinders y N. Louwaars. 1999. *Farmers' seed production. New approaches and practices*. 1 ed., Ed. Intermediate Technology Publications Ltd., London. 289 p.

próxima siembra, solían introducir pequeñas cantidades de semillas del exterior de la finca, por medio del intercambio con vecinos y familiares de fincas cercanas, con una frecuencia alta en la mayoría de los casos (de entre uno y cinco años; 73%). Este flujo de semillas entre fincas es una de las principales características de los sistemas locales de semillas de la agricultura tradicional y una de las estrategias más importantes que los agricultores tienen para asegurar una disponibilidad estable de semillas para sus siembras, lo que a la vez que favorece la conservación de los recursos fitogenéticos locales, contribuye una búsqueda de nuevas alternativas para nuevos problemas o necesidades.³⁰

En general, en la comunidad estudiada se observó la existencia de un flujo interno de genes bastante intenso, sin implicar acceso a nuevos genes, pues la introducción de materiales foráneos ocurría de manera excepcional, documentándose un solo ejemplo en este estudio. Esta excepcionalidad, se debía principalmente por la inexistencia de un mercado local de semillas y por el limitado acceso al Sistema Formal de Semillas que tenían los productores de esta localidad.

Desafortunadamente, las limitaciones del sistema formal de semillas en Cuba para proveer semillas a los sistemas de producción en la cantidad, diversidad y momento necesarios no son exclusivas de esta comunidad, sino que afectan al país entero; reportándose que el alcance al mismo no supera el 10% de la demanda nacional, porcentaje que puede ser incluso menor en aquellas comunidades alejadas de las vías de acceso o con poco desarrollo agroindustrial. Además, el sistema formal de semillas en Cuba no consigue cubrir todas las expectativas de los agricultores en términos de diversidad, debido al limitado número de variedades comerciales que realmente se encuentran disponibles en el mercado; considerándose que de las 34 variedades comerciales cubanas que aparecen actualmente en el registro oficial de variedades, solo se producen formalmente 23, de las cuales solo están disponibles en cada provincia unas cinco variedades.³¹

³¹ N. León, L. Castiñeiras, T. Shagarodsky, R. Cristóbal, Z. Fundora, V. Moreno, L. Fernández, O. Barrio, L. Walón, M. García, C. Giraudy, F. Hernández, D. Arzola, D. Armas, 2006. *Caracterización morfoagronómica y consistencia de la diversidad de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) en dos agroecosistemas de Cuba*. INIFAT. 7 p.

Dada la necesidad de producir su propia semilla, los agricultores han desarrollado estrategias de selección y conservación de las mismas. En la comunidad estudiada, aunque ninguno de los agricultores cultivaba por separado las semillas de los granos de consumo en el cultivo del frijol, la inmensa mayoría tenían alguna estrategia para seleccionar los mejores granos como semillas como parte de sus procesos productivos. Esta estrategia es habitual en la agricultura tradicional, caracterizada por la integración de la producción, consumo, mejoramiento de los cultivos, multiplicación de semillas y conservación de la diversidad genética dentro de las familias o las comunidades; a diferencia de la agricultura industrial, que es más especializada y donde estas funciones están separadas estructural y espacialmente.^{24,30} Así, la mayor parte de la producción del cultivo en los sistemas tradicionales es utilizada para el consumo doméstico y el mercadeo, y una parte es separada para ser usada como semillas en la próxima cosecha.³⁰

Específicamente en la comunidad estudiada, la mayoría de los agricultores empleaban dos estrategias fundamentales para la selección de semillas. Una de ellas consiste en cosechar todo el campo y seleccionar en la casa o el almacén las mejores mancuernas, o en otros casos, seleccionar en el campo los mejores grupos de plantas y cosecharlos por separado. Sin embargo, algunos agricultores utilizaban ambas estrategias de selección, efectuando la selección en campo y posteriormente, en el almacén. Estas prácticas se corresponden con lo encontrado por otros autores en diversas comunidades del país, tanto en frijol común como en otros cultivos, donde los agricultores utilizan diferentes estrategias de selección, siendo el momento y el lugar donde se realiza la selección los elementos más importantes.³²

Esto evidencia que los agricultores son plenamente conscientes de la importancia de disponer de semillas de calidad y reconocen que la selección de las mismas constituye un paso crítico para lograrlo. Los agricultores además realizan su selección como parte de un proceso continuo, en el que

³² V. Moreno, Z. Fundora, L. Castiñeiras, T. Shagarodsky, O. Barrios, R. Cristóbal, L. Fernández, V. Fuentes, M. García, F. Hernández, C. Giraudy. 2007. Manejo de la producción de semillas en fincas tradicionales de Cuba. *Agrociencia de Cuba* 31(2): 167-172.

algunas características agromorfológicas y/o fenológicas de sus cultivares locales pueden modificarse o consolidarse hacia variantes preferidas por los agricultores, incluso en cultivos autógamos como el frijol.³³

Esto es posible, pues aunque se supone que las variedades utilizadas deben ser genéticamente homogéneas, en la práctica muchos de los cultivares locales están constituidos por mezclas de líneas distintas, cuyas diferencias se aprecian en determinadas situaciones o en caracteres específicos; permitiendo variaciones dentro de los cultivares que pueden perderse o consolidarse por el efecto de la selección.

Por otro lado, en la producción local de semillas la capacidad de conservar la semilla viable es un aspecto crítico, pues de esto depende la disponibilidad de las mismas. En relación a esto, los agricultores de la comunidad estudiada tomaban una serie de medidas para garantizar la conservación de las semillas entre una siembra y otra.

La primera de estas era reducir el tiempo en que las semillas debían estar almacenadas entre una siembra óptima y otra, realizando una siembra adicional en el mes de septiembre de todos sus cultivares en pequeñas áreas, con el objetivo de multiplicar y refrescar las semillas, garantizando con ello la viabilidad de las mismas para la siembra de enero. Esta siembra corresponde a la época óptima, momento en el que son sembradas las mayores áreas en forma policultivo con el maíz, destinándose las producciones de frijol común para el consumo de la familia y la comercialización.

Sin embargo, esta estrategia para mantener la viabilidad de las semillas es muy riesgosa, por la frecuente ocurrencia de eventos climatológicos adversos como inundaciones o el incremento de enfermedades como la bacteriosis, característicos de la siembra de septiembre, lo que puede afectar la calidad o la cantidad de semillas. Es por esto que los agricultores, además, conservaban una parte de la semilla seleccionada en la cosecha de la época óptima anterior, para asegurar, al menos, una parte de sus semillas en el caso de pérdidas importantes en la siembra de septiembre.

³³ H. Q. Tin, T. Berg, Å. Bjørnstad. 2001. Diversity and adaptation in rice varieties under static (*ex situ*) and dynamic (*in situ*) management. *Euphytica* 122: 491-502.

Las estrategias para el almacenamiento de las semillas constituye el otro elemento importante para mantener la viabilidad de las semillas entre una siembra y otra. En la comunidad estudiada, se identificaron la trilla y el secado al sol como los manejos habituales antes del almacenamiento. Además, los sacos, latas o botellas fueron los recipientes más utilizados para el almacenamiento, mientras que en la mayoría de los casos se emplearon cantidades variables de agrotóxicos para su protección, fundamentalmente Parathion.

Este aspecto es de suma importancia a considerar, si se pretende emprender acciones para aumentar la diversidad y productividad de este cultivo en las comunidades, pues un aumento de los volúmenes de granos y del número de variedades a conservar, podría sobrepasar las posibilidades de conservación de los agricultores.

De la caracterización realizada al sistema local de semillas de frijol de la comunidad “El Tejar-La Jocuma”, se determinó que los agricultores tienen la capacidad y el interés de intercambiar, evaluar, producir y conservar semillas, pero carecían de acceso a nuevas fuentes de genes que les permitieran solucionar problemas como la susceptibilidad a la roya, u otros caracteres de interés como el ciclo del cultivo, así como la introducción de nuevas variantes morfológicas, los cuales constituían las motivaciones de los agricultores para introducir nuevas semillas.

La estrategia en esta comunidad fue incrementar el nivel de acceso de agricultores y agricultoras a amplias colecciones de semillas de frijol, siendo la selección participativa de variedades en ferias de diversidad, la metodología empleada para la identificación o introducción de cultivares con adaptación a las condiciones locales.

Para facilitar el acceso a nuevos materiales de frijol común a campesinos de la comunidad en estudio y de otras comunidades, se realizaron dos ferias de diversidad; una realizada en el municipio La Palma, provincia Pinar del Río, y otra en el municipio San José de las Lajas, provincia La Habana (actualmente Mayabeque). En ambas ferias se expusieron variedades comerciales, líneas experimentales y cultivares locales, y seleccionaron agricultoras y agricultores provenientes de la comunidad El Tejas-La Jocuma, municipio La Palma, provincia Pinar del Río.

En estas ferias, los agricultores de la Comunidad “El Tejar-La Jocuma” tuvieron la oportunidad de seleccionar los cultivares de su interés, contribuyendo a la introducción de un total de 34 nuevos genotipos que no existían en la comunidad, y la reintroducción de dieciocho cultivares locales. Esto ha sido descrito por otros autores, quienes plantean que la participación de los agricultores debe ir más allá de la consulta de sus opiniones como un elemento más a considerar por los mejoradores, sino que sobre la base de la capacidad de los agricultores para realizar por sí mismos el proceso de selección varietal, estos introduzcan un gran número de variedades en sus sistemas productivos,^{34,35,36} lo que puede constituir una vía para la introducción rápida de las variedades obtenidas en los programas de mejora y otros materiales de interés.

La introducción de los nuevos genotipos, sin embargo, constituye el primer paso para la incorporación de estos materiales, con sus nuevos alelos y características, a los procesos de experimentación local por los agricultores y la adopción de los mismos con fines productivos o de conservación, lo que puede significar un incremento relativo de estas variedades en las fincas de los agricultores seleccionadores en las ferias.

Para estudiar el efecto que tiene la adopción de las variedades seleccionadas en las ferias por los agricultores y la influencia de esta adopción en la diversidad y diseminación de las nuevas variedades, se efectuó un estudio de seguimiento en la comunidad “El Tejar-La Jocuma”.

Se determinó, en primer lugar, que la inmensa mayoría de los agricultores seleccionadores sembraron en sus fincas las semillas de las nuevas variedades seleccionadas en las ferias, y que, de estos, la mayoría conservaba al menos una variedad de las seleccionadas, luego de tres años. Este hecho no solo modificó la estructura varietal del cultivo del frijol en estas

³⁴ S. Ceccarelli. 1994. Specific adaptation and breeding for marginal conditions. *Euphytica* 77: 205-219.

³⁵ C. Almekinders y A. Elings. 2001. Collaboration of farmers and breeders: Participatory crop improvement in perspective. *Euphytica* 122 (3): 425-438.

³⁶ R. Ortiz, H. Ríos, S. Miranda, M. Ponce, E. Quintero, O. Chaveco, 2006. Avances del mejoramiento genético participativo del frijol en Cuba. *Agronomía Mesoamericana* 17 (3): 337-346.

fincas, sino que, además, promovió el incremento significativo del número de variedades promedio en relación a las siembras realizadas antes de las ferias de diversidad, basado en la introducción de las nuevas variedades. Producto de ello, se produjo un cambio en la composición varietal de las fincas, donde una proporción mayoritaria de los genotipos presentes tres años después de efectuadas las ferias, correspondía precisamente a las variedades introducidas por este proceso.

Este incremento de la diversidad varietal es un elemento positivo para los agricultores, pues incrementa las opciones de consumo y mercado y hace más estables los sistemas productivos. Sin embargo, dicho incremento se produjo sobre la base de la adopción de variedades seleccionadas en las ferias, las cuales sustituyeron algunos de los cultivares locales. Esta práctica, desde este punto de vista, podría relacionarse con una pérdida de los recursos fitogenéticos de frijol de la comunidad, coincidiendo con la opinión de diversos autores que han encontrado que en zonas donde el sistema formal de fitomejoramiento ha tenido impacto, la diversidad local se erosiona y resulta difícil que las variedades comerciales y locales convivan.³⁷ Aunque Witcombe plantea que en las áreas en las que ya crecen variedades modernas, el mejoramiento de plantas no tiene que tener necesariamente un impacto negativo en la diversidad genética.³⁸

Sin embargo, esta erosión podría relacionarse más con el modelo agrícola que con razones biológicas, de modo que un cambio de modelo podría contribuir a que los agricultores disfrutaran de los beneficios de las variedades mejoradas, sin que la diversidad de sus sistemas sea drásticamente reducida. En este sentido, otros autores plantean que introducir semillas mejoradas en ambientes variables, en los que los sistemas agrícolas manejen un bagaje importante de variedades, puede incrementar el número de variedades en lugar de reducirlo.¹⁰

³⁷ P. Eyzaguirre y M. Iwanaga 1996. Farmers' contribution to maintaining genetic diversity in crops, and its role within the total genetic resources system. En: P. Eyzaguirre y M. Iwanaga (eds.) *Participatory Plant Breeding: Proceedings of a workshop on participatory plant breeding, 26-29 July 1995*. Wageningen, The Netherlands. IPGRI, Rome. pp 9-18.

³⁸ J.R. Witcombe. 1999. Does plant breeding lead to a loss of genetic diversity? En: D. Wood y J. Lenné (eds). *Agrobiodiversity: Characterization, Utilization and Management*. CAB International, Wallingford. pp. 245-272.

Resultados similares fueron encontrados en el presente estudio, dado que se tomó la precaución de que una porción de las variedades expuestas en las ferias procedieran de colectas realizadas en la misma comunidad. Así, aunque los productores dejaron de sembrar en sus fincas algunos de los cultivares locales que tenían antes de las ferias, una parte de los nuevos cultivares con los que los sustituyeron eran en realidad cultivares locales propios o de agricultores vecinos de la comunidad.

Otro resultado interesante de las ferias de diversidad realizadas, fue que algunos de los agricultores participantes en ellas, decidieron conservar no solo las variedades de su preferencia, sino colecciones de entre 20 y 200 variedades; incluyéndose en todos los casos una cantidad importante de los cultivares locales, además de nuevas variedades introducidas en la comunidad. El manejo y conservación de estas cantidades relativamente grandes de genotipos en sus fincas, constituía para estos agricultores un esfuerzo adicional al momento de la siembra, así como en la identificación, cosecha y conservación de la diversidad, y el empleo de un área adicional de la de producción en la época óptima de cultivos; sin embargo, reportó beneficios en la comercialización de los granos que quedaban disponibles después de la selección de las semillas.

Es interesante como en Cuba el surgimiento de los bancos locales de semillas no fue el resultado de una estrategia concretamente dirigida a la conservación local, que suele ser la génesis de este tipo de iniciativas. En el caso de esta comunidad, el surgimiento de estos bancos locales de semillas fue, en cambio, una reacción de los agricultores al “choque” con la diversidad, lo que fue completamente inesperado para los investigadores. Otra peculiaridad interesante de los bancos locales de semillas identificados en este estudio, es que eran iniciativas familiares y no comunitarias, pues se encontraban en fincas individuales y eran manejados por una sola familia. Esto implicaba que el trabajo para el mantenimiento de estos bancos locales era asumido por muy pocos agricultores, sin un apoyo sistemático de la comunidad; sin embargo, ofrecía un importante servicio a la misma, pues constituyan fuentes de cantidades variables de semillas para todos aquellos agricultores de otras fincas que quisieran probar una o más variedades.

La curiosidad, el reconocimiento local de los otros campesinos y el interés por tener elementos sistemáticos para modificar sus estrategias varietales, parecieron ser las principales motivaciones de estos agricultores para establecer y mantener estos bancos locales de semillas en sus fincas. En ninguno de los casos se identificó que hubiera intereses económicos —al menos a mediano plazo— en esta tarea adicional, considerando que estas cantidades de semillas eran entregadas a los otros agricultores en forma de regalo, sin ninguna compensación económica a cambio.

De modo que, lejos de erosionar la diversidad local del cultivo, las ferias de diversidad de semillas pueden haber contribuido a su conservación, sobre la base de la reintroducción y redistribución de muchos de los materiales locales en la comunidad, los cuales pudieron incluso haberse perdido en algunas fincas. Esto constituye una alternativa para la conservación *in situ* de genotipos locales y una oportunidad para que los agricultores puedan comparar en un mismo evento las variedades manejadas por ellos y las de otros agricultores; con la consecuente reintroducción en la comunidad de aquellas variedades locales con mejores comportamientos agronómicos y con características deseables para los agricultores. Esto garantiza que el aumento de la diversidad varietal no se base exclusivamente en la introducción de variedades foráneas, sino también en la promoción, introducción y conservación *in situ* de las variedades locales que mejor se comportan en esas condiciones.²⁵ Esta estrategia permite mitigar el riesgo que existe de que este tipo de metodologías contribuyan a la erosión, a corto y mediano plazo, de la diversidad varietal presente en las comunidades antes de su acceso a la selección o mejoramiento participativo de variedades.

En términos de diversidad y sobre la base de los estudios de marcadores microsatélites efectuados, esta introducción de nuevos genotipos en la comunidad estudiada provocó un incremento significativo en el número total de alelos diferentes presentes en la comunidad, así como de los genotipos (Tabla II). Sin embargo, influyó poco en los valores de los índices básicos de diversidad, calculados a partir de las frecuencias de estos alelos, lo que indica que aun después de las ferias de diversidad, un número limitado de alelos presentaban frecuencias altas y el resto de los alelos mantenían una escasa representación. Esto se debió a que en la comunidad estudiada

se cultivaban al momento de la colecta tres tipos predominantes de cultivares criollos: el negro criollo de 60 días, el negro criollo de 90 días y el rojo brillante. Por esto, a pesar de que se colectaron otros cultivares, la mayoría de las accesiones colectadas en las fincas de esta comunidad correspondía a algunos de estos tipos. Así, cada uno de estos tipos aparecía representado en el estudio tantas veces como fue colectado, por lo que sus alelos también aparecieron representados con una mayor frecuencia.

Tabla II. Indicadores básicos de diversidad para genotipos de frijol en las ferias de diversidad y en la comunidad “El Tejar-La Jocuma”, en La Palma, Pinar del Río, antes y después de las ferias (Na, número de alelos; Ng, número de genotipos; Ne, número de alelos efectivos; I, índice de Shannon; Ho, heterocigocidad observada; Nei, Diversidad genética)

Genotipos de frijol disponibles	Indicadores básicos de diversidad					
	Na (Na Total)	Ng (Ng total)	Ne	I	Ho	Nei
Comunidad antes de las ferias	3.03 (97)	3.34 (107)	2.01	0.79	0.08	0.44
Comunidad después de las ferias	4.03 (128)	5.06 (162)	2.20	0.90	0.08	0.47

Esta misma situación se observó con los tipos de granos disponibles (combinaciones de tamaño, color, forma y brillo) en la comunidad, donde antes de las ferias de diversidad solo se contaba con seis tipos de granos, con cuatro tonalidades de color (negro, rojo, blanco y café/crema claro) y dos formas (ovoide y elíptico). Luego de la selección en las ferias de diversidad, la incorporación de los genotipos que no existían facilitó la introducción de doce nuevos tipos de granos, representándose siete nuevas tonalidades, si se tienen en cuenta sus colores predominantes y secundarios (café oscuro/crema, claro, café oscuro, café/café oscuro, café crema claro y crema oscuro) y cuatro nuevas formas (arriñonado curvo y recto, alargado ovoide y redondo). Estos nuevos tipos

introducidos se sumaron a los que ya existían, por lo que, luego de las ferias de diversidad, estuvieron disponibles dieciocho tipos de granos en total, con once tonalidades de color y seis formas de grano. Estos nuevos tipos de granos, sin embargo, en el momento de la introducción aparecían poco representados, dada la predominancia de los antiguos tipos locales.

La introducción de los nuevos genotipos constituye el primer paso para la incorporación de estos materiales, con sus nuevos alelos y características, a los procesos de experimentación local por los agricultores y la adopción de los mismos con fines productivos o de conservación, lo que puede significar un incremento relativo estas variedades en las fincas de los agricultores que seleccionaron en las ferias.

El alto porcentaje de selección que se observó en ambas ferias, dentro de las tres categorías de genotipos, demuestra las potencialidades de la selección participativa de variedades para una efectiva introducción de genotipos con múltiples propósitos.

En el caso de las variedades comerciales, constituyó una alternativa complementaria a la transferencia tecnológica convencional del extensionismo clásico, dado que facilitó la introducción efectiva de estas variedades, sobre la base de las preferencias de los campesinos, y una mejor adaptación específica a las condiciones locales.

En el caso de los cultivares locales, la selección participativa de variedades constituye una alternativa para la conservación *in situ* de genotipos locales, pues contribuye a la reintroducción de genotipos colectados en la comunidad de los campesinos seleccionadores. En este caso, aunque las variedades locales no constituían nuevas variedades para la comunidad, su inclusión en las ferias garantizó que los agricultores pudieran comparar, en un mismo evento, las variedades manejadas por ellos y las de otros agricultores, lo que permitió la reintroducción en la comunidad de aquellas variedades locales con mejores comportamientos agronómicos y con características deseables para los agricultores, contribuyendo a que el aumento de la diversidad no se basara exclusivamente en la introducción de variedades foráneas, sino también en la promoción, introducción y conservación *in situ* de las variedades locales que mejor se comportan en esas condiciones.²⁵ Esta estrategia permite mitigar el riesgo que

existe de que este tipo de metodologías contribuyan a la erosión a corto y mediano plazo de la diversidad varietal presente en las comunidades antes de su acceso a la selección o mejoramiento participativo de variedades.³⁹ Además, su efectividad en la reintroducción de variedades locales en sus comunidades de origen, señala a este método como una alternativa viable para la conservación in situ de las mismas.^{35,}
^{36, 40}

³⁹ N. G. Lamin, S. Miranda, H. Ríos. 2005. Evaluación del impacto de la selección participativa de variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*L.) en La Palma, Pinar del Río. *Cultivos Tropicales*26 (4): 89-94.

⁴⁰ H. Ríos y J. Wright, 2000. Primeros intentos para estimular los flujos de semillas en Cuba. *LEISA*15 (3): 37-38.