

Mejoramiento participativo: herramienta para la conservación de cultivos subutilizados y olvidados

Participatory breeding: tool for conservation of neglected and underutilized crops

Creucí Maria Caetano^{1*}, Richard Danilo Peña C.¹, José Luis Maigual J.¹, Linda Nataly Vásquez D.¹, Diego Caetano Nunes¹, Bruna Rafaela C.N. Pazdiora^{1,2}

¹GIRFIN – Grupo de Investigación en Recursos Fitogenéticos Neotropicales Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Valle del Cauca, Colombia. ² Universidade Federal de Rondônia, campus Presidente Médici, Brasil.

*Autora para correspondencia: cmcaetano@unal.edu.co

Resumen

A pesar de un número significativo de especies vegetales ser reconocidas como alimenticias, solo una pequeña fracción cumple con la demanda proteica de la población mundial. Los cultivos mejorados, con una base genética muy limitada, muy posiblemente no podrán contrarrestar los efectos adversos del cambio climático. Por lo contrario, los cultivos considerados subutilizados, infrautilizados, olvidados, huérfanos, obsoletos o menores, pueden contener en sus genomas las respuestas para garantizar la seguridad y la soberanía alimentaria y nutricional de las poblaciones. Esas variedades locales, debidamente adaptadas a condiciones agroclimáticas extremas, como las de maíz criollo e indígena colombiano, hacen parte del patrimonio cultural de muchos grupos étnicos o pueblos originarios, que las seleccionan, las utilizan y las conservan. Además de estos, otro concepto se refiere a los recursos promisorios, igualmente poco utilizados, aunque por razones diferentes. Así, el Mejoramiento Participativo (MP) es una herramienta para promocionar variedades locales o cultivos tradicionales subutilizados, para atender las necesidades de las comunidades. En el Fitomejoramiento Participativo, los miembros de la cadena de valores o productiva (agricultores, fitomejoradores, técnicos y otros) trabajan juntos en el proceso de desarrollo de las variedades, en un proceso descentralizado y participativo. Un programa de MP con germoplasma de maíz colombiano resultó en la promoción de algunas variedades locales. Paralelamente se describieron nuevas razas de maíz para Colombia.

Palabras claves: Cultivos huérfanos, especies subutilizadas, pueblos originarios, raza, saber ancestral, variedad local.

Abstract

Although a significant number of plant species to be recognized as food, only a small fraction meets the protein demand of the world population. Breeding crops, with a very narrow genetic base, most likely will not counteract the adverse effects of climate change. On the contrary, the crops named as underutilized, neglected, orphaned, obsolete or minor, may contain the answers in their genomes to ensure safety and nutrition and food sovereignty of populations. Duly adapted to extreme growing conditions, these local varieties, such as indigenous and landraces of Colombian maize, are part of the cultural heritage of many ethnic groups or original peoples, that select, use and conserve these varieties. Besides these, another concept refers to the promising resources, also little used, although for different reasons. Therefore, Participatory Plant Breeding is a tool to promote traditional local varieties or underutilized crops, to meet the needs of communities. In the PPB, members of the production chain (farmers, breeders, technicians and others) work together in the process of development of varieties, in a decentralized and participatory process. A PB program with Colombian maize germplasm resulted in the promotion of some local varieties. Alongside, new maize landraces to Colombia were described.

Keywords: Orphaned crops, underutilized species, original peoples, race, ancestral knowledge, local variety.

Introducción

Los recursos genéticos (RG) y sus entornos en nivel global se encuentran, según la IUCN - International Union for Conservation of Nature (Buyck *et al.*, 2015) y la FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2015), en situaciones de riesgos eminentes, de múltiples orígenes, desde las causas naturales hasta la intervención humana depredatoria sobre el ambiente (WCMC, 1992).

La situación más reciente, los cambios climáticos, anticipa un estado de incertidumbre sobre como alimentar toda la población del planeta y garantizar la disponibilidad de las especies domesticadas por los diferentes grupos humanos desde el inicio de la agricultura. Se prevé, para el año de 2050, que la población humana será de 9000 millones de personas (FAO, 2015), distribuidas sobre todo en áreas marginales, que presentan niveles elevados de inseguridad alimentaria y nutricional. De este modo, la pervivencia de la especie humana está en sus propias manos.

Según la FAO (2015), hay más de 500 millones de unidades familiares, las cuales ocupan la mayor parte de las tierras agrícolas del planeta, que producen gran parte de sus alimentos. Sin embargo, aunque sean muy diversas, esas unidades se encuentran en la franja de extrema pobreza y con un bajo nivel de productividad. Con el fin de promocionar un crecimiento sostenible de la productividad, se debe aplicar estrategias que garanticen el aumento en los rendimientos de cosecha, la conservación de los recursos genéticos y la adopción de prácticas de manejo de los cultivos innovadoras, que generen valor agregado e incrementen los ingresos rurales.

En muchas de estas áreas marginales se desarrollan, además de los cultivos convencionales, germoplasma domesticado o semi-domesticado, producto de la selección dirigida y conservada por pueblos originarios y otras comunidades tradicionales, con amplia base genética, adaptado a estreses abióticos como condiciones climáticas y ecológicas adversas, o bióticas, como tolerancia o resistencia a plagas y patógenos.

Creado en el 2004, el Grupo de Investigación en Recursos Fitogenéticos Neotropicales (GIRFIN) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, apoya a los programas de posgrados en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, en especial a la Maestría en Ciencias Biológicas línea de investigación Recursos Fitogenéticos Neotropicales. En sus acciones académicas, de extensión y de investigación, ha construido capacidades humanas especializadas para trabajar en áreas que contribuyan a la caracterización, conserva-

ción, valoración, documentación, manejo y uso sostenible de los recursos genéticos de plantas.

De acuerdo con esta perspectiva, el GIRFIN desarrolla estudios básicos y aplicados con diferentes RFG, sobre todo los cultivos andinos y de los valles interandinos y parientes silvestres de especies cultivadas. Se utilizan las herramientas de Investigación-Acción Participativa - IAP, en especial el Mejoramiento Participativo (MP). Las razas y variedades locales de maíz para Colombia se consideran entre estos cultivos que, aunque presenten una amplia base genética, han sido mínima o escasamente utilizadas.

Por MP, se entiende una modalidad descentralizada y participativa de mejoramiento en la cual actúan activamente los miembros de la comunidad, los fitomejoradores y técnicos, para obtención de determinado germoplasma que corresponda a las necesidades y preferencias de los campesinos y pueblos originarios, especialmente de áreas marginales (Ashby, 2009). Las comunidades son las que, en principio, deciden qué quieren y para qué quieren mejorar, aportando de ese modo a su seguridad y soberanía alimentaria y nutricional.

Empleado por primera vez en la década de los noventa en Siria, Marruecos y Túnez, según Cecarelli (2012) las dos estrategias básicas más reconocidas del MP para germoplasma vegetal son la EPV (Evaluación y Selección Participativa de líneas fijas o variedades; Participatory Varietal Selection PVS) y el FMP propiamente dicho (creación y selección participativa en poblaciones segregantes; Participatory Plant Breeding PPB).

En la EPV, el objetivo es valorizar el germoplasma disponible. De fácil implementación y de bajo costo, genera resultados a corto plazo, es decir, las variedades son rápidamente adoptadas por los agricultores participantes del proceso. Para la toma de decisiones se complementan la apreciación de los agricultores y los resultados agronómicos.

A su vez, el FMP se aplica cuando el objetivo es rescatar y/o valorizar las calidades de variedades locales, o para los ambientes marginales y/o condiciones de cultivo o exigencias de calidad muy específicas, o para ampliar la base genética, o aun cuando la EPV no alcanzó resultados satisfactorios.

Por lo tanto, se abordan aspectos que tienen relación con los siguientes objetivos planteados:

- 1 Reconocer el MP como una herramienta que aporta a la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional de las comunidades locales colombianas, contribuyendo a la conservación y promoción de los RFG olvidados, subutilizados o infrautilizados, huérfanos, obsoletos y

menores, además con potencial para contrarrestar efectos adversos del cambio climático;

- 2 Difundir las técnicas de MP a las comunidades campesinas, indígenas y académicas, como alternativa para la promoción y el uso de germoplasma y por consecuencia, a su conservación.

Recursos fitogenéticos

Por recurso fitogenético se define, según UPOV (1991), CBD (1992), FAO (1996) y el Compromiso Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos (WCMC 1992), el material de reproducción o de propagación vegetativa de las siguientes clases de plantas:

- 1 Variedades cultivadas (cultivares) utilizadas actualmente y variedades recién obtenidas;
- 2 Cultivares en desuso (obsoletos);
- 3 Cultivares primitivos (variedades locales);
- 4 Especies silvestres y de malas hierbas (actualmente consideradas arvenses o plantas acompañantes), parientes próximas de variedades cultivadas;
- 5 Estirpes genéticas especiales.

Asociados a esas especies cultivadas, tradicionalmente se encuentran sus parientes silvestres (PSEC), importantes fuentes de genes con utilidad inmediata en programas de mejoramiento genético. Sin embargo, los PSEC y los cultivos ancestrales han sido relegados, sin reconocer su valor de uso y/o no uso.

Los cultivos tradicionales se identifican de acuerdo con su frecuencia de uso, aprovechamiento y posicionamiento en los mercados, en distintas categorías: recursos fitogenéticos olvidados, subutilizados o infrautilizados, huérfanos, obsoletos y menores. Esos RFG están de cierta forma contemplados por el TIRFAA y por el PAM (FAO 1996, 2011). Además de esos, otra categoría de RFG poco utilizados, corresponde a los cultivos promisorios, los cuales poseen un potencial alimentario y/o agrícola aun no debidamente reconocido.

Recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFGAA) y el plan de acción mundial (PAM)

A través del Tratado Internacional de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura – TIRFAA, la FAO (1996) ha determinado una serie de normas que tienen como objetivo común conservar y hacer uso sostenible de los RFG, asociado a un conjunto de actividades que presuponen la puesta en marcha de aquellas estrategias, expuestas por medio del Plan de

Acción Mundial – PAM, en sus versiones 1996 y 2011.

Definido por un conjunto de actividades prioritarias, el PAM debe ofrecer respuestas en lo que se refiere al uso y la conservación, en sus diferentes modalidades, de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFGAA), que garanticen a las comunidades la seguridad y la soberanía alimentaria y nutricional, conjugada a una agricultura sostenible y al manejo sustentable de los servicios ecosistémicos (FAO 2011c). Con esto se entiende que es primordial no solamente la producción, sino la disponibilidad y el acceso a los recursos alimentarios, de manera justa y equitativa, para su uso actual o en el futuro, de acuerdo a las políticas y los acuerdos internacionales que rigen esas materias.

Como principio básico y de forma resumida, el TIRFAA y el PAM tienen como objetivo común la conservación de los RFGAA y la promoción de variedades locales, las cuales poseen valor genético (opción) y de cuasi opción (información), con posible potencial para afrontar las imposiciones de los cambios climáticos. En lo general, son objetivos del PAM, luego de su revisión en el 2011:

- 1 Promover la eficacia y eficiencia en las acciones mundiales orientadas a la conservación y utilización sostenible de los RFAA;
- 2 Vincular la conservación con el uso para una mayor utilización del germoplasma vegetal;
- 3 Fortalecer los sistemas de semillas y de mejoramiento de cultivos como impulso del desarrollo económico;
- 4 Crear capacidades, fortalecer los programas nacionales y ampliar las colaboraciones para el manejo de los RFAA;
- 5 Consolidar la implementación del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Un primer paso en el conocimiento y/o el reconocimiento de los RFG de un país o región, para su valoración y uso de forma sostenible, es la generación de inventarios de especies. Estos se pueden realizar por medio de instrumentos básicos como las actividades de recolección e identificación taxonómica asociadas, hasta las más sofisticadas tecnologías, como la bioprospección en la cual se emplean los sistemas de información geográfica (SIG-GIS) y otras herramientas para el diagnóstico y monitoreo de la diversidad biológica de cada país, con fines de conservación y valoración.

Concepto de biodiversidad y agrobiodiversidad

Diversidad biológica o biodiversidad (BD) es la variedad de vida en el planeta Terra, incluyendo

los recursos que componen el patrimonio genético, representado por las diferentes especies vegetales, animales y de microorganismos, toda la variabilidad genética dentro de las especies y toda la diversidad de ecosistemas formados por diferentes combinaciones de especies (CDB, 1992). La biodiversidad también hace referencia a las relaciones complejas entre seres vivos y entre estos y su ambiente (BRASIL, 2008).

Además la BD comprende los bienes y servicios ambientales –alimentos, medicamentos, agua y aire limpios y otros recursos naturales que sustentan muchas de las actividades humanas–. Mantener la biodiversidad frente al creciente impacto humano es uno de los más grandes retos de la era contemporánea (Toledo Machado, Santilli, y Magalhães, 2008).

El GIRFIN considera la biodiversidad (BD) desde una concepción amplia y holística. Así, la biodiversidad es el producto de la sumatoria de todo tipo de recursos de la flora, fauna y microorganismos los cuales son afectados por la acción antrópica, donde se destacan los cultivos ancestrales, su manejo y utilización, asociados al conocimiento tradicional y el saber ancestral. Se consideran, por tanto, tres formas complementarias de diversidad: biológica, étnica y cultural, en interacción continuada.

En su quinta reunión, en el año 2000, en Nairobi, Kenia, la COP-5 adoptó decisiones sobre un programa de trabajo en tierras áridas y sub-húmedas; el abordaje ecosistémico; el acceso a recursos genéticos; las especies exóticas; el uso sustentable; la biodiversidad y el turismo; las medidas de incentivo; la Estrategia Mundial para la Conservación de Plantas; la Iniciativa Mundial de Taxonomía (GTI); el CHM; los recursos y mecanismos financieros; la identificación, el monitoreo, evaluación e indicadores; la evaluación de impactos, responsabilidad y compensación; y finalmente, la definición del término Agrobiodiversidad, el cual estableció un vínculo entre esta y el rol conservacionista de las comunidades ancestrales. La COP-5 también incluyó un segmento de alto nivel sobre el Protocolo de Bioseguridad de Cartagena, con una Mesa Redonda Ministerial y una Ceremonia Especial de Firmas (Toledo Machado, Santilli, y Magalhães, 2008).

La conservación de cultivos o especies olvidadas y subutilizadas (EOS/NUS)

Aunque se consideren que los RFG alcancen 300 000 especies identificadas y estén catalogadas unas 30 000 especies vegetales como comestibles, sólo tres cultivos –maíz, trigo y arroz– representan alrededor del 40% al 50% del consumo mundial de calorías y proteínas neces-

rias a la dieta alimentaria, y solo 30 cumplen con abastecer el 95% de las necesidades mundiales de alimentos.

Muchos cultivos que han sido históricamente utilizados para la alimentación y otros usos en una escala más grande, o que podrán ser usados por su potencial, han sido relegados al estado subutilizado o infrautilizado, olvidado, huérfano, obsoleto y/o menor. En conjunto, esos cultivos marginados se reconocen como NUS, según el acrónimo inglés (Padulosi *et al.* 2011). A estos cultivos tradicionales subvalorados Silva-Ramos (2002) los denomina, en conjunto, como ‘cultivos marginales’, aunque sean de gran importancia en la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional de la Región Andina, con potencial casi ilimitado en el mejoramiento genético.

Hernández-Bermejo (2013) considera especies marginadas a aquellos cultivos que en el pasado y en condiciones diferentes de las actuales, fueron representativos en la actividad agrícola o la agricultura tradicional y también en la alimentación de etnias indígenas y demás comunidades locales. Tampoco son cultivos promisorios, ya que fueron cultivados en un pasado más o menos reciente. Sin embargo, actualmente no presentan un área de producción ni un consumo expresivos. Su difusión depende de políticas y estrategias de divulgación, y su rescate no objetiva su producción intensiva ni la convierte en un producto meramente para exportación.

Tales cultivos se caracterizan por:

- 1 Ser local y tradicional, y su distribución, biología, cultivo y usos están mal documentados;
- 2 Estar vinculado con el patrimonio cultural de sus lugares de origen;
- 3 Ser adaptado a nichos agroecológicos específicos y tierras marginales;
- 4 Participar de un sistema informal o formal (en algún caso) de abastecimiento de semillas (pequeña escala);
- 5 Estar presente en agroecosistemas tradicionales de producción, con poco o ninguno insumo externo;
- 6 Tener usos tradicionales en áreas localizadas;
- 7 Recibir poca atención por parte de investigación, servicios de extensión, tomadores de decisiones, donantes, proveedores de tecnología y consumidores, a pesar de su potencial para la diversificación de la dieta y el suministro de micronutrientes como vitaminas y minerales;
- 8 Ser por lo general muy nutritivo y/o con propiedades medicinales y otros usos múltiples, como servicios ambientales, ya que se adaptan a suelos marginales y condiciones climáticas;

- 9 Desempeñar un papel importante en la pervivencia o subsistencia y la economía de las regiones marginales del planeta, especialmente en los trópicos, donde es muy rica la agrobiodiversidad (Pastor, *et al.* 2007).

Según Hernández-Bermejo (2013), las razones por las cuales un cultivo o especie pasa a una posición marginal son sociales, agronómicas y biológicas, con predominio de las primeras. Entre esas razones están la sustitución de germoplasma local por otro más productivo; desaparición de los grupos étnicos que conocían las técnicas y los usos de esa especie, además del manejo del cultivo; variación en la demanda; restricciones de orden económico, cultural, político o religioso, conllevando a la erradicación premeditada de formas de vida autosuficientes, sustituidas en función de intereses ajenos.

Categorías de los NUS

Las especies subutilizadas y olvidadas (NUS) son importantes recursos para el desarrollo agrícola y rural, por contribuir positivamente a la calidad de vida, a través de mejores ingresos y nutrición, además de incorporar dimensiones culturales relacionados con la historia, la religión y las costumbres de las comunidades (GFU, 2004).

Diferentes conceptos han sido planteados para definir lo que son y cuáles son las diversas categorías de los NUS. Así, según algunos autores, se tiene:

- 1 FAO/WHO (1992): “un cultivo marginado es aquel que en el pasado, bajo condiciones diferentes, tuvo mayor importancia en la agricultura convencional, pero ahora ésta se concentra en la alimentación de las comunidades locales y en permitir sostener la alimentación de las poblaciones con economía de subsistencia”;
- 2 IPGRI (1998), actual Bioversity International: “... cultivos (que) pueden llegar a ser de amplia distribución, pero tiende a ocupar nichos restringidos en la economía y producción local; son mantenidos por preferencias socioculturales y prácticas de uso local”;
- 3 Thies (2000): “las especies de estos cultivos están inadecuadamente caracterizadas y marginadas por los programas de investigación y conservación”;
- 4 Padulosi y Hoeschle-Zeledon (2004): “las principales características de las especies subutilizadas son su gran importancia en los sistemas de producción local y el autoconsumo; gran capacidad de adaptación a diversos nichos agroecológicos y áreas marginales; el estar excluidos de las agendas de investiga-

ción y desarrollo, y de las políticas nacionales; su cultivo y utilización se desarrollan en base al conocimiento local y tradicional; la necesidad, en la mayoría de casos, de un grado significativo de mejora genética y de manejo; la fragilidad e incluso inexistencia de los sistemas de abastecimiento de semilla y la escasa representación en los bancos de germoplasma nacionales.”

- 5 GFU (2004): “una especie subutilizada es aquella cuya potencialidad no está totalmente aprovechada o explotada para contribuir a la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza”;

Considerándose otros conceptos y los términos que identifican esos tipos de cultivos (GFU, 2004; Padulosi *et al.*, 2011; Hernández-Bermejo, 2013):

- 1 Cultivo subutilizado u olvidado o infrautilizado: SUB-O – es “aquel cultivo sembrado en áreas restringidas, con pequeña producción, presencia local (no en los grandes mercados nacionales o internacionales) y muy esporádica. Pudo haber sido utilizado durante siglos o milenios para alimentación humana, fibra, forraje, aceite o propiedades medicinales, pero se han reducido en importancia con el tiempo”;
- 2 Cultivo huérfano: HUÉR – se refiere a “aquel cultivo encontrado especialmente en regiones marginales, sobre el cual aún no se hizo investigación, por lo tanto no hay información suficiente” (valor de cuasi opción);
- 3 Cultivo obsoleto: OBSO – es todo “aquel cultivo/variedad comercial anteriormente sembrada, pero actualmente ha reducido el uso y se encuentra fuera del mercado.”

Otros términos estrictamente relacionados son:

- 4 Cultivo promisorio: PROM – “aquel cultivo con gran potencial para uso, pero que no ha sido explotado lo suficiente y aun presenta baja producción y área de siembra; muchas veces no se tiene definido su manejo establecido”. Según esa particularidad, puede referirse igualmente a un cultivo huérfano
- 5 Cultivo nativo o autóctono: NATI – “especie en su centro de origen o de domesticación (donde se encuentran sus parientes silvestres)”;
- 6 Cultivo introducido: INTR – “especie introducida (exótica), que presenta buena adaptabilidad, re-naturalizándose, a veces”;
- 7 Cultivo domesticado: DOME – “especie que depende para su sobrevivencia (reproducción) de la acción antrópica”;

- 8 Cultivo semi-domesticado: SEM-D –“especie en proceso de domesticación”;
- 9 Pariente silvestre: PSPC/PSEC –“pariente silvestre de plantas/especies cultivadas”;
- 10 Raza: – “un conjunto de individuos con un número suficiente de caracteres en común que permita su reconocimiento como grupo” (Anderson y Cutler 1942);
- 11 Raza criolla: RC –“material genético introducido hace muchos años, que ha sido seleccionado y adaptado según unas condiciones ambientales”;
- 12 Raza indígena: RI –“material genético seleccionado y conservado por pueblos originarios, bajo unas condiciones ambientales específicas”;
- 13 Variedad local: VL –“genotipo con determinadas características que garantizan su uso, aunque en baja producción y cuya difusión se hace a través de mercados de semillas informales, feria de semillas, trueque y otras formas de intercambio”.

El concepto de variedad

La Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV 1991) define a la “variedad” como un conjunto de plantas de un solo taxón botánico del rango más bajo conocido que, con interdependencia de sí, responde o no plenamente a las condiciones para la concesión de un derecho de obtentor, pueda:

- 1 Definirse por la expresión de los caracteres resultantes de un cierto genotipo o de una cierta combinación de genotipos;
- 2 Distinguirse de cualquier conjunto de plantas por la expresión de uno de dichos caracteres por lo menos;
- 3 Considerarse como una unidad, habida cuenta de su aptitud a propagarse sin alteración.

Toledo Machado, Santilli, y Magalhães (2008) consideran las variedades locales y/o tradicionales como la base de la agricultura familiar campesina y de pueblos originarios, resultante del manejo y de la selección genética para la adaptación a los distintos ambientes, traduciendo en un patrimonio cultural imprescindible a la humanidad, que podrán garantizar su seguridad y soberanía alimentaria y nutricional.

Frankel y Brown (1984), Thurston *et al.* (1999) y Toledo Machado, Santilli, y Magalhães (2008), definen como variedad tradicional a una raza o poblaciones variables de plantas cultivadas, adaptadas por el agricultor por medio de condiciones naturales o por selección artificial.

Son adaptadas al sistema de manejo del cultivo adoptado y/o desarrollado por las comunidades locales, de forma colectiva, según su relación con el entorno y además vienen siendo cultivadas en un mismo agroecosistema por lo menos tres generaciones sucesivas.

Según Toledo Machado, Santilli, y Magalhães (2008), por variedad tradicional antigua se entiende igual a la anterior, pero que fue desarrollada en los centros primarios y secundarios de origen, seleccionadas por más de diez generaciones familiares. A diferencia, una variedad local es una población bajo manejo continuo en por lo menos cinco ciclos de cultivo por el agricultor, en ambientes agroecológicos y socioeconómicos específicos. A su vez, Thurston *et al.* (1999), definen una variedad moderna como aquella mejorada o seleccionada por métodos ‘científicos’, para características agronómicas, entre otras, como producción, altura de planta, respuesta a insumos. Finalmente, el término variedad criolla se utiliza tanto para una variedad tradicional como para una variedad local introducida en una comunidad por menos de 20 años (Toledo Machado, Santilli, y Magalhães, 2008).

Cultivos marginados en algunos países de Suramérica y España

Algunos de los cultivos en las distintas categorías de marginalidad se describen en seguida, para diferentes países o regiones.

Región Andina

Silva-Ramos (2002) muestra un listado de especies andinas nativas, pero muchas susceptibles o vulnerables a procesos de erosión genética, requiriendo atención por parte de las entidades responsables para su conservación, entre ellas:

- 1 Raíces y tubérculos andinos: oca (*Oxalis* spp.), papa (*Solanum* spp.), camote (*Ipomoea* spp.), mashwa (*Tropaeolum* spp.), arracacha (*Arracacia* spp.), ajipa (*Pachyrrhizus* spp.);
- 2 Granos: quinua (*Chenopodium* spp.); quiwicha (*Amaranthus* spp.), tarwi o chocho (*Lupinus* spp.);
- 3 Frutas y hortalizas: cacao (*Theobroma* spp.), sinini (*Annona* spp.), tuna (*Opuntia* spp.), paico (*Chenopodium* spp.); chilito (*Physalis* spp.), motacú (*Attalea phareolata*), pacay (*Inga* spp.), guayaba (*Psidium* spp.), achachairú (*Rheedia* spp.) y el maní (*Arachis* spp.);

4 Estimulantes y condimentos: diferentes tipos de ajíes (*Capsicum* spp.).

Y más: *Phaseolus* spp., *Manihot* spp., *Lycopersicon* spp., *Mirabilis* spp., *Cucurbita* spp., *Carica* spp. (posiblemente *Vasconcellea* spp.) y *Passiflora* spp.

Ecuador

Espinosa *et al.* (1996) sorpresivamente apuntan como cultivos marginados en el territorio ecuatoriano a los RTAs (raíces y tubérculos andinos), principalmente la *Arracacia xanthorrhiza* (zanahoria blanca), *Ullucus tuberosum* (melloco u olluco), *Oxalis tuberosa* (oca), *Tropaeolum tuberosum* (mashua) y *Canna edulis* (achira). Su siembra ha reducido drásticamente en tan solo 10 a 20 años.

Sin embargo, en este caso no se ha disminuido el interés por su uso, sino que algunos factores se presentan como limitantes para la siembra de los RTAs, entre ellos la no disponibilidad de semillas, las condiciones climáticas adversas (lanchas/heladas, vientos), la reducción de la fertilidad de los suelos, inaccesibilidad al riego, el alto costo de insumos agrícolas y las plagas que afectan estos cultivos.

Bolivia

Según Silva-Ramos (2002), el mayor valor de los recursos genéticos de Bolivia, centro de origen primario de numerosas especies vegetales, reside en la alta variabilidad genética de sus cultivares. Estos se constituyen en material genético de gran importancia para ser utilizado a corto, mediano y largo plazo en programas de mejoramiento, sea convencional, asistido o por la modalidad Mejoramiento Participativo (MP). Un programa de MP puede desarrollarse en quinua, frijol, camote, maíz, maní, yuca, papa, zapallos y ajíes, entre otros.

Considerando los centros de conservación de germoplasma activos se plantea la modalidad *ex situ* para aquellas especies de semillas ortodoxas en Bolivia. Para las recalcitrantes se recomienda conservarlas *in situ*, hasta que se implemente conservación *in vitro* en los centros. Especies agroforestales, pasturas y las demás deben involucrar concretamente su conservación *in situ*, bajo el sistema de áreas protegidas y/o sistemas agroecológicos (Silva-Ramos, 2002).

Perú

Pastor *et al.* (2007), señalan como los principales cultivos subutilizados en el Perú a “aquellos na-

tivos que cumplieran con al menos, dos de tres criterios propuestos, como (1) baja producción, (2) presencia irregular o ausencia en el mercado de exportación y (3) ausencia en los supermercados de la capital. Entre los cultivos subutilizados en el Perú están algunos RTAs como papas, ollucos, oca, mashwa, camote, cereales y granos andinos (quinua, amaranto, algunas variedades de maíz) y frutales.

Brasil

Bohrer-Monteiro y Veasey (2009), plantean el papel de la agricultura tradicional que, además de generar directamente diversidad, mantiene ‘etnovariedades’ de yuca (*Manihot*), ñame (*Colocasia esculenta*), batata dulce o camote (*Ipomoea*), todas con alta variabilidad genética. Si no ejerce influencia directa la acción antrópica, esas variedades locales resisten en la naturaleza por poco tiempo o se extinguen debido a la competencia con plantas silvestres. Este aspecto diferencia a las plantas domesticadas –cultivadas–, de las plantas silvestres y demuestra la interacción de dependencia plantas cultivadas –ser humano–.

Según estos mismos autores, un diagnóstico de las causas del abandono o pérdida de esas variedades locales depreciadas o en estado marginal, iniciado a través de una lectura del espacio rural, y en especial de la situación socio-económica y ambiental en la cual la agricultura familiar está insertada, conlleva a estrategias para el rescate y el uso más amplio de las etnovariedades de yuca, ñame y batata dulce.

España

Hernández-Bermejo (1992) y Pardo de Santayana *et al.* (2012) llaman la atención para los cultivos y usos olvidados en España. La marginación de muchos cultivos es el “resultado del impacto de la flora del Viejo Mundo en América y de la flora americana en España. Entre estas causas:

- a. La pérdida de competitividad de ciertas especies frente a otras más productivas;
- b. Los cambios lentos y progresivos en las costumbres, hábitos alimentarios y formas de vida;
- c. La competencia establecida por intereses económicos o políticos ajenos a la región y culturas de referencia;
- d. Las persecuciones religiosas o culturales generalmente asociadas a la causa anterior;

e La desaparición de los grupos étnicos y comunidades locales conocedores de los usos y utilidades de las plantas y de sus formas de cultivo y aprovechamiento”.

Sin embargo, Hernández-Bermejo (2013), enfatiza que “la agrobiodiversidad ibérica también sufrió paralelamente una notable pérdida con la marginación o incluso olvido total de muchos cultivos”. Algunos se ocultaron, otros llegaron y se establecieron en el “Nuevo Continente, conservándose hasta la actualidad, incorporadas a su patrimonio etnobotánico, agrícola y alimentario.”

“Por eso los huertos mayas son (...) un (...) núcleo de conservación *in situ* de parte de NUS, especialmente de ciertos frutales subtropicales como es el caso de los cítricos, y (...) en la ali-

mentación de países como Argentina se conserva el consumo de hierbas amargas como la rúcula y la radicheta”, siendo posible “recuperar el germoplasma (...) e incluso de sus tradiciones alimentarias asociadas”. Hernández-Bermejo (2013) concluye que la diversificación de cultivos, por medio del uso de NUS, será siempre una acertada estrategia y sobre todo una necesidad para la agricultura.

Colombia

Se ha propuesto a Caetano y colaboradores, la construcción de un listado de NUS para Colombia, con énfasis en aquellos que más contribuyen a la soberanía y seguridad alimentaria y nutricional, a partir de inventarios directos e indirectos (Tabla 1).

Tabla 1. Identificación de los cultivos huérfanos, obsoletos, promisorios y subutilizados (olvidados) de Colombia

Id	Nombre común	Nombre científico	Familia	Categoría				Origen		Clasificación			Pa-riente silvestre	Estado de Conservación (IUCN)*
				Huérfano	Obsoleto	Promisorio	Sub-utilizado	Nativo	Introducido	Domesticado	Semi-domesticado	PSPC		
1	Acelora, cereza colorada	<i>Malpighia glabra</i> L.	Malpighiaceae			x			x		x			No ha sido evaluada
2	Achote	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae			x		x		x				No ha sido evaluada
3	Agraz	<i>Vaccinium meridionale</i> Swartz.	Ericaceae			x		x			x			
4	Aguacate, cura, palta.	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae			x	x		x		x			No ha sido evaluada
5	Arazá	<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh.	Myrtaceae			x			x		x			No ha sido evaluada
6	Borojó, boronjó	<i>Borojoa patinoi</i> Cuatr.	Rubiaceae			x		x			x			No ha sido evaluada
7	Camu-camu, camo camo	<i>Myrciaria dubia</i> (Kunth) McVaugh	Myrtaceae			x		x			x			No ha sido evaluada
8	Carambolo	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Oxalidaceae			x			x	x				No ha sido evaluada
9	Castaño	<i>Compsoneura cuatrecasii</i> Smith	Myristicaceae			x		x			x			No ha sido evaluada
10	Cerezo	<i>Prunus serotina</i> Ehrh	Rosaceae	x					x		x			No ha sido evaluada
11	Chiguas	<i>Zamia chigua</i> Seem	Zamiaceae			x		x			x			Casi amenazado
12	Chirimoya	<i>Annona cherimola</i> Mill.	Annonaceae				x		x		x			No ha sido evaluada
13	Chontaduro o cachipay	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Palmae				x	x				x		
14	Ciruelo, jobo, hobo	<i>Spondias purpurea</i> L.	Anacardiaceae			x			x		x			No ha sido evaluada
16	Cubio, papa amarga	<i>Tropaeolum tuberosum</i> Ruiz & Pavón.	Bretschneideraceae	x					x		x			No ha sido evaluada
17	Copoazú	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd ex Spreng) K. Schum	Sterculiaceae				x	x			x	x		
18	Cúrcuma	<i>Curcuma longa</i> L.	Zingiberaceae			x			x	x				No ha sido evaluada
19	Curuba	<i>Passiflora mollissima</i> Bailey	Passifloraceae			x		x			x			No ha sido evaluada
20	Curuba roja	<i>Passiflora cumbalensis</i> (H.Karst.) Harms	Passifloraceae				x	x			x			
21	Frijol ayocote	<i>Phaseolus coccineus</i> Lectin	Fabaceae		x			x			x			
22	Granada	<i>Punica granatum</i> L.	Punicaceae	x					x		x			Preocupación menor
23	Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae			x				x				
24	Guayabilla	<i>Eugenia victoriana</i> Cuatrec.	Myrtaceae	x				x			x			No ha sido evaluada
25	Inchi, cacay, cacao mani	<i>Caryodendron orinocense</i> Karst	Euphorbiaceae			x		x			x			No ha sido evaluada
26	Inga o Guaba	<i>Inga edulis</i> Mart.	Leguminosae				x	x			x			No ha sido evaluada

Continúa en la página siguiente

Viene de la página anterior

Id	Nombre común	Nombre científico	Familia	Categoría				Origen		Clasificación		Pa-riente silvestre PSPC	Estado de Conservación (IUCN)*
				Huérfano	Obsoleto	Promi-sorio	Sub-utili-zado	Nativo	Introdu-cido	Domesti-cado	Semi-domesti-cado		
27	Lulo amazónico	<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal	Solanaceae			x		x			x		No ha sido evaluada
28	Madroño	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hannel	Clusiaceae			x		x			x		No ha sido evaluada
29	Maíz	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae				x		x	x			No ha sido evaluada
30	Mamey	<i>Mammea americana</i> L.	Guttiferae			x			x		x		No ha sido evaluada
31	Mamoncillo	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Sapindaceae			x		x			x		No ha sido evaluada
32	Mangostino	<i>Garcinia mangostana</i> L.	Guttiferae			x			x	x			No ha sido evaluada
33	Mirajó, almirajó	<i>Patinoa almirajo</i> Cuatr.	Malvaceae			x		x			x		No ha sido evaluada
34	Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i> L.	Rosaceae	x					x		x		No ha sido evaluada
35	Ñame	<i>Dioscorea</i> spp; <i>Dioscorea alata</i> L. (blanco-amarillo-negro). <i>Dioscorea rotundata</i> Poir (ñame portugués)	Dioscoreaceae	x					x		x		No ha sido evaluada
36	Oca	<i>Oxalis tuberosa</i> Molina	Oxalidaceae				x	x		x			No ha sido evaluada
37	Pacó, membrillo	<i>Gustavia superba</i> O.Berg	Lecythidaceae			x		x			x		No ha sido evaluada
38	Papayuela	<i>Vasconcellea cundinamarcaensis</i> V.M. Badillo	Caricaceae				x	x			x	x	No ha sido evaluada
39	Piscande	<i>Pachira patinai</i> (Dugand & A. Robyns)	Bombacaceae	x				x			x		No ha sido evaluada
40	Pitahaya	<i>Selenicereus megalanthus</i> (K.Schum.ex Vaupel) Moran	Cactaceae			x		x			x		No ha sido evaluada
41	Pitahaya roja	<i>Hylocereus undatus</i> (Haw.) Britton & Rose	Cactaceae	x				x			x	x	No ha sido evaluada
42	Quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd	Amaranthaceae				x		x	x			No ha sido evaluada
43	Seje	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart	Arecaceae			x		x			x		No ha sido evaluada
44	Taparín	<i>Attalea allenii</i> Moore	Arecaceae			x		x			x		Preocupación menor
45	Táparo, corozo	<i>Attalea cuatrecasana</i> (Dugand) A.J.Hend., Galeano & R. Bernal	Arecaceae					x					Casi amenazada
46	Tomate de árbol	<i>Solanum betacea</i> Cav.	Solanaceae			x		x			x		No ha sido evaluada
47	Tomate de árbol de monte	<i>Solanum putumayensis</i>	Solanaceae	x				x				x	No ha sido evaluada
48	Tomate silvestre	<i>Solanum circinatum</i> Bohs	Solanaceae	x				x			x		No ha sido evaluada
49	Uva caimarona, uvilla	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Cecropiaceae			x		x			x		No ha sido evaluada
50	Zapote	<i>Matisia cordata</i> Humb. & Bonpl.	Bombacaceae				x	x			x		No ha sido evaluada

NUS según el CFF

‘Crops for the Future’ (CFF 2015), la nueva denominación operativa para el ‘International Centre for Underutilized Crops’ (ICUC) y el ‘Global Facilitation Unit for Underutilized Species’ (GFU) señalan que los NUS contribuyen con la mejora de los medios de pervivencia de las poblaciones humanas ya que:

- 1 Aumentan los ingresos en las fincas, valorando el modo de vida que adopta la agricultura familiar (AF);
- 2 Garantizan la soberanía y la seguridad alimentaria y nutricional;
- 3 Incentivan la creación de nuevos mercados, sobre todo de productos ecológicamente amigables;

- 4 Garantizan la producción con bajos insumos externos y la estabilización de los ecosistemas;
- 5 Colaboran con el aumento de la biodiversidad, pues al soportar condiciones de estrés, ocuparán importantes nichos ecológicos aportando, de este modo, a la redundancia funcional.

Mejoramiento participativo

Los primeros proyectos involucrando la metodología de investigación acción participativa y más específicamente la herramienta selección participativa de plantas (SPP), mejoramiento participativo (MP) o fitomejoramiento participativo (FMP), en los fines del decenio de 1990, se desarrollaron en Marruecos, Siria y Túnez por el ICARDA (Centro

Internacional para la Investigación Agrícola en Zonas Áridas) (Cecarelli *et al.*, 2001).

En estas áreas marginales, el rendimiento de los cultivos básicos era bajo, mientras la desnutrición y el riesgo de hambruna eran elevados. Los métodos convencionales de mejoramiento resultaban ineficaces, centralizados y en sus criterios de selección no incluían aquellas características de importancia para los agricultores (Walker, 2007).

La experiencia en Siria mostró que la selección descentralizada, asociada a la participación de los agricultores desde el inicio del proceso de mejoramiento, resultó en la metodología más adecuada para adaptar los cultivos a contextos biofísicos, sociales y económicos específicos, y así responder a las necesidades y al conocimiento de los agricultores (Vernooy 2003, Vernoy y Song, 2004).

Por Fitomejoramiento Participativo, Mejoramiento Participativo, Selección Participativa o Mejoramiento Participativo de Plantas (Participatory Crop Improvement PCI, Participatory Plant Breeding PPB), se entiende la estrategia de fitomejoramiento en la cual los miembros de la cadena productiva (fitomejoradores, técnicos, agricultores y otros) trabajan juntos en el proceso de desarrollo de las variedades. Al contrario del fitomejoramiento convencional, el FMP es descentralizado y participativo (Cecarelli *et al.*, 2001).

Por lo tanto, la vinculación de las comunidades es vital en la ejecución de una propuesta de esta naturaleza, ya que son quienes mejor conocen la procedencia, comportamiento y adaptación de sus semillas, además del aporte directo a la soberanía alimentaria y nutricional, a través de la promoción del uso de los recursos locales para la alimentación y la agricultura (Eyzaguirre *et al.*, 1998).

El proceso de MP se caracteriza fundamentalmente en la inclusión sistematizada de las habilidades, experiencias, prácticas, saberes y conocimientos (Toledo Machado, Santilli, y Magalhães, 2008), de las comunidades locales, en su relectura y percepción de su entorno. De este modo, el MP se constituye en una herramienta de rescate y valoración del saber ancestral y del conocimiento tradicional asociado.

El Mejoramiento Participativo alcanza objetivos mucho más amplios que el mejoramiento genético 'convencional' o 'formal'. Según Toledo Machado, Santilli, y Magalhães, 2008; Morris y Bellon (2004), se observa una ganancia en productividad; conservación y promoción de la biodiversidad y de la variabilidad genética; obtención y uso de germoplasma adaptado a condiciones locales; selección intrapoblacional; evaluación o selección participativa de variedades; lanza-

miento y difusión de nuevo germoplasma; la diversificación de los sistemas de cultivos y la producción y promoción de semillas. Al ser un proceso descentralizado y participativo, contribuye al empoderamiento y la toma de decisiones de los principales gestores y actores: las poblaciones locales.

Para Almekinders y Elings (2001), el MP es una alternativa y herramienta complementaria del fitomejoramiento convencional o formal, la cual está estrechamente relacionada con la conservación *in situ*. La principal limitante del mejoramiento formal se basa en la productividad o rendimiento del cultivo en ambientes favorables y con elevado uso de insumos químicos e irrigación; además no considera las preferencias culturales ni las condiciones locales en regiones marginales.

Entre las metodologías, técnicas y herramientas utilizadas, el trabajo desarrollado con las comunidades tradicionales en la actualidad por el GIRFIN está orientado hacia la metodología de IP- Investigación Participativa o IAP-Investigación-Acción Participativa. Esta ha sido aplicada en el estudio de las razas de maíz descritas para Colombia, bajo el enfoque de Mejoramiento Participativo (MP), Fitomejoramiento Participativo (FMP) o Selección Participativa de Plantas (SPP).

Considerado una estrategia de conservación de la agrobiodiversidad, con la propuesta de fitomejoramiento participativo se mantienen muchas de las características de rusticidad y adaptación de las semillas locales. Estas semillas son el producto de la presión de selección realizada por las comunidades tradicionales a lo largo del tiempo, las que conducen el proceso de selección de acuerdo con sus necesidades y preferencias (Cecarelli *et al.*, 2009). Por lo tanto, a la toma de decisión en un programa de MP se complementan la apreciación de los agricultores y los resultados agronómicos.

Entre las preferencias de las comunidades, para el caso del maíz, están el color de granos (amarillo, blanco, morado, rojo, negro, entre otros), tipo de grano (cristalino, semi-cristalino y harinoso o blando), tamaño y forma de grano; número de mazorcas por planta, tamaño de mazorca, número de hileras en la mazorca; precocidad; tolerancia o resistencia a plagas o patógenos; utilidad culinaria en estado de choclo y en estado seco, entre otras.

Según Cecarelli (2012), de las dos estrategias básicas del MP, en la EPV el objetivo es valorizar el germoplasma disponible. A su vez, se aplica el FMP propiamente dicho con el objetivo de rescatar y/o valorizar las cualidades de variedades locales, o para los ambientes marginales y/o condiciones de cultivo o exigencias de calidad muy específicas.

La EPV presenta facilidades de implementación: es de bajo costo y generadora de resultados a corto plazo, es decir, las variedades son rápidamente adoptadas por los agricultores participantes del proceso. Por otro lado, el FMP es útil para ampliar la base genética, o aun cuando el empleo de la EPV no alcanzó resultados satisfactorios.

Bajo la perspectiva de Mejoramiento Participativo, en todas las cinco etapas de desarrollo de una nueva variedad es fundamental la participación de los agricultores, o los miembros de las comunidades. Las tres primeras etapas conforman el FMP. Las cuatro primeras, la EPV:

- 1 Objetivos de la selección (qué característica se pretende seleccionar);
- 2 Creación de variabilidad (cruces);
- 3 Selección;
- 4 Evaluación;
- 5 Difusión.

Según Machado *et al.* (1998), es fundamental que las variedades, después de rescatadas, sean sometidas a experimentación en diferentes localidades y por varios años, para determinar su valor como variedad local, permitir la difusión de las mismas a través del intercambio de materiales por los agricultores, o evaluar su potencial genético para mejoramiento, validando su uso en diferentes agroecosistemas. La evaluación de diferentes variedades locales de maíz en agroecosistemas distintos aporta importantes fuentes genéticas para varios tipos de estrés biótico (plagas, enfermedades, arvenses o plantas acompañantes) o abiótico.

Además, a través del MP se da la obtención y valoración de variedades adaptadas a condiciones agroecológicas locales, asociadas a un agroecosistema funcional. Se debe, por lo tanto, priorizar el desarrollo de variedades y sus semillas, según los requerimientos de las comunidades, que puedan responder positivamente a sistemas de producción agroecológicos.

Mejoramiento participativo de maíz en comunidades campesinas e indígenas de Colombia

En varios países de Latinoamérica, los pequeños agricultores caracterizados dentro de la Agricultura Familiar (AF) se han integrado para abordar el rescate genético de variedades criollas y la conservación de la agrobiodiversidad en sus fincas, en contraposición al modelo agrícola actual y a las imposiciones de políticas globales (Santilli, 2005). Para el caso del maíz, fueron registradas experiencias en países como Brasil (Soares *et al.*, 1998; Machado *et al.*, 2006), Honduras (Smith *et al.*, 2001), México (Smith *et al.*, 2001; Zambrano, 2013), Argentina (Broccoli y Pardías 2009), Guatemala (FAO 2011; 2011), entre otros.

al., 2001), México (Smith *et al.*, 2001; Zambrano, 2013), Argentina (Broccoli y Pardías 2009), Guatemala (FAO 2011; 2011), entre otros.

En Colombia, la primera propuesta de MP de maíz criollo “Recuperación y conservación de maíces criollos e indígenas de altura de Colombia bajo la metodología de mejoramiento participativo”, fue desarrollada por el GIRFIN entre 2010-2011 (Vásquez y Caetano 2011), en el Corregimiento de Tenerife-El Moral, situado a la orilla occidental de la Cordillera Central, municipio de El Cerrito, Departamento del Valle del Cauca. La población local en su mayoría es originaria de los Departamentos de Antioquia (antioqueña; noroccidente colombiano) y Nariño (nariñense; suroccidente colombiano). En esta zona son abundantes los cultivos de cebolla larga, cilantro, repollo, fresa, mora, entre otros.

El GIRFIN (Grupo de Investigación en Recursos Fitogenéticos Neotropicales, la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira), que mantiene una colección de germoplasma de razas/variedades locales de maíces colombianos, con el apoyo del ICA, había seleccionado inicialmente el sitio para la multiplicación de semillas de maíz de altura (los que se desarrollan en pisos térmicos por encima de los 1800 msnm), en una Estación Experimental de la gobernación del departamento del Valle del Cauca en Tenerife, ubicada a 2664 msnm, N 3°43'47.8" O 76°4'35.6" y El Moral, a 2125 msnm, N 03°41'09.6" O 076°04'25.6", con temperatura promedio entre 10°C y 17°C y precipitación pluviométrica de 2.000 mm anuales. Esta siembra ocurrió en diciembre de 2009.

La diversidad de maíces despertó en la comunidad local el interés en intercambiar semillas, aprehender métodos de polinización controlada y obtener nuevas variedades para siembra en sus espacios, a pesar de caracterizarse por ser áreas muy reducidas (menos de 1 ha), constituidas por solares, jardines o parcelas. Pocas familias tienen el derecho de posesión de la tierra. No hay cultivos de maíz en mediana o larga escala y pocas variedades locales son sembradas, según inventario realizado por nosotros.

La primera socialización del proyecto en la escuela local (Figura 1), se divulgó a través de la emisora local, por medio de folletos y personalmente. En esta se definieron las características requeridas por los campesinos para una variedad de maíz. Unos lo seleccionan por su producción, esto es, el número de mazorcas por planta, por el tamaño de mazorca, el tamaño y peso de granos, o por precocidad, o por colores del grano, o por textura del grano, o por resistencia al frío y a otras condiciones abióticas y bióticas.

Se acordó entre todos los participantes (campesinos de Tenerife y El Moral, investigadores y

técnicos) que el lote experimental (de multiplicación GIRFIN) sería utilizado para talleres de biología de la especie y polinización controlada (Figura 1), pero en cada espacio particular, cada participante le daría el manejo al que estaba acostumbrado darle al cultivo.



Figura 1. Primera socialización del proyecto en el corregimiento de Tenerife, municipio de El Cerrito, Valle del Cauca, Colombia. Colegio Jorge Isaacs, 2010; a-b) Socialización del proyecto: "Recuperación de maíces de altura" con miembros de la comunidad; c) Lote de multiplicación de maíces de altura en el Valle de Sibundoy, Putumayo, Colombia; d) Polinización controlada para obtención de semillas puras. (Fuente: GIRFIN, 2010-2012; registros fotográficos previa autorización).

Posteriormente ese lote experimental sirvió de comparación con las parcelas de los agricultores, en donde se logró documentar los beneficios del manejo tradicional (asociaciones de cultivos, siembras de acuerdo al calendario lunar, entre otros), en comparación al manejo convencional agrícola (uso de insumos químicos, siembra en monocultivo, germoplasma mejorado).

Luego se siguió el diagnóstico socio-económico finca a finca y se levantó el área de siembra. En una segunda socialización general se hizo la entrega de las semillas de distintas razas y variedades (Capiro, Pollo, Pira Naranja, 'Timbrado', 'Porva' –Sabanero de granos harinosos– y 'Arroz' –Sabanero de granos cristalinos –), supuestamente adaptadas a condiciones ambientales similares. Entre los maíces inventariados localmente, se intercambiaron semillas del maíz 'Amarillo', 'Morocho', 'Negro' de Perú y Capiro ('Pintado').

Se realizó un taller práctico de recuperación de los usos tradicionales del maíz en la alimentación. En especial, se compartió las diferentes formas de consumir maíz (choclo, envuelto, pan, arepa, colada, chicha, entre otros) en el evento

"Primer Encuentro Compartiendo la Cosecha Alimentando la Vida – Maíces Criollos", en la escuela local, el 24 de septiembre de 2011, con el objetivo de valorar el uso de las semillas criollas en la alimentación y promover el intercambio de saberes tradicionales y de semillas.

La comunidad en Tenerife y en El Moral no tiene una asociación debidamente constituida en defensa de la conservación de recursos genéticos locales o introducidos y renaturalizados. Sin embargo, entre los participantes se destacaron algunos con disposición para guardianes de semillas, ya que mantienen en sus fincas una diversidad biológica interesante. Estas personas pueden ser identificadas como custodios o guardianes de semillas en Tenerife-El Moral, es decir con vocación conservacionista (Figura 1).

El proyecto logró la sensibilización sobre la importancia de conservación de las semillas criollas, la diversidad y los conocimientos tradicionales asociados al manejo del cultivo de maíz. Se identificó germoplasma con mayor potencial de adaptación a las condiciones agroclimáticas de la región. Además, se recuperaron otras especies de clima frío como la quinua (*Chenopodium quinua*), oca (*Oxalis tuberosa*) y papas criollas (*Solanum spp.*) (Figura 2).



Figura 2. Variedades de maíz adaptadas y multiplicadas por agricultores del corregimiento de Tenerife, Cerrito, Valle del Cauca en 2011; a) Maíz Pollo; b) Negro Peruano, Timbrado y Amarillo (izq.-der.) Promoción de otras especies de importancia alimenticia en clima frío moderado; c) Haba (*Vicia faba*); d) *V. faba* en asocio con oca (*Oxalis tuberosa*); e) Quinua (*Chenopodium quinua*); f) semillas de papa (*Solanum phureja*). (Fuentes: Nunes Pazdiora B.R.C., GIRFIN, 2010-2013; Vásquez D.L., 2011).

Idealizado para responder a las necesidades de pequeños agricultores y sus familias en condiciones social y económicamente marginales en diferentes países (Cecarelli *et al.*, 2001), el MP se mostró como herramienta eficiente para contribuir a la soberanía alimentaria, la conservación y la utilización de recursos fitogenéticos en Tenerife, ya que integra el componente biológico (conocimiento y mejoramiento de plantas) a las dimensiones psicológicas y sociales de las relaciones humanas (comportamientos y cultu-

ras). La conservación de germoplasma en fincas (conservación *in situ* 'on farm') y el Mejoramiento Participativo resultaron en prácticas innovadoras desarrolladas bajo la metodología de IAP (Investigación-Acción Participativa).

Finalmente, la ampliación de la propuesta fue solicitada por las comunidades indígenas Kokonuko (Cauca) y Camëntsa Biyá (Putumayo), en julio de 2011, lo que conllevó a elaborar el proyecto en el marco de la Primera Convocatoria Nacional de Extensión Solidaria – Dirección Nacional de Extensión de la Universidad Nacional de Colombia.

Hacia la creación de un programa de MP

La cobertura de la Universidad Nacional de Colombia- Sede Palmira alcanza todo el suroccidente del país (Putumayo, Nariño, Cauca y Valle del Cauca), por lo que recibe indígenas y campesinos estudiantes de sus zonas altas y bajas, los cuales se benefician por investigación y extensión con vocaciones agrícolas regionales, complementando su conocimiento práctico-empírico-tradicional.

El objetivo de una nueva etapa del proyecto de MP fue aportar a la conservación y recuperación de las razas colombianas de maíz, fortaleciendo además la soberanía alimentaria de las comunidades indígenas Kokonuko, en Puracé (Cauca) y Camëntsa, en el Valle del Sibundoy (Putumayo) y campesinas de Santa Teresa-La Quisquina (Palmira) y Tenerife-El Moral (El Cerrito, Valle del Cauca), a través de la revaloración del conocimiento tradicional asociado al uso y manejo del cultivo.

A la consulta previa y socialización de la propuesta con las comunidades se siguió el diagnóstico de las familias participantes, a través de encuestas semi-estructuradas, observación participante y observación indirecta (revisión bibliográfica) sobre las zonas de estudio. Luego se realizaron talleres de capacitación en técnicas de control de la polinización, manejo tradicional y toma de datos para caracterización de acuerdo con los intereses de las comunidades. Los Kokonuko y Camëntsa son pueblos culturalmente muy arraigados al cultivo del maíz y preservadores de un extenso conocimiento sobre la especie. Para Santa Teresa-La Quisquina se realizó paralelamente un inventario de la diversidad vegetal en fincas.

Del germoplasma de tierras altas multiplicado bajo polinización controlada se guardaron muestras en la colección de trabajo del GIRFIN e igualmente, se dispusieron semillas para donación para las comunidades participantes y nuevos

intercambios. Por maíces de 'tierras altas', 'de altura' o 'de tierras frías', se entienden aquellas razas (o variedades) que se desarrollan a partir de los 1800 msnm, por tanto adaptadas a clima frío, presentando desarrollo generalmente anual.

Roberts *et al.* (1957) han reconocido para Colombia 23 razas de maíz, de las cuales 12 son de tierras altas y 11 de tierras bajas (desde 0 hasta 1800 msnm). Las razas de altura son así reconocidas: Pira, Pollo, Imbricado, Pira Naranja, Maíz Dulce, Cabuya, Montaña, Amagaceño, Capio, Sabanero, Clavo y Harinoso Dentado. Además de las razas descritas, el GIRFIN conserva en su colección germoplasma identificado localmente, de distintas regiones del país, al cual se denomina 'maíz criollo' o 'variedad criolla'. Es el caso del maíz 'Rojo', 'Negro', 'Amarillo', 'Granizo', 'Granizado', 'Diente de Caballo', 'Propio', entre otros.

Las comunidades vinculadas al proceso de MP (Figura 3) presentan las siguientes características generales:

- 1 Comunidad campesina vereda Santa Teresa, corregimiento de La Quisquina, Palmira, Valle del Cauca. Ubicada en las estribaciones de la Cordillera Central entre los 1600 y 1900 msnm, con un clima de bosque seco tropical. El área de estudio se localiza entre los 1 745 msnm N 3°35'50,50" O 76°10'12,94", y los 1673 msnm N 03°35'46.6" O 076°10'7.50". Temperatura promedio de 20°C. Precipitación promedio anual de 1010 mm. Integrada por ocho familias, provenientes de diversas regiones del país que migraron a esta zona desde hace más o menos cinco años, después de haber sido desplazados de sus propios territorios.
- 2 Comunidad campesina del corregimiento de Tenerife, El Cerrito, Valle del Cauca. Ubicado en la cordillera occidental con un ecosistema de bosque de niebla hace parte de la zona de amortiguamiento del Parque Natural Nacional Páramo de las Hermosas, con temperatura entre 10°C y 17°C. Precipitación media anual de 2000 mm. La zona en la que se desarrolló esta propuesta está en una altitud entre los 2664 msnm N 3°43'47.8" O 76°4'35.6", y 2125 msnm N 03°41'09.6" O 076°04'25.6". Grupo integrado por cinco familias de la zona.
- 3 Comunidad indígena Kokonuko, resguardo de Puracé, Cauca, a 2818 msnm 2°22'39,27" N, 76°27'10,09" O. Temperatura entre 10° y 17° C. Precipitación anual 1811 mm. Grupo de custodios de semillas del cabildo Puracé, veredas Chapío, Ambiró, el Tablón y Carpintería. Grupo compuesto por diez custodios (diez familias). Esta etnia indígena se localiza

en la zona centro-oriental del Departamento del Cauca, en el municipio de Puracé, en la vertiente occidental de la Cordillera Central. Su territorio se encuentra en la margen derecha de la cuenca alta del río Cauca; en un rango de altitud entre los 2400 y más de 4000 msnm.

- 4 Comunidad indígena Camëntsa Biyá en Sibundoy, vereda San Félix, Sibundoy, Putumayo. Ubicado en el suroccidente de Colombia en las estribaciones del Macizo Colombiano, en la Región Andino-Amazónica, al noroccidente del departamento del Putumayo a una altura de 2200 msnm 1°10'50,75" N, 76°53'05,47" O. Con una temperatura promedio de 16°C. Precipitación promedio anual de 2300 mm. Grupo integrado por 10 mayores de la comunidad.



Figura 3. Comunidades vinculadas con la etapa II: Mejoramiento participativo en comunidades tradicionales de Colombia: a) Comunidad campesina vereda Santa Teresa, corregimiento de La Quisquina, Palmira, Valle del Cauca; b) Comunidad campesina del corregimiento de Tenerife, El Cerrito, Valle del Cauca; c) Comunidad indígena Kokonuko, resguardo de Puracé, Cauca; d) Comunidad indígena Camëntsa Biyá en Sibundoy, vereda San Félix, Sibundoy, Putumayo. (Fuentes: GIRFIN, 2011-2012; Vásquez D.L., 2012; registros fotográficos previa autorización).

A lo largo de todo el proceso de MP se promovió el uso de los maíces criollos para la alimentación, a través de talleres prácticos de recuperación de los usos tradicionales para la alimentación con maíz. En cada jornada o encuentro se prepararon distintas recetas tradicionales de cada región, con los maíces de las mismas comunidades, involucrando a toda la familia.

Considerando la falta de un relevo generacional en el área rural de Colombia, se incentivó la participación en los menores de las familias en actividades de integración y la valoración de las tareas cotidianas que permitan conservar las variedades criollas. Los intercambios de semillas y saberes entre las familias participantes y el GIRFIN y la divulgación de las técnicas de conservación de semillas *ex situ* fueron otras actividades fundamentales en el proceso de sensibilización sobre la importancia del conocimiento tradicional.

La adopción de la estrategia de FMP se debió a que, en las zonas trabajadas, las cuales se introducen en la región andina o piedemonte andino, gran parte de la producción de granos básicos, así como raíces y tubérculos, se realiza en condiciones marginales por pequeños y medianos productores. Estos agricultores prácticamente no hacen uso de variedades mejoradas, pues consideran que estas no responden bien en las condiciones marginales y/o sistemas de bajos insumos.

Además, consideran que las variedades mejoradas no siempre son adaptadas a los diferentes usos dados a una variedad local, y que el acceso a semillas mejoradas es limitado, tiene un alto costo (paquete tecnológico). Por lo tanto, en estos agroecosistemas tradicionales predominan los sistemas informales de semillas, con trueques e intercambios.

A través del FMP se promueve la diversidad genética local en riesgo y sub-utilizada; se valoriza y se considera el conocimiento ancestral, las preferencias de los agricultores, las condiciones agroecológicas y las prácticas culturales y finalmente, hay un mejor control de las interacciones genotipo x ambiente (Soares *et al.* 1998). También es posible hacer un análisis de género, que determina quiénes participan en las diferentes decisiones y por lo tanto el impacto del proceso de participación en la investigación. Se entiende esa herramienta como un tipo particular de análisis de los involucrados, donde la más importante variable para discriminar la definición del grupo de interés es el género (Tafur, *et al.*, 2015).

Como lo plantean Desclaux (2005) y Toledo Machado, Santilli y Magalhães (2008), el derecho de los agricultores y/o detentores de la agrobiodiversidad como patrimonio sociocultural construido colectivamente como son las variedades

locales, las prácticas, los saberes ancestrales acumulados y la innovación, los cuales en conjunto constituyen el conocimiento tradicional, debe estar garantizado por instrumentos jurídicos. Aunque las comunidades indígenas y campesinas cumplen con un importante papel conservacionista, son excluidas de los procesos políticos y toma de decisiones. Políticas y leyes inadecuadas relacionadas con los RFG pueden ser las principales causas de la erosión genética, ya que recomiendan la siembra de variedades de alto rendimiento, proceso que conduce a la sustitución de las variedades, prácticas y usos tradicionales.

Selección de germoplasma

En el estudio aquí descrito se adaptó para unas comunidades la EPV y para otras el FMP. Así, para Tenerife se valorizó el germoplasma disponible de maíz Capiro. Para las comunidades de Puracé y Sibundoy se valorizaron las variedades locales. En maíz la variabilidad genética es muy elevada, lo que minimiza la etapa de creación de la misma. Como herramientas metodológicas se utilizaron encuestas con cuestionario semi-estructurado, observación participante, talleres teórico-prácticos, ferias de semillas e intercambio de saberes (mingas de pensamiento).

Etapas desarrolladas

- 1 Rescate de germoplasma local: se realizó con la finalidad de incrementar la diversidad genética de variedades de maíz en la vereda San Félix, en el municipio de Sibundoy, para seleccionar variedades mejor adaptadas a este agroecosistema. Además de variedades locales, se ensayaron variedades o razas provenientes de otras regiones de Colombia, para conocer su comportamiento con las condiciones climáticas del Valle de Sibundoy.
- 2 Ensayos de evaluación: con objetivo de conocer la variabilidad genética de las variedades rescatadas, evaluar su adaptación al ambiente local y al sistema de producción agroecológica, intercambiar experiencias de agricultores de diferentes comunidades, realizar talleres en campo para aprendizaje de polinización asistida y sobre la diversidad genética de maíz. Se realizaron dos ensayos, el primero en la vereda San Félix, en Sibundoy, Putumayo y el segundo, en La Quisquina, Palmira, Valle del Cauca.

El ensayo establecido en Sibundoy objetivó el incremento y la caracterización morfoagronómica de los materiales de tierras altas de la colección GIRFIN (70 entradas). En esta colección están incluidas 14 entradas de los

municipios de Sibundoy, Santiago y San Francisco. Para el caso de los materiales ensayados en La Quisquina, el objetivo era hacer el incremento y observar el comportamiento de algunos materiales en estas condiciones climáticas, a 1800 msnm, ya que allí se sembraron algunas variedades consideradas de tierras bajas y de tierras altas.

De las características morfoagronómicas evaluadas, se consideraron para la selección: (1) días a floración masculina; (2) días a floración femenina; (3) altura de planta (m); (4) altura de mazorca (m); (5) longitud de la mazorca; (7-9) diámetro medio, basal y apical de la mazorca; (10) número de hileras de la mazorca; (11-13) color, tipo y textura del grano; (14-15) longitud y número de ramificaciones de la espiga, entre otras, al igual que Machado (1998), en un programa de FMP con variedades locales de maíz, en Brasil.

- 3 Selección masal estratificada (SME) en el cultivo del maíz: metodología de mejoramiento genético que se aplica a las plantas, para seleccionar individuos en función fenotípica, para mejorar características agronómicas de interés para el usuario. Involucra cinco pasos en diferentes momentos de crecimiento de la planta (Witcombe y Virk 2009). Son los siguientes:
 - 3.1 Pre-siembra (selección de semilla) y siembra (ubicación del lote, siembra, aislamiento);
 - 3.2 Vegetativa (identificación del lote, división del mismo, marcaje de plantas y marcaje y selección de plantas;
 - 3.3 Reproductiva (eliminación de floración masculina en plantas indeseables, selección y marcaje de planta;
 - 3.4 Madurez fisiológica (selección por cobertura, cosecha), y
 - 3.5 Pre y poscosecha (secado, almacenamiento).

En el presente estudio la selección de las características de interés para los agricultores inicialmente fue la adaptación agroclimática; todo el material cosechado se sembró en el siguiente ciclo para aumentar la adaptación y la cantidad de semillas.

Se reconoció en varios participantes que las expectativas hacia el material seleccionado inicialmente para la siembra no necesariamente resultó en una buena cosecha, por ejemplo los materiales harinosos tienen un alto índice de pudrición en mazorca fresca, lo que impidió la obtención de semilla. A pesar de esto, el maíz Capiro de Sibundoy, de textura harinosa, mostró

su adaptación en una producción estable con una calidad de grano considerada por los agricultores “excelente”.

La promoción de uso de las razas y variedades locales con sus cualidades alimentarias y o nutraceuticas, genera en todos los locales y la comunidad la tendencia de aumentar, mejorar y mantener el cultivo de las mismas. La participación en la práctica de la elaboración de los alimentos por los distintos miembros de la familia, haciendo uso de los recursos propios, es una manera de revalorar las tradiciones culturales, recreándolas según las necesidades de las nuevas generaciones (De la Calle, 2010).

Por esta razón, propia de la investigación con plantas, es fundamental la integración a programas más amplios que permitan dar continuidad a la búsqueda de variedades locales más estables, que mejoren las condiciones de vida de los agricultores en sus respectivas regiones y fortalezcan su cultura e identidad, de gran importancia en la conservación del conocimiento de las comunidades indígenas.

Producción de semillas comunitarias

El trabajo de producción de semillas siempre estuvo vinculado al trabajo de Mejoramiento Participativo. Dentro de los cuidados adoptados por las comunidades están la elección del área y el aislamiento del campo para evitar contaminación. El almacenamiento fue hecho en frascos de plástico o sistemas tradicionales siendo el más usado la conservación de mazorcas enteras al humo constante del fogón de leña.

La variabilidad genética del maíz constituye una fortaleza para el departamento del Putumayo y el suroccidente colombiano, ya que representa un reservorio significativo de diferentes clases de este grano que fortalecen la soberanía y seguridad alimentaria y nutricional. El maíz está ligado a los procesos sociales, culturales e históricos de las comunidades tradicionales, siendo considerado un patrimonio cultural y natural (Zambrano 2013, Caetano y Díaz 2014).

Además de contribuir a la conservación y el manejo sostenible de la variabilidad genética del maíz ahí presente, rescatar y valorar el saber tradicional, se enfatizó el empoderamiento de los actores con el conocimiento sobre cómo adquirir sus propias variedades mejoradas según sus propios objetivos de selección. Según Toledo Machado *et al.* (2006), el empoderamiento (o autoindependencia en las gestiones de desarrollo comunitario) de las comunidades campesinas puede hacerse a partir del manejo sostenible de la agrobiodiversidad dentro de sistemas agroecológicos.

La pérdida de sistemas de cultivo, de razas y de variedades locales hacen que los valores (p. ej. culturales y sociales) sean igualmente perdidos, y como consecuencia de los procesos de erosión se verifica el empobrecimiento de las comunidades de agricultores de subsistencia, lo que coloca en riesgo la seguridad y la soberanía alimentaria y nutricional (Machado, 2007).

¿Qué tanto de la diversidad de razas han sido realmente perdidas?, ¿qué tanto de estas se han transformado en variedades modernas?, ¿qué tanto de la diversidad fue colectada por anteriores exploradores? y ¿qué tanto se encuentra preservada en los bancos de germoplasma? ¿Son las razas conservadas suficientes para la agricultura de hoy y de mañana? Estas son las preguntas a ser resueltas, según Hammer *et al.* (1996).

El desarrollo de la presente propuesta de MP en el suroccidente colombiano posibilitó, para algunas comunidades, la restitución de la diversidad del maíz criollo e indígena y contribuyó al uso, manejo y conservación de variedades locales de alto valor de uso directo e indirecto, o valor de no uso-opción, herencia y existencia. Un programa de MP tiene que ser innovador respecto a las políticas de seguridad alimentaria, sin proponer medidas transitorias y de corto plazo pero sí a transformaciones estructurales, de inclusión social y generación de renta a las familias necesitadas. Además de la seguridad alimentaria, se debe priorizar el fortalecimiento de la agricultura familiar (producción para autoconsumo), ya que ésta se puede producir en cantidades suficientes, con calidad nutricional y facilitar el acceso a alimentar a la población local en situación de vulnerabilidad social e de inseguridad alimentaria (Machado, 2007).

Sin embargo, como punto de reflexión, Chiffolleau y Desclaux (2006), señalan que el MPP no debe reducirse como ‘selección asistida por el agricultor’. Los agrónomos son el apoyo para los agricultores en una mejor caracterización del entorno. Como los sistemas de cultivo se relacionan con criterios sociales, su identificación conlleva a reconocer la real necesidad de los agricultores, y por tanto, generar variedades más adecuadas. El MPP tampoco debe limitarse a estudios por un periodo limitado de tiempo para documentar el conocimiento indígena y las preferencias de los agricultores.

Para ser eficaz, la participación debe ser una característica permanente de los programas de fitomejoramiento relativa a cultivos en la agricultura difícil y entornos difíciles con el medio ambiente (Chiffolleau y Desclaux, 2006). Según Morris y Bellon (2004), “más participación no es necesariamente mejor. La participación debe ser vista como un medio para un fin”.

Los objetivos prioritarios del MP son obtener germoplasma adaptado localmente, promover la diversidad genética y viabilizar el empoderamiento de los agricultores. No es un programa dirigido por agricultores, ni por una organización profesional formal. La interacción es colegiada y descentralizada, con la participación del agricultor durante los tres primeros pasos del esquema de mejoramiento. Los agricultores participantes tienen el derecho a ser considerados socios del programa de mejoramiento y no sólo consumidores de variedades o usuarios finales (Chiffolleau y Desclaux, 2006).

Nuevas razas de maíz para Colombia: RFG para valoración y uso

Durante los años 50 se realizó en Colombia un proceso de recolección de maíz criollo e indígena por gran parte de su territorio, siendo registradas 1899 entradas para el banco de germoplasma nacional. Uno de los productos fue la descripción y clasificación de todo ese germoplasma en 23 razas, categorizadas en tres grupos raciales (Roberts *et al.*, 1957). El primer grupo, razas Primitivas, está compuesto por tan solo dos de estas. El segundo grupo, con nueve razas, se reconoce como Probablemente Introducidas. Finalmente, el tercer grupo, de las Híbridas Colombianas, se encuentra conformado por 12 razas (Tabla 2).

Entre los años 2007-2014 el GIRFIN, con el apoyo del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), realizó un muestreo en aquellos sitios descritos por Roberts *et al.* (1957), comparando la distribución ecogeográfica en esas dos épocas (años 50 y actual). Así, nosotros ampliamos a 34 el número de razas de maíz colombiano y describimos un número expresivo de variedades locales (Figuras 4 y 5; Caetano *et al.*, 2014).

Todo ese germoplasma de maíz es considerado con el criterio de NUS. Además, postulamos un cuarto grupo racial y la existencia de un complejo génico conformado por las variantes de la raza Chococeño. Por lo tanto, los grupos raciales según Caetano *et al.* son: Razas Primitivas, Introducidas, Híbridas Colombianas e Híbridas Colombianas Strictu sensu (Tabla 2).

Los análisis morfológicos (Maigual y Caetano, en preparación) y los análisis moleculares que se realizaron (RAM, SSR y cpDNA, región genómica AtpB-1-RbcL-1; Revelo *et al.*, 2015) identificaron los tres grupos raciales definidos por Roberts *et al.* (1957), aunque con variaciones entre las razas que los conforman y un cuarto grupo. El estudio con cpDNA ubicó la raza Imbricado dentro del grupo racial “Primitivas” junto a Pollo y Pira, todos maíces reventones, de mazorcas pequeñas y granos cristalinos (Tabla 2).



Figura 4. Razas y variedades colombianas de maíz. (Fuente: Vásquez D.L., 2011).



Figura 5. Un representativo de la variabilidad de maíz en Colombia. a) Maíz Amarillo; b) Maíz Timbrado; c) Maíz Negro; d) Maíz Rojo. (Fuente: Caetano Nunes D., GIRFIN, 2013).

Tabla 2. Distribución de grupos raciales de maíces colombianos según Roberts *et al.* (1957) y Caetano *et al.*

Razas colombianas de maíz		
Grupo racial	Roberts <i>et al.</i> (1957)	Caetano <i>et al.</i>
Primitivas	Pollo	Pollo
	Pira	Pira
Probablemente introducidas		Imbricado
		Andaquí
		Cariaco
		Clavo
		Güirua
		Harinoso Dentado
		Imbricado
		Maíz Dulce
		Pira Naranja
		Sabanero
		Amagaceño
		Morachillo
	Morocho	
	Negro Peruano	
	Yucatán	
	Amagaceño	

Continúa en la página siguiente

Viene de la página anterior

Razas colombianas de maíz		
Grupo racial	Roberts <i>et al.</i> (1957)	Caetano <i>et al.</i>
		Azul Vallecaucano
		Caucano
	Cabuya	
	Cacao	
	Capio	
	Chococeño	Chococeño
	Común	Común
	Costeño	
Híbridas Colombianas	Montaña	Harinoso Dentado
	Negrito	Montaña
		Negrito
		Negro de Tabanok
		Pira Naranja
	Puya	Puya
	Puya Grande	Puya Grande
		Rojo Sureño
		Sabanero
		Timbrado
	Yucatán	
Híbridas Colombianas		Cacao
Strictu sensu		Capio
		Maíz Dulce

Con el cpDNA, para “(Probablemente) Introducidas” se determinaron siete de las nueve razas descritas por Roberts *et al.* (1957). Las dos categorizaciones tienen en común las razas Güirua, Clavo, Andaquí y Cariaco. A las siete razas se asocian Yucatán, Costeño y Cabuya. Además, con las razas de introducción reciente se conforman 13 razas: Güirua, Clavo, Andaquí, Cariaco, Yucatán, Costeño, Cabuya, Morocho, Morochillo, Capia, Negro Peruano, Canguil y Chulpi o ‘Maíz Dulce Ecuatoriano’ (Caetano *et al.*, 2014).

El tercer grupo racial ‘Híbridas Colombianas’ está constituido por 13 razas, de acuerdo al análisis con cpDNA (Revelo *et al.* 2015), con una similitud de nueve razas respecto a Roberts *et al.* (1957). Esas dos categorizaciones no comparten las razas Pira Naranja, Sabanero, Harinoso Dentado y Maíz Dulce, ya que Roberts *et al.* (1957), las consideraron ‘Probablemente Introducidas’. Las demás razas, comunes a los dos estudios son Montaña, Negrito, Puya, Chococeño, Amagaceño, Común, Puya Grande, Capio y Cacao.

Con base en los estudios desarrollados por nosotros, se agregaron a las razas ‘Híbridas Colombianas’ Montaña, Negrito, Puya, Puya Grande, Amagaceño, Común, Pira Naranja, Sabanero, Harinoso Dentado y el complejo Chococeño (con sus variantes), las consideradas nuevas razas y así nombradas, en homenaje al sitio donde más se destaca su ocurrencia: Caucaño, Timbrado, Azul Vallecaucano, Negro de Tabanok y Rojo Sureño, en un total de 15 razas (Caetano *et al.* 2014).

Aun basado en cpDNA, el Maíz Dulce Colombiano conforma, con el Capio y el Cacao, un grupo derivado de Híbridas Colombianas. Estas

dos últimas razas son categorizadas tanto por Roberts *et al.* (1957) como en el de cpDNA, Híbridas Colombianas. Muy posiblemente el Maíz Dulce Colombiano y el del Capio tienen influencia de germoplasma ecuatoriano de ‘Maíz Dulce o Chulpi’ y de ‘Capia’, respectivamente. El Cacao se acerca por su endospermo harinoso y por la coloración de la aleurona, presentes también en el Capio. A este grupo lo denominamos ‘Híbridas Colombianas Strictu sensu’ (Caetano *et al.* 2014), por el origen del germoplasma que las conforman (Tabla 2).

Perspectivas

Las semillas criollas e indígenas constituyen un patrimonio y reservorio genético de incalculable valor y son la base para mejorar los sistemas locales de semillas y la producción de maíz. Por lo tanto, las reservas comunitarias de semillas deben ser consideradas una alternativa tecnológica local para apoyar la mitigación del cambio climático en comunidades vulnerables y reactivar la producción, por lo tanto hay que evaluar la factibilidad de un estudio complementario que aborde esta temática desde el punto de vista social.

El MP, es una herramienta de la investigación validada, que orienta y delimita el proceso de obtención de variedades vegetales, en acuerdo con las preferencias y necesidades de los agricultores y su entorno. La documentación gráfica puede resultar un impacto mayor, ya que además del autoreconocimiento de los participantes en estos materiales de difusión, sirven como insumo para la sensibilización de los niños para la conservación. Por otra parte, es necesario el reconocimiento de las autoridades locales y que las directivas gubernamentales regionales y/o nacionales consideren la creación de programas permanentes de MP con las comunidades.

En el presente estudio, se observó que las labores agrícolas encaminadas a la producción familiar de alimentos en las comunidades tradicionales están actualmente en manos casi que exclusivamente de los mayores. Se evidencia la necesidad de involucrar a los jóvenes, con el fin de mantener el conocimiento tradicional asociado, conservar las semillas criollas y acercarlos a su entorno. Lo anterior es una estrategia a ser utilizada por las directivas para generar empoderamiento de las posibilidades ofrecidas del entorno, para que estos sean actores directos de su territorio y disminuir la migración hacia los centros urbanos.

La metodología de FMP facilita, además de germoplasma adaptado y mejorado a las necesidades locales de las comunidades, el empoderamiento de los participantes de los conocimientos, el for-

talecimiento de las comunidades en su identidad cultural y la integración de las comunidades aisladas con distintos entes de la sociedad civil (instituciones académicas, científicas, autoridades locales). Por lo tanto, debe ser inserida en el contexto académico de las áreas pertinentes, además en programas de educación continuada.

Según Machado *et al.* (2008), las instituciones y entidades gubernamentales deben incentivar el desarrollo de investigación participativa, incluyendo el MP, para el fortalecimiento de la agricultura familiar y de políticas públicas direccionadas a la conservación y el uso sustentable de la agrobiodiversidad, con el fin de adoptar un modelo sostenible de producción que efectivamente responda con la seguridad y la soberanía alimentaria y nutricional de las poblaciones locales. Nosotros complementamos que las universidades, a través de su misión de extensión solidaria, deben favorecer la difusión de esta herramienta, formando profesionales desde una visión más integral.

Es altamente viable un enfoque integrado de conservación y utilización de los RFGAA. Tal enfoque debe anclarse en el aumento de la productividad mediante el acceso continuo y el intercambio de recursos genéticos; la sostenibilidad resultante de la combinación uso-conservación; la partición de los beneficios derivados de la utilización de los RFG y la equidad a través de la plena participación de los responsables de la conservación de estos recursos.

Agradecimientos

A la DNIE - Dirección Nacional de Investigación y Extensión, Oficina de Extensión Solidaria, de la UNAL, por el apoyo financiero y la asesoría técnica de gran calidad al Proyecto de Extensión Solidaria 'Maíces Criollos', Convocatoria Nacional 2012.

Al Cabildo Indígena Camëntsa Byiá del Valle de Sibundoy, Putumayo, Colombia.

A todas las comunidades y personas que nos apoyaron, con las cuales compartimos estos logros.

Referencias bibliográficas

Almekinders C.J.M. and Elings, A. 2001. Collaboration of Farmers and Breeders: *Participatory Crop Improvement in Perspective*. *Euphytica*, 122(3):425-438.

Anderson, E., y Cutler, H. C. 1942. Races of Zea mays: I. Their recognition and classification. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 29, 69-88. Obtenido de <http://www.biodiversitylibrary.org/item/54271#page/77/mode/1up>

Ashby, J.A. 2009. The impact of participatory plant breeding. In: *Plant Breeding and Farmer Participation*. Edited by S.Ceccarelli, E.P Guimaraes, E. Weltzein, 649-671p. FAO.

Bohrer Monteiro, M. V., y Veasey, E. A. 2009. Raíces y tubérculos tropicales olvidados o subutilizados en Brasil. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 3(1), 110 - 125. Obtenido de http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/1203/1202

Broccoli, A., y Pardías, S. 2009. El rescate de semillas como aporte a la soberanía alimentaria. Descripción de una experiencia de conservación de maíz con agricultores familiares santafecinos., (pág. 19). Buenos Aires, Argentina.

Caetano C.M., Cardozo Conde Ci (Eds.). 2014. *Cuadernos De Recursos Fitogenéticos*. Vol 5-6. UNAL-GIR-FIN; UNAL-ICA.

Caetano, C. M., y Vásquez D, L. N. 2011. Recuperación y conservación de maíces criollos e indígenas de altura de Colombia bajo la metodología de mejoramiento participativo. *VIII Simposio Internacional de Recursos Genéticos de América Latina y El Caribe*. Quito, Ecuador: SIRGEALC. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/203782436/SIRGEALC-2011-Resumenes#scribd>

Cecarelli, S., Grando, S., y Capettini, F. 2001. La participación de los agricultores en el mejoramiento de la cebada en el ICARDA. En L. Daniel, *Memorias de la Conferencia Internacional sobre futuras estrategias para implementar mejoramiento participativo en los cultivos de las zonas altas de la región Andina* (págs. 23 - 27). Quito, Ecuador.

Ceccarelli, S. 2012. *Plant breeding with farmers - a technical manual*. Aleppo, Syria: ICARDA. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/236962212_Plant_Breeding_with_Farmers_a_Technical_Manual_ICARDA_Aleppo_Syria

Ceccarelli, S., Grando, S., Singh, M., Michael, A., Shikho, M., Al Issa, A., Al Hasan, A. L. 2003. A methodological study of participatory barley breeding. II. Response to selection. *Euphytica*, 185 - 200. doi:10.1023/A:1025535609828

Ceccarelli, S., Guimaraes, E. P., y Weltzien, E. 2009. *Plant breeding and farmer participation*. Rome, Italy: ICRISAT, ICARDA, FAO. Obtenido de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i1070e/i1070e.pdf>

Consultive Group on International Agricultural Research (CGIAR). 1999. *Crossing perspectives: farmers and scientists in participatory plant breeding*. Cali, Colombia. 49 p. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/crossing.pdf

De la Calle, R. 2010. *Gastrobotánica: 100 temas al natural para cada estación de año*. Madrid, España: Temas de Hoy.216 p.

Espinosa, P., Vaca, R., Abad, J., y Crissman, C. C. 1996. *Raíces y tubérculos andinos. Cultivos marginados en Ecuador. Situación actual y limitaciones para la producción*. Quito, Ecuador: Departamento de Ciencias Sociales del Centro Internacional de la Papa, Estación Quito. Ediciones Abya-Yala. 178 p.

Eyzaguirre, P. B., Padulosi, S., y Hodgkin, T. 1999. IPGRI's strategy for neglected and underutilized

- species and the human dimension of agrobiodiversity. En S. Padulosi, *Priority-setting for underutilized and neglected plant species of the mediterranean region* (págs. 1-19). Rome, Italy: International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI).
- FAO. 2011. *Agricultores mejoradores de su propia semilla. Fortalecimiento de la producción de maíz a través del mejoramiento participativo en comunidades de Sololá*. Sololá, Guatemala. 56 p. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-ar653s.pdf>
- FAO. 2012. *Manual técnico de fitomejoramiento participativo de maíz en áreas de altiplano y de sequía en Guatemala*. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 44 p. Obtenido de https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/11/13305372975590/manual_fitomejoramiento_participativo_nov_2012_atinar_ii.pdf
- FAO. 2014. *State of Food and Agriculture. Innovation in family farming. Economic and Social Development Department*. Rome, Italy. 175 p. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i4040e.pdf>
- Hammer, k., Knüpffer, H., Xhuveli, L., y Perrino, P. 1996. Estimating genetic erosion in landraces - two case studies. *Genetic resources and crop evolution*, 43(4), 329- 336. Obtenido de <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00132952>
- Hernández Bermejo, J. E., y León, J. 1992. *Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492*. Roma, Italia: FAO. Producción y protección vegetal, 339 p.
- Hernández-Bermejo, J. E. 2013. Cultivos infrautilizados en España: pasado, presente y futuro. *Ambienta*, 38 - 55. Obtenido de <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/pdfs/versionpdf/Esteban13.pdf>
- Machado, A. T. 1998. Resgate e caracterização de variedades locais de milho. In: Soares AC, Machado AT, Silva BM, von der Weid J.M. eds. *Milho Crioulo: conservação e uso da biodiversidade*. Rio de Janeiro: AS-PTA.
- Manrique, K. 2000. *Nociones de manejo postcosecha. Documentos Centro Internacional de la Papa*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura del Perú.
- Morris, M., y Bellon, M. 2004. Participatory plant breeding research: Opportunities and challenges for the international crop improvement system. *Euphytica*, 136(1), 21 - 35. doi:10.1023/B:EU-PH.0000019509.37769.b1
- Naciones Unidas. 1992. *Convenio sobre la diversidad biológica*. Rio de Janeiro, Brasil. 18p. Obtenido de <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Padulosi, S., y Hoeschle-Zeledon, I. 2004. ¿A qué denominamos especies subutilizadas? *Leisa. Revista de Agroecología*, 20(1), 6- 8. Obtenido de <http://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol20n1.pdf>
- Pardo de Santayana, M., Morales, R., Aceituno, L., Molina, M., y Tardío, J. 2012. Etnobiología y biodiversidad: el inventario español de los conocimientos tradicionales. *Ambienta*, 99, 6 -25. Obtenido de <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/pdfs/versionpdf/Tradicional.pdf>
- Pastor, S., Fuentealba, B., y Ruiz, M. 2007. *Cultivos subutilizados en el Perú. Análisis de las Políticas Públicas Relativas a su Conservación y Uso Sostenible*. The Global Facilitation Unit for Underutilised Species (GFU);Asociación Civil Pro Uso DIVERSITAS - PROUD; Sociedad Peruana de Derecho Ambiental - SPDA . Obtenido de http://www.spda.org.pe/?wpfb_dl=62
- Programa de Maíz. 1999. *Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de polinización libre*. México D.F.: CIMMYT. 16 p. Obtenido de <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/762/68195.pdf>
- Revelo Portilla, E. A., Cardozo Conde, C. I., y Caetano, C. M. 2015. Estudio molecular preliminar de accesiones de maíz (*Zea mays* L.) criollo e indígena colombiano utilizando una región de ADN cloroplástico. *Acta Agronómica*, 64(1), 72 - 82. doi:10.15446/acag.v64n1.40724
- Roberts, L., Grant, U. J., Ramirez, R. E., Hatheway, W. H., Smith, D. L., y Mangelsdorf, P. C. 1957. *Razas de maíz en Colombia. D.I.A. Boletín Técnico No.2*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura. Editorial Máxima. 159 p.
- Silva Ramos, M. Á. 2002. *El rol de los cultivos marginales en la seguridad alimentaria*. La Paz, Bolivia: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Oficina ICA Bolivia.
- Smith, M. E., Castillo, F. G., y Gómez, F. 2001. Participatory plant breeding with maize in Mexico and Honduras. *Euphytica*, 122(3), 551 - 563. Obtenido de <http://link.springer.com/article/10.1023/A%3A1017510529440>
- Soares, A. C., Machado, A. T., Silva, B. M., y Von Der Weid, J. M. 1998. *Milho Crioulo: Conservação e uso da biodiversidade*. Rio de Janeiro, Brasil: AS-PTA. 185 p.
- Thies, E. 2000. *Promising and underutilized species crops and breed*. Eschborn, Germany: GTZ. 23 p. Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/3682/thies.pdf?sequence=1>
- Toledo Machado, A., Arcanjo- Nunez, J., Torres, d. C., Lourenço-Nass, L., y Rocha Bettero, F. C.-d. 2006. Mejoramiento participativo en maíz: su contribución en el empoderamiento comunitario en el municipio de Muqui, Brasil. *Agronomía mesoamericana*, 17(3), 393 - 405. Obtenido de http://www.mag.go.cr/rev_mesov17n03_393.pdf
- Toledo Machado, A., Santilli, J., y Magalhães, R. 2008. *A agrobiodiversidade com enfoque agroecológico: implicações conceituais*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. (Texto para Discussão / Embrapa. Secretaria de Gestão. Obtenido de <https://www.embrapa.br/documents/1035106/1047819/texto34.pdf/5448d115-890d-4314-b7ff-ba46b9687671>
- Toledo Machado, A., Torres de Toledo, C., y Lourenço Nass, L. 2011. Manejo da diversidade genética e melhoramento participativo de milho em sistemas agroecológicos. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 6(1), 127 - 136. Obtenido de <http://www.abaagroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/issue/view/52>
- UPOV. 1991. *Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales*. Ginebra, Suiza. Obtenido de <http://www.upov.int/portal/index.html.es>

- Vernooy, R. 2003. *Semillas generosas. Mejoramiento participativo de plantas*. Ottawa, Canadá: IDRC-CRDI . Obtenido de <https://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/52959/1/IDL-52959.pdf>
- Vernooy, R., y Song, Y. 2004. New approaches to supporting the agricultural biodiversity important for sustainable rural livelihoods. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 2(1), 55 - 66. Obtenido de <http://betuco.be/voorlichting/New%20Approaches%20to%20Supporting%20the%20Agricultural%20Biodiversity.pdf>
- Walker, T. S. 2007. *Participatory Varietal Selection, Participatory Plant Breeding, and Varietal Change*. Washington, DC. USA: Background paper for the World Development Report. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10986/9182>
- Witcombe, J. R., y Virk, D. S. 2009. Methodologies for generating variability. Part 2: Selection of parents and crossing strategies. En S. Ceccarelli, E. P. Guimaraes, y E. Weltzien. Rome, Italy: Plant Breeding and Farmer Participation. FAO.
- WCMC. World Conservation Monitoring Centre. 1992. *Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources*. London, UK: Brian Groombridge.
- Zambrano, E. E. 2013. *Valoración del mejoramiento genético participativo in situ en poblaciones de maíz (Zea mays L.) criollo en el sureste del Estado de México*. Montecillo, Texcoco, México: Tesis Maestría en Ciencias, especialista en Genética. Colegio de Postgraduados. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10521/1863>