

# Mejoramiento de Frijol Rojo Pequeño en Honduras

Juan Carlos Rosas  
Mejorador Programa Frijol  
Depto. de Agronomía EAP, Zamorano  
Tegucigalpa, Honduras

## INTRODUCCION

El frijol es una de las fuentes principales de nutrientes para los pobladores de las zonas rurales y de los sectores urbanos más pobres de Honduras. Según la Dirección General de Estadística y Censos, en el período de 1981 -92, se cosecharon 74,998 ha, con una producción de 42,784 TM. Por otro lado, el Censo Agropecuario Nacional de 1993 indica que el frijol es un cultivo que genera ingresos para más de 109,000 productores de frijol y sus familias (Martel, 1995). El consumo anual per capita promedio de frijol del período 1980-92 ha sido estimado en 9.7 kg (SRN, 1993). A pesar de los esfuerzos en desarrollar tecnologías que incrementan la productividad, los rendimientos promedios de frijol en Honduras son todavía relativamente bajos (570 kg/ha), y extremadamente variables de año a año (un coeficiente de variación de 23% en 11 años). Sin embargo, en la actualidad existen productores individuales y empresas agrícolas que alcanzan niveles de producción de frijol superiores a los 2,000 kg/ha utilizando variedades mejoradas y manejo eficiente del cultivo.

Los bajos promedios de rendimiento son debidos a que la mayoría de los productores de frijol son pequeños agricultores cuyas fincas menores de dos hectáreas se encuentran usualmente ubicadas en áreas de suelos marginales y de laderas y utilizan tecnologías de bajos insumos. La gran mayoría de estos agricultores todavía continúan utilizando variedades criollas, o algunas selecciones de variedades criollas liberadas hace más de 25 años, que son altamente susceptibles a los factores bióticos y abióticos predominantes, debido

en gran parte a la falta de acceso a variedades mejoradas y semilla de calidad. Estos pequeños agricultores son tradicionalmente considerados productores de autoconsumo debido a los bajos volúmenes de comercialización de granos que efectúan individualmente.

Los factores limitantes de la producción de frijol se encuentran agrupados en aquellos ocasionados por plagas y enfermedades y los causados por estreses abióticos relacionados con la baja fertilidad de los suelos y la disponibilidad limitada de agua ocasionada por períodos de escasez de lluvias. De acuerdo a la importancia de factores limitantes específicos en ciertos períodos, el mejoramiento de frijol rojo para Honduras y la región donde se cultiva este tipo de grano rojo, fue orientado principalmente al desarrollo de variedades resistentes a las enfermedades predominantes, primero a mosaico común y después a mosaico dorado.

Posteriormente, se incorporó el énfasis a la resistencia a plagas, principalmente al picudo de la vaina. Recientemente, se ha empezado a dar un mayor énfasis, además de mosaico dorado y picudo de la vaina, a la resistencia a bacteriosis y al desarrollo de variedades que toleren condiciones de estrés a baja fertilidad, sequía y altas temperaturas. En este documento se intenta describir algunos detalles sobre el mejoramiento de frijol rojo mesoamericano en Honduras auspiciado por Profrijol, revisando las actividades previas (hasta 1995) a la fase actual (1996-99), y dando mayores detalles de las actividades que se conducen en esta fase.

**MEJORAMIENTO  
DE FRIJOL ROJO EN HONDURAS  
FASES PREVIAS A 1995**

Hasta 1995 las actividades de mejoramiento de frijol rojo en Honduras auspiciadas por Profrijol, fueron ejecutadas por el Programa Nacional de Frijol (PNF), de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) de Honduras, y basado esencialmente en un esquema de evaluaciones de campo de material genético introducido desarrollado por el Programa de Frijol del CIAT, ya sea en su sede y campos experimentales en Colombia, como también en Guatemala y Costa Rica. Las vías principales de introducción de estos materiales mejorados a Honduras han sido el Vivero Regional de Adaptación y Rendimiento Centroamericano (VIDAC) y el Ensayo Centroamericano de Adaptación y Rendimiento (ECAR), ambos del sistema regional de viveros (SISTEVER) de Profrijol. Después de las evaluaciones de estos viveros regionales, se han venido manejando los viveros nacionales de adaptación y rendimiento (VAN y ENAR), los cuales esencialmente son una réplica de los viveros regionales, con la diferencia de que estos se conforman con las líneas que sobresalen en las evaluaciones de los viveros regionales conducidos en Honduras. Los viveros nacionales son obviamente más específicos en cuanto al valor agronómico de las líneas para las condiciones de producción de frijol en Honduras. Teniendo como base las selecciones efectuadas en estos viveros nacionales, el proceso se continúa con validaciones a nivel de finca mediante la conducción de ensayos de comprobación de variedades (COVA), conformados por las líneas de los viveros nacionales de mayor potencial (2-4 líneas), e incluyendo las variedades más utilizadas por los agricultores de la zonas productoras como testigos comerciales. Seguidamente, los candidatos seleccionados para su liberación varietal son evaluados en Pruebas de Agricultores, utilizándose 1 -2 candidatos a variedades en comparación con la variedad local, sembrados en parcelas grandes (>1,000 m<sup>2</sup>) bajo el manejo del agricultor y en un mayor número de localidades. Para las actividades de liberación se utilizan

parcelas comerciales y demostraciones en días de campo. El esquema generalizado de mejoramiento utilizado en Honduras hasta 1995 se presenta en la Figura 1.

A partir de 1986, Zamorano a través de su Programa de Investigaciones en Frijol, apoyado por el Bean/Cowpea CRSP con fondos de USAID, en colaboración con las Universidades de Puerto Rico y Nebraska, inicia su colaboración con el PNF y Profrijol incluyendo evaluaciones de viveros regionales y nacionales y viveros de fuentes de germoplasma resistente a factores bióticos y abióticos en Zamorano y localidades utilizadas por este programa, y el aporte de líneas de mejoramiento que son incluidas en los viveros regionales que se introducen a Honduras por Profrijol, o son directamente incorporadas a los viveros nacionales. Adicionalmente, Zamorano contribuye significativamente con semilla básica producida bajo riego en las fases de validación, liberación y producción artesanal de semilla (PAS) de Catrachita, Dorado y Don Silvio. Por otro lado, en 1994-95 organiza y distribuye viveros nacionales y ensayos de comprobación a través de Honduras con los que se genera parte de la información para la liberación de Dicta 113 y Dicta 122.

Este procedimiento de evaluación, selección, validación y pruebas de agricultores mencionado anteriormente (ver Fig. 1), ha permitido en los últimos 10 años la liberación en Honduras de las variedades Catrachita (1987), Dorado (1990), Don Silvio (1993), Dicta 113 y Dicta 122 (1997) por el PNF de Honduras con la asistencia técnica del CIAT y el apoyo financiero de Profrijol, así como el apoyo técnico y logístico del Programa de Investigaciones en Frijol (PIF) de Zamorano. Mayores detalles de las variedades liberadas en Honduras con el apoyo de Profrijol se indican en Cuadro 1.

Estos procedimientos de evaluaciones de viveros regionales, conversión a viveros nacionales, ensayos de comprobación y pruebas de agricultores, se mantiene como el esquema actual de esquema de mejoramiento utilizado por el PNF de Honduras, cuyo objetivo primordial es la

liberación de variedades mejoradas. Eventualmente, este proceso de introducir líneas mejoradas de frijol rojo para ser evaluadas bajo las condiciones de Honduras a través de los viveros de Profrijol, se vio ampliado hace unos años a evaluaciones de poblaciones segregantes desarrolladas por el CIAT, inicialmente a raíz del interés en seleccionar líneas rojas resistentes a picudo de la vaina (*Apion godmam*) y luego su recombinación con la resistencia al virus del mosaico dorado. Las condiciones favorables que se presentan en localidades específicas de Honduras (Valle de Comayagua para mosaico dorado y El Barro, El Paraíso para picudo de la vaina) fueron decisivas para iniciar las evaluaciones de estas poblaciones segregantes. A partir de 1993, se empezaron a evaluar en Honduras por el PNF poblaciones segregantes desarrolladas por el CIAT para resistencia a factores múltiples, como parte de las actividades de mejoramiento auspiciadas por Profrijol.

En la primera mitad de la década de los ochenta, el enfoque principal del mejoramiento de frijol rojo para Honduras, y la región en general, estuvo principalmente orientado hacia la introducción del gen dominante I para la resistencia al virus del mosaico común del frijol (VMCF), debido a la predominancia en el uso de variedades criollas susceptibles a este virus y el empleo continuo de semilla infectada producida en la finca de una época a otra. Hubieron intentos de liberación de líneas rojas resistentes al VMCF con buen potencial de rendimiento; la más notoria fue Acacias 4, sin buenos resultados en su adopción por los agricultores, aparentemente por características de grano inferiores (rojo opaco oscuro) según los estándares de los agricultores y consumidores. Como respuesta a estos inconvenientes, se pensó en la estrategia de introducir el gen I mediante retrocruzas a las variedades criollas más difundidas entre los agricultores de Honduras, entre ellas Desarrural y Chingo, con el objetivo de reemplazar las variedades criollas susceptibles al VMCF por versiones resistentes y con ello tratar de asegurar la adopción por los agricultores. Este esfuerzo no tuvo éxito, aparentemente por falta de mecanismos de difusión y porque poco después empezó a aparecer como

una amenaza seria el virus del mosaico dorado del frijol (VMDF), al cual estas variedades criollas y sus retrocruzas con gen I, son extremadamente susceptibles. Por esta época se libera la variedad Catrachita (1987), la cual logra ser adoptada en valles y laderas de algunas de las principales regiones productoras de Honduras. El mayor potencial de rendimiento, resistencia al VMCF y a la antracnosis, y un color aceptable de grano, son las características principales de su relativa adopción. La alta incidencia y diseminación del VMDF desde la postrera de 1988, ocasiona que la adopción de Catrachita se vea disminuida en los valles, y sólo se mantenga en las zonas más altas de laderas. Sin embargo, aún en estas zonas de menor incidencia del VMDF, la difusión de Catrachita se ha visto limitada por sus deficiencias culinarias relacionadas al ablandamiento excesivo y menor duración después de su cocimiento.

Para 1990, se logra liberar en Honduras la línea Dor364 resistente al VMDF como la variedad Dorado. Ante la necesidad de un material resistente al mosaico dorado, la variedad Dorado es adoptada con buenos resultados por los agricultores. La resistencia al VMDF y el excelente potencial de rendimiento de Dorado son las características que más favorece su rápida adopción en Honduras. El uso de la variedad Dorado se expande favorablemente en las zonas bajas e intermedias de Honduras, a pesar de que los agricultores reconocen la desventaja del color de grano rojo retinto, el cual es comúnmente penalizado con un menor precio en el mercado, principalmente por los intermediarios. Según los agricultores, la resistencia al VMDF y su excelente potencial de rendimiento compensan el menor valor comercial del grano en el mercado. Como es relativamente común en Honduras, aún en las regiones donde ha habido la mayor adopción de variedades resistentes al VMDF, los agricultores continúan sembrando pequeñas áreas de sus variedades criollas susceptibles, para el consumo familiar. Es indudable que en las zonas de mayor altura (>1,200 msnm), la adopción de variedades resistentes al VMDF ha sido y continua siendo menor, y es donde se encuentra mayor predominancia de variedades

criollas u otras mejoradas susceptibles al VMDF pero resistentes a otras enfermedades mas importantes en zonas altas, como la antracnosis.

En 1993 se produce la liberación de la línea DOR 482 como la variedad Don Silvio, por su mayor resistencia al VMDF, comprobada bajo alta presión a nivel experimental, y ligeramente mayor precocidad que Dorado. A pesar de estas ventajas sobre la variedad Dorado, y debido a que su grano rojo retinto es muy parecido a Dorado, Don Silvio no ofrece una ventaja comparativa sobre esta variedad y su adopción resulta inferior a la ya alcanzada por Dorado. Vale la pena aclarar que la alta presión del VMDF que permitió la selección de DOR 482, normalmente se presenta en menores proporciones a nivel de finca aún en las regiones mas afectadas. Hasta la fecha, Dorado es la variedad mejorada mas difundida en los valles, y tanto Dorado como Catrachita son utilizadas por los agricultores de laderas (Martel, 1995), y se encuentran relativamente bien difundidas en las región Centro-oriental donde se produce más del 30% del frijol de Honduras.

#### **MEJORAMIENTO DE FRIJOL ROJO EN LA FASE ACTUAL (1996-99) DE PROFRIJOL**

A partir de 1996, Honduras toma el liderazgo regional del mejoramiento de frijol rojo mesoamericano de la red de Profrijol, haciéndose cargo del desarrollo de líneas avanzadas mediante hibridaciones realizadas en Zamorano y evaluaciones de materiales segregantes en varias localidades de Honduras, así como de la preparación y distribución de líneas mejoradas a países participantes de la red de Profrijol a través de los viveros del SISTEVER de grano rojo. El desarrollo de líneas mejoradas a nivel regional, se fundamenta en la necesidad de mantener el flujo de nuevo material mejorado de frijol rojo mesoamericano, tradicionalmente abastecido por el CIAT, y asegurar así, ante la reducción de las acciones del CIAT en este aspecto, que la región asuma la responsabilidad de generar el gemoplasma mejorado que requiera en el futuro y garantizar la continuidad de los esfuerzos promovidos por el CIAT y Profrijol.

El crecimiento en facilidades y capacidad técnica de algunas instituciones a nivel regional, como es el caso específico del Programa de Frijol de Zamorano, fortalecido en base a las colaboraciones desarrolladas con el CIAT, Profrijol y universidades de los Estados Unidos, principalmente las de Puerto Rico, Nebraska, Wisconsin, Michigan y Minnesota, le permite a Honduras asumir el liderazgo del mejoramiento de frijol rojo mesoamericano de la red de Profrijol en su fase 1996- 99. Algunos detalles se describen a continuación.

Los participantes principales en el proyecto de mejoramiento de frijol de grano rojo mesoamericano en esta fase, incluye a Nicaragua, B Salvador y Honduras, como los beneficiarios directos en el sentido de que éste representa el principal tipo de grano comercial producido en estos países. Sin embargo, países como Costa Rica, Guatemala, Cuba y Haití, en los que el frijol rojo pequeño es también importante, participan recibiendo y evaluando viveros de adaptación y rendimiento distribuidos por Honduras a través del sistema SISTEVER. Otros participantes como Panamá, en donde se cultiva principalmente tipos andinos, han solicitado viveros para evaluarlos teniendo como objetivo la búsqueda de nuevas fuentes de resistencia. Es así como en 1997, se identificaron algunas líneas de los viveros regionales de grano rojo entre las de mejor resistencia a mustia en las evaluaciones efectuadas en Panamá.

El objetivo (resultado) de este proyecto de mejoramiento para la fase 1996-99 es: Se han desarrollado variedades y líneas de frijol mesoamericano de grano rojo con resistencia a mosaico común, mosaico dorado, bacteriosis común, más un factor adicional (Apion, mancha angular, baja fertilidad, sequía, altas temperaturas u otro). Los planes de actividades se revisan anualmente con los países participantes. Para 1997- 98, las actividades incluyeron: 1) cruza-mientos para desarrollar poblaciones segregantes a factores múltiples; 2) identificación de líneas mediante evaluaciones para factores múltiples en poblaciones segregantes, incluyendo las aportadas

por el CIAT (más de 2,000 familias evaluadas en varias localidades de Honduras); 3) organización y distribución de 30 ensayos regionales (VIDAC y ECAR) a ocho de los 11 países participantes de Profrijol; y 4) conducción de ensayos participativos y validación de variedades. Los cruzamientos múltiples son realizados en el Zamorano y las evaluaciones para la selección de líneas en varias localidades de Honduras, por el PNF y Zamorano.

Entre los progenitores usados en las cruzas múltiples para recombinar la resistencia a los factores principales, mosaico común, mosaico dorado y bacteriosis, y por lo menos un factor adicional, se incluyen fuentes de razas mesoamericanas y andinas; estas se indican en el Cuadro 2. La utilización de cruza múltiples como padres donantes en esta fase fue posible desde el primer año (1996-97), al disponerse de recombinaciones múltiples para la ampliación de la base genética de varios factores iniciados en Zamorano, como parte de las actividades del Bean/Cowpea CRSP llevadas a cabo con la colaboración de la Universidad de Puerto Rico y el CIAT.

La metodología utilizada en las fases de cruzamiento y selección es la de selección de gametos sugerida por Singh (1994). Las evaluaciones de las poblaciones segregantes por adaptación agronómica, valor comercial del grano, resistencia a bacteriosis, mancha angular y roya y tolerancia a sequía, se efectúan en Zamorano; las de mosaico dorado en Comayagua y las de picudo de la vaina en El Barro. El Paraíso (Cuadro 3). A partir de la postrera de 1997, las evaluaciones se han venido haciendo bajo condiciones de bajos insumos, es decir, no se han utilizado fertilizantes y fungicidas en el manejo de estos viveros. Sin embargo, es prudente indicar que para condiciones muy pobres de suelo, se debe asegurar un mínimo de fertilidad para poder evaluar resistencia a factores bióticos en plantas con un crecimiento y desarrollo mínimo aceptable.

Ante la falta de resistencia a mancha angular y a mustia hilachosa observada en los viveros regionales en 1997 y en años anteriores, para

1998-99 se ha decidido darle un mayor énfasis en las actividades de cruzamiento y desarrollo de líneas con resistencia a estos dos factores como caracteres adicionales. Las fuentes de germoplasma resistente a ser utilizadas en los planes de cruzamientos del presente año, será revisada próximamente o en la próxima reunión anual de Profrijol a llevarse a cabo en Abril de 1998 en Nicaragua. En el caso de mancha angular, se espera contar con suficiente información sobre la caracterización de los aislamientos del agente causal procedentes de Honduras y Nicaragua, para determinar y recomendar las fuentes más apropiadas. Para determinar fuentes de resistencia a mustia hilachosa, se utilizarán los resultados de las evaluaciones recientemente realizadas en Nicaragua y Panamá. Por otro lado, se espera que en 1998-99 podamos ampliar las evaluaciones de poblaciones segregantes, incluyendo aquellas con por lo menos un progenitor resistente a mustia, en Nicaragua. Las evaluaciones de mancha angular se ampliarán a otras localidades de Honduras, además de Zamorano.

Las evaluaciones de mosaico dorado en las poblaciones segregantes, se efectuarán adicionalmente en Cuyuta, Guatemala, para reforzar las que se realizan en Comayagua, Honduras, por dificultades presentadas en el manejo de viveros durante la postrera de 1997 debidas a una alta incidencia de mosaico severo, aparentemente limitada a la Estación Playitas donde se han venido efectuando las evaluaciones de mosaico dorado por el PNF de Honduras.

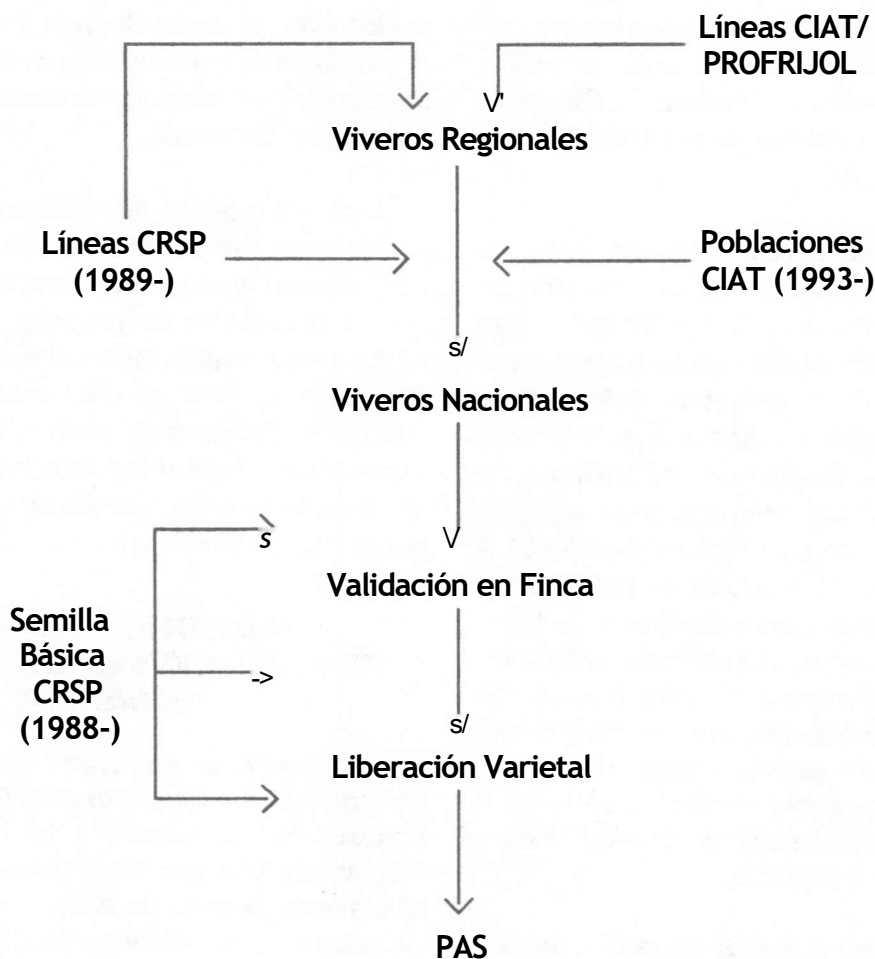
**PROPUESTA DEL BEAN/COWPEA  
CRSP PARA EL MEJORAMIENTO DE FRUOL NEGRO  
MESOAMERICANO**

El programa de Zamorano, como parte de sus actividades del Bean/Cowpea CRSP en colaboración con las universidades de Puerto Rico, Nebraska y Michigan, tiene la responsabilidad en el presente período de actividades (1997-2002) de desarrollar variedades y líneas de grano rojo y negro mesoamericano con resistencia múltiple a los factores limitantes identificados, como los

prioritarios para los países de la región Centroamericana, México y El Caribe donde estos dos tipos de grano son importantes. Desde hace unos años, el Bean/Cowpea CRSP ha venido colaborando con el CIAT en la ampliación de la base genética para la resistencia a múltiples factores. Este énfasis del Bean/Cowpea CRSP en el mejoramiento de frijol mesoamericano de grano rojo se ha visto recientemente ampliado al grano negro. En 1997, se ha iniciado la generación de poblaciones segregantes de grano negro resistentes a múltiples factores. En su base regional en Honduras, el Bean/Cowpea CRSP cuenta con los recursos para la generación y la evaluación para resistencia a varios factores. La generación

de líneas avanzadas y poblaciones segregantes se pueden realizar con la colaboración de los países participantes de la red de Profrijol interesados en el mejoramiento de este grano negro. Se espera que a partir del presente año el Bean/Cowpea CRSP pueda llegar a un acuerdo con la Red de Profrijol para asumir esta responsabilidad. La priorización de los caracteres a ser mejorados, las fuentes de germoplasma a ser utilizadas, y el método de selección deberán ser definidos por los mejoradores de Profrijol, CIAT y el Bean/Cowpea CRSP, como un seguimiento a los compromisos que se puedan derivar de este taller de mejoramiento de frijol negro mesoamericano.

Figura 1. Esquema de mejoramiento de frijol rojo empleado en Honduras en la fase (1980's-95).



Cuadro 1. Avances del mejoramiento de frijol rojo en Honduras (1980's-95).

Variedades	MC	MD	Apion	A/R	VC
Acacias 4 (1981)	+	-	-	+ -	-
Catrachita (1987)	+	-	-	+ _	+ _
Dorado (1990)	+	++	-	++	+ _
Don Silvio (1993)	+	++	-	++	+ _
Dicta 113 (1997)	+	+ -	+	+ -	+ -
Dicta 122(1997)	+	+ -	+	+ -	+ -

MC=mosaico común; MD=mosaico dorado; A/R=adaptación y rendimiento; VC=valor comercial del grano.

Cuadro 2. Progenitores empleados en el desarrollo de resistencia múltiple en frijol de grano rojo (1996-97)

M Dorado	A429, MD 30-75. Red Mex 36, K2, Pinto 114, GN31
Bacteriosis	Wilk2, XR16492, XAN273, G17340, G17341
Apion	APN 83. Negro 150
M Angular	AND1007, MAR1, RAB484, G5686
Mustia	Mus 132, Mus 138. HT1683-6 BAT450, MD23-24
Sequía	BAT477, V8025
Roya	BARC RR7, CNC
Antracnosis	ARA 14, K2
Calor	9021-14. 9356-26. MD 30-75. 9438-129
Comercial	MD 30-37, Yeguaré, Don Víctor, Dicta 105, 9177-214-1

Cuadro 3. Procedimiento seguido para la evaluación de poblaciones segregantes de grano rojo (1996-97).

Cruza-	Comercial x Donante múltiple (VC, MC, MD, BC+1)	96A	
F1-	Cosecha individual	96B	
F2-	Adaptación (Zamorano)	97X	
F3-A	Mosaico dorado (Comayagua)	97A	
B	Bacteriosis (Zamorano)		
F4-A	Picudo de vaina (El Barro)	97B	
B	Mancha angular (Zamorano)		
F5-A	Mozaico dorado (Comayagua)	97X	V:f ↓
B	Sequía (Zam), Mosaico dorado (Cuyuta)		
	Selecciones individuales (A y B)		
F6-	Adaptación y rendimiento (Zam)-Surco/pl	97A	
F7-	Bacteriosis y mancha angular (Zam), mustia (La Compañía), picudo (El Barro), mosaico dorado (Com.).	97B	

↓ Bajos insumas desde 97B.

y

### Referencias

1. Martel, P. 1995. Asocio-economic study of the Honduran bean subsector: Production characteristics, adoption of improved varieties, and policy implications. Tesis de Doctorado, Michigan State University, 209 p.
2. Secretaría de Recursos Naturales de Honduras. 1993. Compendio Estadístico Agropecuario, Unidad de Planificación Agrícola, SRN, Tegucigalpa, D.C.
3. Singh, S. P. 1994. Gamete selection for simultaneous improvement of multiple traits in common bean *Crop Sci.* 34:352-355.