

## ANÁLISIS Y COMENTARIOS

## APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS PARTICIPATIVAS PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE FRIJOL EN HONDURAS<sup>1</sup>

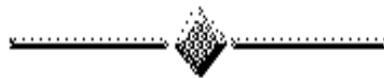
Juan Carlos Rosas<sup>2</sup>

### RESUMEN

**Aplicación de metodologías participativas para el mejoramiento genético de frijol en Honduras.** Aunque se reconoce que los enfoques tradicionales de fitomejoramiento han sido efectivos en incrementar los rendimientos y solucionar problemas de plagas que limitan la producción de cultivos, se argumenta que los niveles de adopción, y los impactos esperados, han sido limitados. Bajo este contexto, se incluyen a los pequeños productores de cultivos básicos, que no poseen los recursos para modificar su ambiente productivo para poder obtener las respuestas en rendimiento de variedades mejoradas de mayor potencial. Sin embargo, en el caso de frijol en Centro América, las variedades mejoradas generadas de manera convencional han sido valiosas en reducir la diseminación de enfermedades que hubieran causado una reducción significativa del rendimiento, pe. el mosaico dorado amarillo. El fitomejoramiento participativo (FP), que involucra una participación activa de los agricultores en el desarrollo de variedades con adaptación específica, se presenta como una alternativa para incrementar el acceso y la adopción de variedades mejoradas para pequeños productores con limitado acceso a las tecnologías y/o bajo uso de insumos. En Centro América, ya existen algunas iniciativas de FP en los cultivos de frijol y maíz; a raíz de estas iniciativas, el interés y las expectativas de los agricultores, organizaciones y donantes ha crecido recientemente. La presente publicación, trata de dar algunas pautas sobre la aplicación de este enfoque de FP en el mejoramiento genético del frijol, con base a la experiencia del Programa de Investigaciones en Frijol de Zamorano, a través de los dos primeros años de actividades de un proyecto conducido con la colaboración de técnicos de una organización no gubernamental y agricultores de comunidades de Yorito y el Lago Yojoa, en Honduras.

### ABSTRACT

**Development of participative methodologies for genetic improvement of bean in Honduras.** Even though it is recognized that traditional plant breeding approaches have been effective on increasing yields and solving pest problems that limit crop production, it is still argued that the levels of adoption, and expected impacts, have been limited. Small farmers who produced most of the basic grains are included under this context; they do not possess the resources to change their environment to obtain the yield responses that are expected from improved varieties with higher potential. However, in the case of beans in Central America, improved varieties developed by conventional plant breeding methods have been valuable in reducing the dissemination of diseases that could have caused severe yield reductions in the region, i.e. bean golden yellow mosaic. Participatory plant breeding (PPB), which involves an active farmer participation in the development of varieties for specific adaptation, is an alternative for increasing the access and adoption of improved varieties by small farmers who have limited access to improved technologies and/or use low inputs. In Central America, already exists some initiatives of PPB in bean and maize crops; regarding with these initiatives, the interests and expectations of farmers, organizations and donors have increased recently. This publication intends to provide some guidelines on the application of PPB approaches for the genetic improvement of the common bean; it is based in the experience obtained by breeders of the Bean Research Program of Zamorano, during the first two years of a project conducted in collaboration with technical personnel of a non-governmental organization and farmers from various communities of Yorito and the Lago Yojoa in Honduras.



### INTRODUCCIÓN

La producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en Centro América es principalmente una actividad de pequeñas fincas, en laderas y áreas marginales, limi-

tada por varios factores bióticos y abióticos. En Honduras más del 70% del frijol se produce en fincas de menos de dos hectáreas. En la región centroamericana, cerca de 310000 TM son producidas en casi 0,5 millones ha, con un rendimiento promedio relativamente ba-

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 3 de abril del 2001. Trabajo presentado en la XLVII Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica, 2001.

<sup>2</sup> Ciencia y Producción Agropecuaria, Escuela Agrícola Panamericana/Zamorano, A. Postal 93, Tegucigalpa, Honduras.

jo de 635 kg/ha. La mayoría de los productores de frijol en la región utilizan bajos insumos y pocas fincas son mecanizadas. La mayoría experimentan un acceso limitado a los mercados, debido a la falta de transporte, caminos adecuados, distancia de las ciudades y poco acceso a crédito debido a sus bajos ingresos, condiciones desfavorables y fondos limitados ofrecidos por la banca, a veces por la falta de títulos de propiedad para respaldar sus préstamos. El autoconsumo es relativamente alto en las zonas productoras de frijol donde el consumo *per capita* es de dos a cuatro veces más alto que el promedio regional de 11,1 kg/persona/año. Sin embargo, una gran proporción de la producción de frijol (aprox. 55% en Honduras) es vendida en los mercados, principalmente por intermediarios que lo adquieren directamente en la finca.

Las variedades criollas actualmente utilizadas por los pequeños productores de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en Honduras, están relativamente bien adaptadas a sus sistemas de producción, caracterizados por suelos de baja fertilidad, estrés de sequía, cultivo en asocio o en secuencia con maíz, empleo de bajos niveles de insumos (fertilizante y plaguicidas), y una pobre mecanización del cultivo. El proceso de desarrollo de estas variedades criollas, mediante la selección por los agricultores a través del tiempo, parece haber enfatizado principalmente en la precocidad (mecanismo de escape a la sequía), hábitos de crecimiento adaptados a sistemas de asocio con maíz, y calidad de grano (color, tamaño y aspectos culinarios); y en menor grado en la resistencia a enfermedades (o posterior evolución de los agentes patógenos causales). Aunque en el germoplasma de la raza Mesoamericana recolectado en Honduras existen algunos genes de resistencia a la roya (*Uromyces appendiculatus*), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), éstos están presentes en un número limitado de accesiones. En consecuencia, la productividad de la mayoría de las variedades criollas de frijol utilizadas en la actualidad, está limitada por su susceptibilidad a estas enfermedades y a la bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*), mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*), mosaico común (VMCF) y mosaico dorado amarillo (VMDAF), entre otras que afectan al cultivo. Lo anterior sugiere la necesidad de ampliar la base genética de las variedades criollas para la resistencia a factores bióticos y abióticos.

El enfoque de los programas de mejoramiento en la región ha estado orientado a la generación de variedades con base genética amplia, empleando fuentes diversas de germoplasma resistente proveniente de razas de los reservorios Mesoamericano y Andino. En la actualidad, las variedades y germoplasma mejorados poseen una base

genética adecuada que les confiere mayor adaptación y potencial de rendimiento, y resistencia a las enfermedades y factores de estrés abióticos predominantes.

Desgraciadamente, los beneficios derivados del uso de las variedades mejoradas se ven limitados fundamentalmente por sistemas deficientes de disseminación, y por el reducido acceso de los agricultores a semilla mejorada. En ciertos casos, las variedades mejoradas no han sido adoptadas por algunos aspectos de calidad del grano, inferiores a los de las variedades criollas, o por la falta de adaptación a los sistemas de producción de bajo nivel tecnológico de la mayoría de pequeños productores de frijol. En otros cultivos, muchos estudios sugieren que una considerable variabilidad genética está presente en las variedades criollas, y frijol no es una excepción. La estabilidad del rendimiento de las variedades criollas puede lograrse de dos maneras; los genotipos pueden tener una baja interacción con el ambiente (G x A) y poseer la plasticidad fenotípica que les permita producir bajo estrés o en condiciones favorables. Por otro lado, en una población genéticamente mezclada, la sustitución de genotipos puede ocurrir de tal forma que las plantas que fallan en producir en un ambiente, llegan a ser las más productivas en otro ambiente (Hodgkin *et al.* 1993).

La aplicación de metodologías de fitomejoramiento participativo (FP) se presenta como una alternativa para facilitar el acceso de los agricultores a materiales mejorados con base genética más amplia, en los que puedan aplicar procesos de selección y validación que les permita desarrollar cultivares más productivos y estables, adaptados a sus condiciones agroecológicas y sistemas de producción, y de mayor aceptación culinaria y comercial. En este sentido, se considera al FP como el proceso en el que fitomejoradores y agricultores seleccionan cultivares a partir de poblaciones segregantes bajo un ambiente meta específico (Witcombe y Joshi 1996). Para algunos investigadores, el FP es la alternativa que se debe aplicar cuando las posibilidades de selección se han agotado, o han fallado en identificar cultivares deseables, o cuando los agricultores identifican problemas en los cultivares existentes. Por otro lado, el FP es una alternativa para el mejoramiento de cultivos que crecen en condiciones desfavorables, regiones alejadas o áreas muy pequeñas, generalmente menos atendidas por los programas de mejoramiento tradicionales. Adicionalmente, el FP permite la selección de poblaciones segregantes en generaciones tempranas en el ambiente meta evitando la eliminación de líneas útiles que pueden ser descartadas por su relativo pobre comportamiento en condiciones más favorables, p.e. estaciones experimentales (Ceccarelli *et al.* 1996).

El presente documento es el resultado de experiencias con agricultores conduciendo actividades de FP en Honduras, y las interacciones con otros grupos interesados en este enfoque de mejoramiento de cultivos a nivel regional e internacional. Buena parte de los comentarios e información que se incluye en este documento, han sido generados a través de las actividades llevadas a cabo en los primeros dos años de ejecución de un proyecto de FP en frijol común, financiado por el programa Programa de Investigación Participativa y Análisis del Género (PRGA) y el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR, siglas en inglés); y otro de FP en maíz, financiado por el Fondo Noruego de Desarrollo. Estos proyectos de FP son conducidos con la participación de agricultores de comunidades de las regiones de Yorito y el Lago Yojoa, Honduras, por el Programa de Investigaciones en Frijol (PIF) de Zamorano en colaboración con el Proyecto IP-CA (Investigación Participativa para Centro América) y la Universidad de Guelph, Canadá. Estas actividades se complementan con recursos aportados por el Programa Bean/Cowpea CRSP (Donación USAID No. DAN-1310-G-SS-6008-00).

Los objetivos generales de estos proyectos de FP son el desarrollo de metodologías para el mejoramiento in situ de frijol común y maíz que faciliten la ampliación de la base genética de las variedades criollas mediante la utilización de germoplasma mejorado; el incremento de la capacidad de los agricultores para aplicar metodologías de mejoramiento; y la generación de variedades adaptadas a las comunidades meta.

#### CONSIDERACIONES PARA LA APLICACIÓN DEL FP EN EL MEJORAMIENTO DEL FRIJOL COMÚN

La naturaleza reproductiva de la planta de frijol es la autogamia o autofecundación; debido a esto en el frijol, las variedades son altamente homocigotas. Con la autofecundación, la heterocigocidad es reducida a la mitad en cada generación. Después de varias generaciones sucesivas de autofecundación, la proporción de plantas heterocigotas que permanecen en una población es muy pequeña. Para caracteres cualitativos, en los cuales la forma dominante puede distinguirse visiblemente de la recesiva, la similitud en las plantas es deseada para producir una variedad uniforme. Para características cuantitativas, pueden existir pequeñas diferencias genéticas entre plantas y aún pasar desapercibidas. Una población mixta de un cultivo autógamo como el frijol, es realmente una mezcla de genotipos homocigotas o líneas puras.

En respuesta a las demandas de los agricultores, las variedades criollas deberán ser utilizadas como proge-

nitores debido a que los enfoques principales están dirigidos a la conservación de los caracteres deseables de las variedades criollas (p.e. adaptación, precocidad y características del grano) en la nueva variedad. Variedades u otras fuentes de germoplasma mejorado son utilizadas como progenitores donantes de características deseables no presentes en las criollas (p.e. resistencia a ciertas enfermedades). En el FP se busca la incorporación de unos pocos caracteres deseables, se sugiere la utilización de cruces simples, triples y hasta dobles, evitando los múltiples, y la utilización de líneas élites con las características deseables como progenitores donantes en vez de germoplasma exótico. En lo posible, las poblaciones bajo selección en un enfoque de FP, deberán segregarse principalmente por los caracteres que se desean mejorar, evitándose la excesiva segregación por otros caracteres que podrían complicar el proceso de selección hecho por los agricultores.

El proceso de FP implica la participación directa de los agricultores en la selección de poblaciones segregantes desde generaciones tempranas. Este enfoque requiere que los agricultores involucrados desarrollen las habilidades para el manejo de viveros constituídos por un gran número de familias, y su cultivo en hileras sencillas debido a la cantidad limitada de semilla, con un alto grado de uniformidad y precisión. Se deberá contemplar soluciones para evitar la pérdida de semilla de líneas o poblaciones FP, en las condiciones de las comunidades en que frecuentemente se observan pérdidas de campo por factores naturales (p.e. sequía severa) o en el grano almacenado. Para ello, además de una buena organización, los agricultores participantes en FP deberán tener cierto grado de experiencia en el manejo de experimentos y en la conservación de semilla. En nuestras actividades de FP, se colabora con agricultores organizados en Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL) (Ashby *et al.* 1995), actualmente muy difundidos en Honduras.

Los caracteres cualitativos que se expresan fenotípicamente en el campo, pueden ser evaluados visualmente mediante escalas sencillas manejadas por los agricultores. Los caracteres cuantitativos como rendimiento, de baja heredabilidad y aquellos altamente influenciados por el ambiente, son más difíciles de evaluar con los criterios que emplean los agricultores. Como se sugiere para el mejoramiento convencional, estas características cuantitativas deberán ser evaluadas en generaciones avanzadas y en lo posible con el uso de repeticiones. Las dificultades en transmitir estos conceptos de herencia cuantitativa de manera sencilla representan el reto más significativo en el desarrollo de una metodología de FP para una audiencia sin estos conocimientos básicos. Sin embargo, en la evaluación “en verde” (etapa de llenado de grano) que los agricultores ha-

cen tanto en poblaciones segregantes como en líneas avanzadas, se emplea como un criterio importante la carga (vigor reproductivo), que es una medida indirecta de rendimiento; este mismo criterio es utilizado por los fitomejoradores en las evaluaciones de valor agronómico en esta etapa. Por otro lado, en el FP los agricultores requieren aprender a manejar registros sencillos.

La efectividad de la selección en poblaciones segregantes va a depender de la variabilidad genética de la población para los caracteres bajo selección (resultado de la recombinación de los progenitores utilizados en las hibridaciones), el tamaño de la población original y durante el proceso de selección. La eliminación drástica de plantas y familias segregantes tiende a reducir la diversidad genética y la respuesta o ganancia por selección. Se debe enfatizar en la eliminación de los genotipos indeseables y el avance de los superiores e intermedios en las generaciones tempranas e intermedias; y la selección de sólo los genotipos superiores y la eliminación drástica de todo material mediocre hasta las generaciones avanzadas. Especial cuidado debe ponerse en las evaluaciones de grano en la etapa postcosecha, en la que los agricultores enfatizan en la selección en el compuesto de varias plantas en vez de la proporción de grano con caracteres deseables que puede ser seleccionado de este compuesto.

El manejo eficiente de viveros y ensayos es un requisito primordial para lograr los avances y metas en todo proceso de mejoramiento. Por ninguna razón, esto significa que para desarrollar un proceso de FP sea necesario la implementación de prácticas y condiciones no disponibles en la comunidad. Sin embargo, la utilización de lotes relativamente uniformes y el tamaño y la distribución de las parcelas que aseguren un manejo eficiente de los viveros deberá ser considerado. El empleo de testigos alternando con las hileras o parcelas de los materiales mejorados es esencial para el manejo de la heterogeneidad de la finca donde se conducen estos trabajos.

La necesidad de ensayos múltiples de líneas avanzadas, que son un requisito esencial en los enfoques convencionales de mejoramiento, podrá ser reducida significativamente, debido a que el proceso de selección en el FP se lleva a cabo desde generaciones tempranas en la localidad meta. Aún más, a través del FP habría una mejor utilización de la adaptación específica (interacción G x A), que en el mejoramiento convencional (mayormente enfocado a la amplia adaptación) es generalmente considerado como un factor limitante a la respuesta a selección, es decir a la eficiencia de los programas de mejoramiento (Ceccarelli *et al.* 1996). Esto implica que la búsqueda de los cultivares con

adaptación específica a condiciones difíciles, debe ser efectuada a través de la selección directa en los ambientes metas, y no solamente en estaciones experimentales o condiciones favorables de producción. Por otro lado, en el FP los procesos de validaciones de variedades serían más cortos y menos intensos, ya que los agricultores estarían familiarizados con el comportamiento de estos materiales en sus comunidades. Las liberaciones se harían a nivel comunitario con posibilidades de empleo de las variedades liberadas en otras zonas con condiciones similares. Los vínculos con otras organizaciones de agricultores, p.e. AsoCIAL de Honduras, o la intervención de ONGs permitiría una mayor diseminación de estas variedades. Sistemas de producción y distribución de semilla necesitarían de ser implementados.

## APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS DE FP: EL CASO DE HONDURAS

### Diagnóstico participativo

Teniendo como base que la adopción de variedades depende mayormente de los ambientes agroecológicos y socioculturales de las comunidades, el correcto entendimiento de las situaciones locales es primordial para emprender toda iniciativa de FP (Subedi *et al.*, 2000). Por ello, al iniciar las actividades de FP en Honduras se condujo un diagnóstico de la problemática del cultivo en las comunidades metas.

Se condujeron diagnósticos en las localidades de Mina Honda, Yorito y Concepción Sur, Santa Bárbara donde se llevan a cabo los trabajos de FP bajo este proyecto. El número de agricultores encuestados fue de 15 por comunidad. Los resultados de estos diagnósticos se describen en dos secciones, una incluyendo los aspectos generales relacionados a las actividades de producción de las comunidades, y la segunda más específicamente relacionada con la producción de frijol.

### Aspectos generales

#### *Mina Honda, Yorito*

La comunidad de Mina Honda, ubicada en el Municipio de Yorito, Departamento de Yoro, se encuentra en la región Nor-central de Honduras, a una altura de 1200-1300 msnm. Su topografía es mayormente de ladera. La población está compuesta por mestizos e indígenas, la mayoría de la cual (> 70%) cultiva frijol entre 3-20 años. Todos los agricultores encuestados utilizan variedades criollas, de las que se mencionan hasta cuatro diferentes incluyendo a Concha Rosada y Vaina Ro-

sada. El 20% utiliza variedades mejoradas (Tío Canela-75 y Yeguaré). La mayoría (67%) opina que la razón principal del uso de variedades mejoradas es su mayor rendimiento. Solo el 33% de los agricultores practica la rotación de cultivos, principalmente maíz y frijol; y el 67% deja los residuos de cosecha en el campo. En cuanto a la sanidad de los cultivos, los agricultores de esta comunidad utilizan mayormente el fungicida mancozeb para el control de enfermedades; metil paration y metamidofos para el control de insectos; y control manual (azadón) de malezas.

El destino de la cosecha de los productores de Mina Honda es 53% para venta (a intermediarios), y 33% para consumo familiar. El consumo *per capita* en esta comunidad es de 46,3 kg/año, es decir más de cuatro veces el promedio nacional, lo que sugiere la enorme importancia que tiene este grano básico en la dieta de la población de esta comunidad.

#### *El Paraíso, Concepción Sur*

La comunidad de El Paraíso, ubicada en el Municipio de Concepción Sur, Departamento de Santa Bárbara, que bordea el Lago Yojoa en la región Nor-occidental de Honduras, a una altura de 550-650 msnm. Su topografía es mayormente de ladera. La población está compuesta por mestizos, la mayoría de la cual (~ 80%) siembra frijol entre 4-10 años. Entre los agricultores encuestados se utilizan hasta cuatro variedades criollas, incluyendo Madura Parejo y Vaina Blanca. El 41% utiliza variedades mejoradas (Tío Canela-75, DICTA 113 y DICTA 122); una tercera parte justifica el uso de estas variedades por su mayor rendimiento, y el 50% por su mayor resistencia a enfermedades. La mayoría de los agricultores de esta comunidad practica rotaciones (87%), principalmente maíz y frijol y hortalizas, y dejan los residuos de cosecha en el campo (92%). El manejo de los factores bióticos se caracteriza por no utilizar fungicidas para el control de enfermedades, y sólo aplicar plaguicidas para el control de insectos (metil paration). El control de malezas lo hacen con azadón.

La cosecha en El Paraíso es destinada para la venta (42%) en el mercado, y consumo familiar (42%). El consumo *per capita* es de 21,4 kg/año, más del doble que a nivel nacional, indicando lo importante que resulta este grano básico en la dieta de sus pobladores.

#### **Aspectos de la producción de frijol**

##### *Mina Honda, Yorito*

En esta comunidad casi todos los encuestados cultivan frijol en las épocas de producción de primera y

postrera. En la preparación del terreno no se practica la quema de residuos. La mayoría realiza la labor de “limpia” del terreno con azadón, no efectúan rastreada ni surcada, y la siembra se realiza con espeque (barreta). El área de siembra de frijol varía de 0,7-1,0 ha, en las épocas de primera y postrera, respectivamente. El 81% de los agricultores utiliza semilla “propia” (de su cosecha anterior), y emplean distancias de siembra de 30-40 cm bajo el sistema “al cuadro” y 3-4 semillas por postura. La mayoría (77%) siembra frijol intercalado con maíz en primera, y todos siembran frijol en monocultivo en postrera. Un bajo porcentaje de los agricultores fertiliza el frijol, tanto en primera (13%) como en postrera (8%). La proporción de los que efectúan control de plagas es menor en primera (25%) que en postrera (50%), con el principal de controlar crisomélidos (*Diabrotica* spp. y *Ceratomyza* spp.), picudo de la vaina (*Trichapion godmani*) y gusano de la vaina (*Helicoverpa zea* y *H. virescens*). El control de enfermedades es efectuado por pocos agricultores (17%), principalmente para controlar antracnosis, roya y mancha angular. La mayoría realiza control manual de malezas durante el cultivo.

La cosecha es manual en su totalidad. Los rendimientos estimados son extremadamente bajos en ambas épocas, en promedio 412 y 343 kg/ha para la primera y postrera, respectivamente. Un alto número de los agricultores (89%) realiza almacenamiento de grano, pero sólo un 33% emplea tratamiento contra plagas de almacén.

En esta comunidad, los principales criterios de selección de variedades en aspectos relacionados al grano incluyen el color (65%) y la forma (22%), siendo el grano rojo- mediano-redondo el de mayor preferencia (53%) por los encuestados. En cuanto a los criterios relacionados a la planta, se encuentra la preferencia de todos los productores por variedades tipo “arbolito” (hábito arbustivo-indeterminado, tipo II), pese a que la mayoría de las variedades criollas son de tipo “rastrero” (hábito arbustivo-postrado, tipo III). Con relación a las vainas, todos prefieren variedades con vainas “largas”, es decir que contengan por lo menos 7 semillas, como en sus variedades criollas.

#### *El Paraíso, Concepción Sur*

Todos los encuestados cultivan frijol en primera y postrera. En esta localidad se practica la quema de residuos en la preparación del terreno, pero sólo el 13% en la primera, incrementándose esta labor en la postrera a 43%. La limpieza del terreno es total en la primera y realizada por la mayoría (93%) en la postrera. Un bajo porcentaje (7%) de los agricultores acostumbra a rastrear el terreno. Como una alternativa para reducir el ex-

ceso de humedad en el terreno, hasta un 43% lo surca en la siembra de primera pero sólo el 7% lo hace en la postrera, cuando las lluvias son menos intensas y frecuentes. La siembra se hace mayormente con espeque. El área de siembra de frijol en esta comunidad es en general bastante pequeña y varía de 0,3 ha en primera a 0,2 en postrera. Las distancias de siembra usadas en esta comunidad son de 30-45 cm y 20-30 cm al cuadro, en la primera y postrera, respectivamente; y se utilizan tres semillas por postura. En El Paraíso, los agricultores no fertilizan el frijol. El control químico de insectos es de 13% en primera y 10% en postrera, y está dirigido al control de gallina ciega (*Phyllophaga* spp.), lorito verde (*Empoasca kraemeri*) y picudo de la vaina, principalmente. No se realiza control químico de enfermedades, de las cuales las más predominantes son mosaico dorado amarillo, mancha angular y mustia hilachosa. El control de malezas es una práctica común para los entrevistados y se efectúa mediante desyerbas con azadón.

La cosecha se realiza manualmente en su totalidad. Los rendimientos son extremadamente bajos, de 524 kg/ha en primera y 378 kg/ha en postrera. La mayoría almacena el grano, pero menos de la tercera parte (29%) realiza tratamientos para protegerlo contra plagas de almacén.

En El Paraíso, la preferencia por características de color y forma del grano son menos importantes, lo que contrasta con las opiniones de Mina Honda. En esta comunidad el 69% prefiere un frijol rojo-retinto (rojo-oscuro) de tamaño mediano-grande y de forma alargada, como la variedad mejorada Dorado. Algunos pobladores de El Paraíso, incluso mencionan cierta preferencia por frijoles de grano negro. En cuanto a las características de la planta, el 64% opina a favor de un hábito postrado, típico de las variedades criollas. Todos prefieren vainas largas, con por lo menos 7 semillas por vaina.

Las características más contrastantes entre las comunidades de Mina Honda y El Paraíso incluyen las diferencias en altitud, siendo la primera localidad de altura media y la segunda de baja altitud. Una mayor proporción de los agricultores de El Paraíso realizan rotación de frijol con otros cultivos y uso de rastros. En Mina Honda se hace control químico de enfermedades, por lo que ellos prefieren las variedades mejoradas por su mayor potencial de rendimiento; en cambio en El Paraíso, donde no se hace control de enfermedades, prefieren las variedades mejoradas más por su resistencia a enfermedades que por su mayor rendimiento. En ambas comunidades, se vende una alta proporción de la cosecha de frijol; sin embargo, en Mina Honda se vende a intermediarios y en El Paraíso en el mercado. El consumo *per capita* en ambas localidades es mucho más alto que a nivel nacional, aunque en Mina Honda

es más del doble que en El Paraíso.

En los aspectos más específicos del cultivo de frijol, se puede distinguir diferencias entre comunidades en un mayor trabajo en la preparación del terreno en El Paraíso, donde cierta proporción de agricultores realiza rastreado y surcado; por otro lado, a diferencia con Mina Honda, estos realizan quema de residuos previo a la preparación. En Mina Honda, un bajo porcentaje de los agricultores fertiliza el frijol, mientras en El Paraíso no se hace esta labor. Debido a un menor énfasis en el control de enfermedades en El Paraíso, se prefieren las variedades mejoradas por su mayor resistencia; en cambio en Mina Honda, se prefieren por su mayor rendimiento. Los rendimientos en ambas comunidades son muy bajos, debido a condiciones marginales de producción incluyendo el bajo uso de insumos y desconocimiento en el manejo adecuado de plagas.

Los criterios de preferencia varietal son bastante contrastantes en ambas comunidades. En Mina Honda hay exigencia por un color de grano rojo claro; mientras que en El Paraíso hay menos exigencia en este aspecto, y un grupo importante prefiere color de grano retinto. Por otro lado, la preferencia en el tipo de planta es generalizada por el tipo arbolito de las variedades mejoradas en Mina Honda; en cambio, un buen porcentaje de los agricultores de El Paraíso prefiere el tipo postrado de las variedades criollas.

### **La variedad "ideal" del agricultor**

Con base en los resultados y análisis participativos de los diagnósticos conducidos en ambas localidades, así como en interacciones directas con los agricultores miembros de los CIALs de Mina Honda y El Paraíso, y agricultores no miembros de áreas vecinas, se determinaron las características de las variedades criollas que se desean conservar y las que se desean mejorar, mediante el proceso de desarrollo de variedades mejoradas a través del proyecto aplicando metodologías de FP. Se seleccionaron las variedades criollas Concha Rosada en Mina Honda, y Madura Parejo y Vaina Blanca en El Paraíso; éstas poseen las características deseables de precocidad, color y tamaño del grano y vainas "largas" o alto número de semillas por vaina (NSV). Estas variedades han sido utilizadas como progenitores femeninos en las actividades de hibridación que se iniciaron en 1999. Por otro lado, se han utilizado como progenitores masculinos, plantas F1 derivadas de la cruce simple de líneas y variedades mejoradas de color rojo. Utilizando estos progenitores élites, se intenta incorporar a las variedades criollas genes de arquitectura erecta tipo II (arbolito); mayor carga (número de vainas por planta, NVP) y mejor distribución de éstas en la parte superior

de la planta. También resistencia a antracnosis y roya para Mina Honda, y a mancha angular y mosaico dorado amarillo en El Paraíso, consideradas como las principales enfermedades en estas comunidades. Estas características provenientes del germoplasma mejorado (élite), fueron identificadas por los agricultores para mejorar sus variedades criollas, y forman parte de los componentes de la planta ideal de frijol definido por ellos.

### **Metodologías de FP vs. mejoramiento convencional**

El proyecto consiste en la aplicación de metodologías participativas para el mejoramiento genético del frijol común. Para medir su impacto, se evalúan dos metodologías de FP en comparación con una convencional; las tres metodologías se describen a continuación:

**Metodología de FP a partir de generaciones intermedias (MP-1).** Para evaluar esta metodología, se desarrollarán juegos de las poblaciones derivadas de los cruzamientos mencionados para cada comunidad, mediante avance de la F1 y selección moderada de plantas individuales F2 en Zamorano. Las familias F3-F6 son evaluadas por los agricultores en los “centros de selección participativa” (CSP) ubicados en un lugar accesible de cada comunidad. Las líneas F7 ingresarán a ensayos comparativos y validaciones en finca por los agricultores, quienes decidirán la liberación y producción de semilla de las nuevas variedades.

**Metodología de FP a partir de generaciones avanzadas (MP-2).** Esta metodología será evaluada mediante el avance de un juego de cada población por el método de descendencia de semilla individual (pedigrí modificado), según Brimm (1966), desde la F2 a la F5 sin aplicar selección. Todas las líneas F6 serán sembradas en los CSP para su evaluación por los agricultores. Esta metodología dará la oportunidad a los agricultores de practicar la selección en poblaciones de líneas con características “fijadas” (altamente homocigotas), pero que conservan la máxima recombinación presente en la generación F2, ya que no se realiza selección alguna en las generaciones previas. Las líneas F7 ingresarán a ensayos comparativos y validaciones en finca por los agricultores, quienes decidirán la liberación y producción de semilla de las nuevas variedades.

**Metodología de mejoramiento convencional o tradicional (MC).** Esta metodología se aplica a un tercer juego de poblaciones con el fin de medir la eficiencia y efectividad del FP. En la MC, se aplica selección desde la F2 a la F6 por los mejoradores; en las genera-

ciones avanzadas se evaluarán las familias seleccionadas en los CSP. Los agricultores tendrán acceso solamente a las líneas promisorias cuando se establezcan los ensayos en finca, y se efectúen las validaciones para la liberación posterior de nuevas variedades por los mejoradores.

### **Sistemas de evaluación y selección**

Los agricultores utilizan criterios diversos para evaluar y seleccionar variedades. Fue necesario desarrollar sistemas para la aplicación de estos criterios en la evaluación de poblaciones segregantes. Los agricultores involucrados determinaron que las tres etapas de evaluación más importantes son el llenado de granos, la cosecha y la postcosecha. En el llenado de granos (“evaluación en verde”), se evalúan los genotipos usando criterios para evaluar la arquitectura de la planta (o hábito de crecimiento), la sanidad de la variedad (resultado de la resistencia a las enfermedades predominantes en la zona), la carga (equivalente a número de vainas/planta) y su distribución en la planta (en la parte media- superior para evitar su contacto con el suelo), la longitud o “largo” de las vainas (equivalente al número de semillas/vaina) y la madurez (la precocidad de las variedades criollas representa una ventaja). En la cosecha, se evalúa el rendimiento y la facilidad de cosecha (plantas sin guías o bejucos son las más deseadas), así como la uniformidad en la maduración. En la postcosecha, se evalúa principalmente las características del grano, incluyendo el color, forma, tamaño y peso (la sensación de un puñado de granos), criterios que son utilizados para determinar el valor comercial. Las pruebas de calidad de consumo, son efectuadas a la postcosecha en ensayos avanzadas cuando se cuenta con parcelas que produzcan suficiente grano para estas determinaciones; el tiempo de cocción, el color y espesura del caldo, el sabor y la conservación del producto cocinado (sin refrigeración) son utilizados como criterios por los agricultores.

Las escalas empleadas en las evaluaciones con agricultores son diversas. Las escalas que clasifican los genotipos en categorías (bueno, regular y malo) pueden ser descritas con muchos detalles y características por ellos; y estas pueden llegar a ser bastantes complejas y ser equivalentes a un índice de selección. Los agricultores prefieren usar escalas de categorías en la evaluación de viveros de líneas avanzadas o de mejoramiento constituidos por un número grande de accesiones. Para la evaluación de ensayos y validaciones, generalmente constituido por un número mucho menor de genotipos crecidos en parcelas de varios surcos, los agricultores prefieren utilizar escalas numéricas, p.e. 1 a 10. En es-

tos casos, también pueden describir los detalles para cada grado de la escala, utilizando criterios similares a la aplicación de índices de selección.

Para la selección de poblaciones segregantes, se avanzan las familias evaluadas en las categorías de buena y regular en las evaluaciones al llenado de vainas, cosecha y postcosecha; y se eliminan las incluídas en categoría de mala por uno o varios caracteres. En generaciones avanzadas, se conservan sólo las calificadas como buenas.

### LOS RECURSOS HUMANOS EN LOS ENFOQUES DE FP

Aunque algunos estudios etnobiológicos recientes han revelado que en muchos casos, los conocimientos locales de los agricultores era equivalente o superior, y en muchos casos complementarios a los de los científicos (De Boef *et al.* 1995), será necesario en la mayoría de los casos contar con grupos de agricultores con cierto grado de experiencia previa en experimentación. Según esto, la necesidad de lograr que los agricultores adquieran los conocimientos y destrezas prácticas para conducir actividades eficientes de FP debe ser contemplado al implementarse estos enfoques. Desde que el mejoramiento de los cultivos es un proceso de varias fases, en el FP es necesario utilizar métodos de aprender-haciendo en el desarrollo de habilidades por los agricultores, conforme se avanza con el proceso de mejoramiento mismo.

En principio, la diferencia básica del enfoque de FP con el mejoramiento tradicional radica en el grado de participación de los agricultores en las fases del proceso de mejoramiento, incluyendo la identificación de factores del cultivo, la selección e hibridación de progenitores, la selección de poblaciones segregantes en generaciones tempranas, intermedias y avanzadas, la evaluación de viveros y ensayos, las validaciones y liberaciones de variedades, y la producción de semilla y diseminación de las variedades mejoradas. Como ocurre en el mejoramiento convencional, la aplicación de FP deberá ser planificado a mediano-largo plazo, ya que también implica un proceso dinámico de varios ciclos a través del tiempo y no sólo un ciclo de selección en un período corto. Los agricultores deben estar conscientes de estas implicaciones y estar preparados a ejecutarlas.

El FP es fundamentalmente una actividad colaborativa entre agricultores y fitomejoradores: a nivel de los agricultores de requiere la organización adecuada para lograr que se compartan las responsabilidades en-

tre miembros de la comunidad. Hay que considerar que en un momento dado se podrán tener simultáneamente poblaciones segregantes bajo selección, ensayos de líneas avanzadas, parcelas de validación y producción artesanal de semilla. La organización local deberá ser funcional y estable. En las actividades de FP en Honduras, se colabora con agricultores organizados en CIA-Les, los cuales poseen los mecanismos para compartir responsabilidades en la comunidad. Este mismo tipo de organización facilita la difusión de los avances logrados en el FP en cada etapa. En el momento que sea necesario, los grupos deberán incorporar lotes demostrativos y organizar días de campo para facilitar la difusión de sus logros y variedades en su comunidad y hacia las comunidades vecinas, que en el futuro pudieran convertirse en usuarios de sus variedades mejoradas a través del FP.

La participación de los miembros de la comunidad de género y edad diversa garantiza mayor eficiencia y participación en las actividades de FP, la responsabilidad compartida y la adopción de las variedades mejoradas. Las habilidades de las mujeres complementan a la de los hombres, y la participación de los jóvenes permite la sostenibilidad en el tiempo al preparar recursos humanos para el futuro. La comunidad representada por los grupos involucrados en actividades participativas como el FP, logran avances significativos en el desarrollo y adquisición de facultades para asumir responsabilidades y tomar decisiones basadas en los intereses de la mayoría.

### BENEFICIOS DEL FITOMEJORAMIENTO PARTICIPATIVO

Los impactos derivados del FP se mencionan a continuación por cliente:

#### **Fitomejoradores (programas de mejoramiento convencional):**

- Mayor precisión en el mejoramiento reducirá significativamente el tiempo y los costos relacionados a las pruebas de localidades múltiples de material avanzado. Indicador: adopción de materiales FP vs. mejorados convencionalmente.

1. Acceso a germoplasma para agroecosistemas específicos. Indicador: introducción y uso en programas de mejoramiento.
2. Agricultores involucrados en la selección de criterios. Indicador: adopción de criterios de agricultores
3. Localidades bien definidas para pruebas de problemas específicos. Indicador: diagnósticos de condiciones que favorecen la selección.

4. Identificación de germoplasma de amplia adaptación debido a la descentralización. Indicador: resultados de pruebas multilocales (interacción G x A)

#### **Agricultores:**

- Germoplasma adaptado/adoptado en la zona. Indicador: germoplasma FP sembrado con relación a otros materiales (número de agricultores o áreas en comunidades metas)

1. Proceso más rápido en el desarrollo de variedades mejoradas. Indicador: tiempo requerido para FP en comparación con métodos convencionales

2. Variedades de mayor rendimiento. Indicador: estimación de rendimientos

3. Reducción en uso de plaguicidas (debido a resistencia genética). Indicador: entrevistas para determinar si uso de pesticidas a declinado

4. Conservación de germoplasma local. Indicador: descripción de variedades para diferentes caracteres.

5. Incremento en aportes de hombres y mujeres pobres en el desarrollo de tecnología. Indicador: documentar los criterios de selección de los agricultores

6. Desarrollo y adquisición de facultades para tomar decisiones y asumir responsabilidades a través de un nuevo rol en fitomejoramiento. Indicador: entrevistas con agricultores en los aspectos antes mencionados.

7. Incremento en la participación de la comunidad en la toma de decisiones. Indicador: documentar días de campo; evaluaciones.

8. Incremento en las habilidades de los agricultores. Indicador: documentar proceso de adquisición de habilidades; entrevistas con agricultores

9. Desarrollo de banco de germoplasma (*in situ*) para la generación de tecnología en el futuro. Indicador: germoplasma disponible en los campos de los agricultores

#### **Organizaciones (ONGs, OPDs y otras):**

- Acceso a germoplasma con adaptación local para sus clientes. Indicador: número de adquisiciones de nuevos materiales.

#### **Donantes y instituciones interesadas en FP:**

- Efectos del análisis de la investigación participativa en fitomejoramiento. Indicador: análisis de costos y beneficios (incluyendo adaptación/adopción más rápida y más extendida, adquisición de destrezas, desarrollo y adquisición de facultades para tomar decisiones y asumir responsabilidades.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El incremento en la participación de los agricultores a través del FP ayudaría a aumentar los niveles de adopción de las variedades mejoradas y a reducir el costo sobre todo en las fases relacionadas a las pruebas locales y validaciones. Por otro lado, se obtendría un mejor aprovechamiento del germoplasma con adaptación específica (alta interacción G x A) que en un enfoque tradicional de selección por amplia adaptación son descartados. Del mismo modo, se tendría acceso a agroecosistemas bien identificados para pruebas de selección específicas. Asimismo, al contar con colaboradores de muchas zonas de producción con experiencia en el manejo de viveros y ensayos, se facilitaría la identificación de germoplasma con amplia adaptación. Los agricultores participarían en la conservación *in situ* de los recursos genéticos al tener mayor conocimiento y usar más eficientemente sus variedades criollas.

Las experiencias en FP son todavía preliminares. La disseminación de su aplicación extensiva requiere del desarrollo de una metodología simplificada acompañada de la capacitación de técnicos y agricultores líderes. Sin embargo, se están buscando los recursos necesarios para expandir estas experiencias iniciales en Centro América y tratar de involucrar a programas nacionales y organizaciones de desarrollo.

Los pequeños productores manejan criterios de selección y las escalas para diferenciarlos. Son capaces de conceptualizar la variedad "ideal" con base en las virtudes de sus variedades criollas y las ventajas agronómicas observadas en las mejoradas. Pueden desarrollar habilidades para el manejo de viveros de poblaciones segregantes así como de líneas avanzadas. Son capaces de seleccionar genotipos superiores para su liberación a nivel local basados en comportamiento agronómico y valor comercial del producto. Representan un valioso recurso para el mejoramiento convencional y deben de ser tenidos en cuenta aún en situaciones en las que se desee continuar con enfoques de mejoramiento más tradicionales; los beneficios de su participación serían significativos. La incorporación de los agricultores al FP

deberá hacerse de forma organizada; los grupos con experiencia en experimentación son los más indicados, p.e. CIALES o similares.

El FP es un enfoque que permite mayor participación a los agricultores en el desarrollo de tecnologías útiles para sus comunidades. Se viene presentando como la alternativa para corregir las limitaciones en la adopción de variedades mejoradas generadas por los programas tradicionales. Diversas organizaciones y donantes han puesto mucho interés en estas alternativas y es posible que a corto plazo sea un requisito para lograr el apoyo financiero que los programas de la región centroamericana están viendo cada vez más escasos.

### LITERATURA CITADA

- ASHBY, J.A.; GARCÍA, T.; GUERRERO M.; QUIRÓS, C.A.; ROA, J.I.; BELTRÁN, J.A. 1995. Institutionalizing farmer participation in adaptive technology testing with the "CIAL". Londres, ODI Agricultural Research and Extension Network, Paper No. 57. 43 p.
- BRIMM, C.A. 1966. A modified pedigree method of selection in soybeans. *Crop Sci.* 6:220.
- CECCARELLI, S.; BAILEY, E.; GRANDO, S.; TUTWILER, R. 1997. Decentralized, participatory plant breeding: A link between formal plant breeding and small farmers. *In: New Frontiers in Participatory Research and Gender Analysis: Proceeding of the International Seminar on Participatory Research and Gender Analysis for Technology Development.* Cali, Colombia, CIAT. Septiembre 9-14, 1996. p. 65-74.
- DE BOEF, W.S., BERG, T; HAVERKORT, Y B. 1995. Farmers, crops and landraces: Farmer's role in the development and conservation of crop diversity. Internal discussion paper. CPRO-DLO Centre for Genetic Resources, The Netherlands, Wageningen. 27p.
- HODGKIN, T.; RAMANATHA RAO, V.; RILEY, K. 1993. Current issues in conserving crop landraces *in situ*. *In: On-farm Conservation Workshop.* Bogor, Indonesia, 6-8 Diciembre, 1993. p.10
- SUBEDI, A.; JOSHI, K.; SHRESTHA, P.; STHAPIT, B. 2000. Experiences in participatory approaches to crop improvement in Nepal. *In: Friis, E.; Sthapit, B. eds. Participatory approaches to the conservation and use of plant genetic resources.* Roma, Italia, IPGRI. p. 90-102.
- WITCOMBE, J.; JOSHI, A. 1996. Farmer participatory approaches for varietal breeding and selection and linkages to the formal seed sector. *In: Eyzaguirre, P.; Iwanaga, M. eds. Proc. of a workshop on participatory plant breeding.* 26-29 Julio de 1995. The Netherlands, Wageningen. p. 57-65.