

**PROPUESTA DE LIBERACIÓN DE LAS VARIEDADES DE FRIJOL DE
GRANO NEGRO “AZABACHE 40” Y “LENCA PRECOZ”**

Presentada ante la:

Comisión Nacional de Liberación de Variedades

**Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA)
Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG)
República de Honduras**

Presentada por:

**Juan Carlos Rosas, Ph.D.
Programa de Investigaciones en Frijol (PIF)/Escuela Agrícola Panamericana-
Zamorano**

**Danilo Escoto, Ing. Agr.
Programa Nacional de Frijol, DICTA/SAG**

**Narcizo Meza, Ph.D.
Programa de Investigación Agrícola, DICTA/SAG**

Tegucigalpa, Abril del 2016

PROPUESTA DE LIBERACIÓN DE LAS VARIEDADES DE FRIJOL DE GRANO NEGRO “AZABACHE 40” Y “LENCA PRECOZ”

I. INTRODUCCIÓN

El Programa de Investigaciones en Frijol (PIF) de Zamorano (Rosas 2011) en colaboración con el Programa Nacional de Frijol de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agrícola de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (DICTA/SAG), someten para su aprobación, ante el Comisión Nacional de Liberación de Variedades, las nuevas variedades de frijol de grano negro “Azabache 40” y “Lenca Precoz”. Estas dos variedades de frijol de grano negro, presentan un excelente potencial de rendimiento y adaptación a ambientes diversos de producción de frijol, alta resistencia a los virus del mosaico dorado amarillo del frijol (VMDAF), mosaico común del frijol (VMCF) y mosaico común necrótico (VMCNF) por lo que se le recomienda para las zonas bajas e intermedias de producción de frijol. “Azabache 40” y “Lenca Precoz” son las primeras variedades mejoradas de grano negro (raza Mesoamericana) liberadas hasta la actualidad en Honduras bajo el sistema formal. El proceso de generación, desarrollo y validación de estas nuevas variedades fue conducido durante el período de 2001-2015, por el PIF/Zamorano en colaboración con científicos de las Universidades de Puerto Rico y Nebraska, el USDA-ARS-Tropical Agriculture Research Station (TARS) de Puerto Rico, el Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) de la República Dominicana y el Sistema Nacional de Semillas (SNS) del Ministerio de Agricultura de Haití. Durante las fases de evaluación y validación en finca en Honduras se contó con la colaboración del DICTA/SAG. Estas dos nuevas variedades de frijol de grano negro fueron evaluadas en la región de Centro América y El Caribe, a través del Sistema de Viveros y Ensayos Regionales (SISTEVER) con la participación de los programas nacionales miembros de la Red de Frijol.

II. GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA

A. Origen de las variedades

1. Genealogía

La variedad de frijol de grano negro “**Azabache 40**” con resistencia múltiple a enfermedades adaptada al trópico húmedo fue desarrollada y liberada cooperativamente por científicos de la Universidad de Puerto Rico (UPR), Universidad de Nebraska-Lincoln (UNL), la Estación Experimental del USDA-ARS-TRAS de Puerto Rico, el Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la República Dominicana, la Escuela Agrícola Panamericana /Zamorano (EAP/Zamorano) y el Servicio Nacional de Semillas del Ministerio de Agricultura de Haití (Beaver et al. 2014).

“Azabache 40” se deriva de la cruce PR0003-124/Raven. La línea PR0003-124 es un frijol blanco derivado de la cruce DOR483/BelNeb RR-2//MUS 83/DOR 483 seleccionada en Puerto Rico, resistente a los virus del mosaico común (VMCF) y mosaico dorado amarillo (VMDAF) del frijol. “Raven” es una variedad de grano negro desarrollada y liberada por Michigan Agricultural Research Station que tiene porte erecto y posee el gen *bc3* de resistencia al virus del mosaico común necrótico del frijol (VMCNF) (Kelly et al. 1994). El objetivo de mejoramiento genético para la generación de esta variedad fue desarrollar

variedades de grano negro para Centro América y El Caribe que posean genes piramidados para la resistencia a los tres virus VMCF, VMDAF y VMCNF.

La genealogía de la variedad “Azabache 40”, es como sigue:

Azabache 40= PR0003-124/Raven

Durante las fases de selección en campos experimentales y de validación en fincas, la variedad “Azabache 40” fue manejada con la codificación de **XRAV40-4**.

La variedad de frijol de grano negro “**Lenca Precoz**” fue desarrollada en el 2001 a partir de la cruce cruce ICTA Ligero/Raven realizada en el 2001 por el Programa de Investigaciones en Frijol (PIF) en la EAP/Zamorano. ICTA Ligero es una variedad precoz de grano negro cultivada en Guatemala, resistente al VMDAF. “Raven” es una variedad de grano negro desarrollada y liberada por Michigan Agricultural Research Station que tiene porte erecto y posee el gen *bc3* de resistencia al virus del mosaico común necrótico (Kelly et al. 1994). El objetivo de mejoramiento genético para la generación de esta variedad fue desarrollar variedades de grano negro para Centro América y El Caribe que posean genes piramidados para la resistencia a los tres virus VMCF, VMDAF y VMCNF.

La genealogía de la variedad “Lenca Precoz”, es como sigue:

Lenca Precoz= ICTA Ligero/Raven

Durante las fases de selección en campos experimentales y de validación en fincas, la variedad “Lenca Precoz” fue manejada con la codificación de **MEN 2201-64 ML**.

2. Generación tecnológica de las variedades “Azabache 40” y “Lenca Precoz”

Métodos de cruzamiento y selección

La variedad “**Azabache 40**” fue generada mediante la cruce simple PR0003-124/Raven. El vivero F1 fue sembrado en la Estación Isabela de la UPR en Octubre del 2000. Plantas individuales con caracteres agronómicos deseables de grano negro fueron seleccionadas en el vivero F2. Las plantas F2:3 fueron evaluadas en el laboratorio de la UPR en Mayagüez, por la presencia del marcador SCAR SR2 ligado al gen *bgm1* de resistencia al VMDAF. Plantas de las líneas F3:4 de XRAV40-4 fueron evaluadas en invernadero en el 2002 en la UNL usando las cepas necróticas NL3 y NL8 y no presentaron síntomas de VMCNF. La presencia del marcador SCAR SW13 comprobó que esta línea combina los genes *I* y *bc3* de resistencia al VMCF y VMCNF. La generación F4:5 fue evaluada en la República Dominicana en un ensayo sembrado en San Juan de la Maguana en el 2002 siendo las plantas expuestas al VMDAF y a las cepas NL3 y NL8 presentes en este campo. Las plantas que no presentaron síntomas a estos dos virus fueron seleccionadas. En el 2003, en la EAP/Zamorano se utilizó selección por pedigrí para seleccionar plantas individuales de hileras de plantas F6. La semilla de la línea XRAV40-4 fue compuesta en la generación F7 (Beaver et al. 2014).

La variedad “**Lenca Precoz**” se deriva de la cruce simple ICTA Ligero/Raven realizada en el PIF/Zamorano en 2001. El proceso de selección empezó en la primera del 2003 con 500 plantas F2, de las cuales se seleccionaron 89 plantas individuales por mejor arquitectura y hábito de crecimiento indeterminado arbustivo tipos IIa y IIb, buen vigor vegetativo, madurez temprana a intermedia y buena carga reproductiva a la madurez fisiológica. En la postrera del 2003, se sembraron 30 plantas por cada familia F3, seleccionándose las mejores 29 familias por su buen valor agronómico incluyendo arquitectura erecta, madurez precoz a intermedia, resistencia al VMDAF y color, tamaño y forma de grano negro deseable. Se utilizó selección compuesta de las mejores 3-5 plantas de cada familia F3 seleccionada. En el verano del 2004, se evaluaron las familias F4, seleccionándose 16 familias con base en superioridad en valor agronómico, madurez precoz-intermedia y valor comercial del grano. En la siembra de primera del 2004, se evaluaron las familias F5, y se seleccionaron 13 familias por las mismas características anteriores cosechando las mejores 3-5 plantas en selección compuesta. Todo este proceso de selección a partir de la F2 hasta la F6 fue conducido en las facilidades del PIF/Zamorano. A partir del 2005, las líneas F6 derivadas de este proceso de selección, incluyendo a MEN 2201-64, pasaron a conformar el VIDAC Negro y posteriormente el ECAR Negro evaluados en la región de Centro América y El Caribe.

Teniendo en cuenta que uno de los padres de la línea MEN 2201-64 era la variedad Raven que posee el gen *bc3* que confiere resistencia a cepas necróticas del VMCNF, más de 100 plantas individuales de la línea MEN 2201-64 fueron evaluadas por su reacción a la cepa necrótica NL3 en condiciones controladas en invernadero en la UPR en el 2010. Semillas de plantas individuales resistentes que no presentaron los síntomas típicos de la reacción necrótica causadas por la cepa NL3, fueron cosechadas en compuesto y posteriormente multiplicadas en Zamorano. A partir de la selección por resistencia al VMCNF, la línea MEN 2201-64 empezó a ser identificada como la línea MEN2201-64 ML, la cual presenta resistencia a los tres virus VMCF, VMCNF y VMDAF.

III. VALIDACIÓN DE TECNOLOGÍA

El proceso de validación de las líneas XRAV40-4 y MEN 2201-64 de las que se derivaron las variedades “Azabache 40” y “Lenca Precoz”, respectivamente, se llevó a cabo a través del vivero Vivero Centroamericano de Adaptación y Rendimiento de Grano Negro (VIDAC Negro) y Ensayo Regional de Adaptación y Rendimiento de Grano Negro (ECAR Negro) del SISTEVER que se distribuyen a los países miembros de la Red de Frijol de CA/C. Adicionalmente, estas línea fueron validadas e nivel de la Red de Frijol bajo el Proyecto PRACCA de la Red SICTA/IICA auspiciado por COSUDE (2010-13), en el cual participaron el PIF/Zamorano y el DICTA/SAG de Honduras.

A. Ensayos regionales conducidos en Centro América y El Caribe

1. Ensayos regionales del SISTEVER de la Red de Frijol

Durante el período 2005-09, las líneas XRAV40-4 y MEN 2201-64 fueron evaluadas a través del VIDAC Negro, y durante el 2010-12 en el ECAR Negro del SISTEVER, en varios países de Centro América. Un resumen del comportamiento de estas líneas en el VIDAC Negro 2005-09 se presenta en el **Cuadro 1**.

Posteriormente las líneas XRAV40-4 y MEN 2201-64 fueron evaluadas a través de los ensayos regionales ECAR Negro en varias localidades de países de Centro América y El Caribe. El comportamiento de estas líneas y de los testigos de estos ensayos se presentan en el **Cuadro 2**.

Cuadro 1. Comportamiento promedio de las líneas XRAV40-4 y MEN 2201-64 y los testigos en localidades de Centro América. VIDAC Negro, 2005-09. ^z

Línea	RD (kg/ha)	DM	VA (1-9)	VC (1-9)	MD (1-9)	MA (1-9)	RY (1-9)	AN (1-9)
VIDAC Negro 2005								
MEN 2201-64	1603	I	5.3	4.0	2.5	5.0	3.0	
Testigo	1691	I	4.4	3.9	3.0	4.3	4.0	
Rango (n=54)	943-2026	I-T	3.8-6.8	3.0-6.2	1.5-5.5	3.3-6.0	2.3-6.5	
VIDAC Negro 2006								
XRAV40-4	2370		4.7	3.7		5.2		2.0
MEN 2201-64	2242		4.6	3.7		4.4		2.0
Testigo	2460		3.9	3.0		3.8		2.5
Rango (n=66)	1698-2794		3.3- 4.9	2.0-6.0		3.2-5.8		1.5-2.5
VIDAC Negro 2007								
XRAV40-4	1562		5.0	5.0		3.0		5.0
MEN 2201-64	1767		4.3	3.0		5.0		3.0
Testigo	1916		4.7	3.7		4.0		3.0
Rango (n=52)	1204-2566		3.0-6.3	2.7-6.3		2.0-7.0		1.0-8.0
VIDAC Negro 2008								
XRAV40-4	2849		5.2			3.5		
MEN 2201-64	2182		5.4			5.8		
Testigo	2776		4.0			3.4		
Rango (n=33)	1937-3756		3.2-6.2			3.0-7.2		
VIDAC Negro 2009								
XRAV40-4	1159	I	5.2			4.5		
MEN 2201-64	1198	P	5.0			4.8		
Testigo	1232	I	4.0			3.0		
Rango (n=39)	439-1548	P-T	4.0-7.2			3.0-8.3		

^z RD= Rendimiento (kg/ha); DM= Días a madurez fisiológica (P= Precoz, I= Intermedio, T= Tardío); VA= Valor agronómico (1= Excelente, 9= Muy pobre)), VC= valor comercial (1= Excelente, 9= Muy pobre); MD= Mosaico dorado amarillo, MA= mancha angular y RY= roya (1= Muy resistente, 9= Muy susceptible).

Cuadro 2. Comportamiento promedio de las líneas XRAV40-4 y MEN 2201-64 ML y los testigos en localidades de Centro América y Haití. ECAR Negro, 2010-12. ^z

Línea	RD (kg/ha)	DM	VA (1-9)	VC (1-9)	MD (1-9)	MA (1-9)	BC (1-9)	MH (1-9)
ECAR Negro 2010								
XRAV40-4	1750	I	3		3		3	
MEN 2201-64	1129	P	5		3		6	
DOR 390 (TU)	1462	T	4		5		5	
T. Local	1237	P	7		5		5	
Rango (n=16)	875-1784	P-T	3-7		3-6		1-7	
ECAR Negro 2011								
XRAV40-4	2494	I	5	No	1	4	5	4
MEN 2201-64	2086	P	5	No	1	6	6	6
DOR 390 (TU)	2799	T	5	No	6	6	6	4
T. Local	2587	P	6	No	1	6	5	4
Rango (n=16)	2035-2680	P-T	5-6	No-Nb	1-7	4-7	3-8	4-6
ECAR Negro 2012								
XRAV40-4	2369	I	4.5	4.3	2.0	2.3	3.5	
DOR 364 (TU)	2620	I	4.8	4.5	3.1	2.3	3.3	
T. Local	1838	P	5.0	4.2	2.0	2.6	5.0	
Rango (n=16)	1676-2636	I-P	4.2-5.7	3.5-5.2	2.0-4.0	2.3-3.0	2.7-5.0	

^z RD= Rendimiento (kg/ha); DM= Madurez fisiológica (P= Precoz, I= Intermedia y T= Tardía); VA= Valor agronómico (1= Excelente, 9= Muy pobre)), VC= valor comercial (No= Negro opaco, Nb= Negro brillante; 1= Excelente, 9= Muy Pobre); MD= Mosaico dorado amarillo, MA= mancha angular, BC= Bacteriosis común y MH= Mustia Hilachosa (1= Muy resistente, 9= Muy susceptible).

2. Ensayos regionales del Proyecto PRACCA

Durante el período del 2011-13, las líneas XRAV40-4 y MEN 2201-64 fueron evaluadas en varias épocas y localidades de Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Guatemala y El Salvador, como parte de las actividades del Proyecto “Variedades de frijol tolerantes al estrés abiótico de la baja fertilidad y la sequía y la sostenibilidad productiva y alimentaria de Centro América”, auspiciado por el Fondo BID-FONTAGRO-IICA-SICTA.

Durante el periodo de ejecución del Proyecto Regional de Adaptación del Frijol y Maíz al Cambio Climático (PRACCA) del 2011-13, se distribuyeron 44 juegos del Ensayo Regional de Líneas de Frijol Tolerantes a Sequía y Altas Temperaturas de Grano Negro (ERSAT Negro), para ser evaluados durante las siembras de primera, postrera y apante, a los investigadores de los Institutos Nacionales de Investigación Agrícola (INIA) de los países participantes en el proyecto, así como a otras instituciones colaboradoras del PIF/Zamorano con las que se conducen actividades de investigación y validación de tecnologías en Honduras. Estos ensayos estuvieron conformados con líneas y variedades élites de los programas de la Red de Frijol y del CIAT. A continuación se presentan los resultados de los ensayos que pudieron ser procesados y analizados.

En el **Cuadro 3** se presentan los resultados de rendimiento de grano de los ensayos ERSAT Negro conducidos en seis ambientes incluyendo dos épocas de siembra en Zamorano, uno en Veracruz, Costa Rica, uno en La Compañía, Carazo, Nicaragua y dos ensayos en la República Dominicana. El rendimiento de las líneas XRAV 40-4 y MEN 2201-64 ML no fueron significativamente diferentes entre ellas ni a las primeras líneas mostradas en el cuadro que representan el grupo superior en rendimiento. Sin embargo, estas dos líneas superan al resto en la resistencia al complejo de VMDAF, VMCF y VMCNF. El VMCNF está presente en El Caribe y ha sido reportado en Yucatán, México. En el futuro las condiciones de aumento de temperatura por el cambio climático en Centro América facilitarán la expresión del VMCNF por lo que estas variedades cobrarían mayor importancia.

Cuadro 3. Rendimiento de grano (kg/ha) de líneas de frijol del ERSAT Negro 2011 conducido en seis ambientes de Centro América y República Dominicana.

Línea	Zam-12X	Zam-11B	Veracruz-11B	Compañía-11B	IDIAF-11B	Arroyo Loro-12B	Promedio
SEQ 342-89	1601	1265	1543	3003	2295	2260	1995
SEN 52	1362	1116	1599	3065	1940	2555	1940
SEQ 341-55	1017	1594	1245	2892	2420	1954	1854
SEN 96	1621	1096	1466	2693	1879	2281	1839
MEN 2201-64ML	1597	1338	1436	2529	2112	1772	1797
XRAV40-4	1215	1446	1722	2884	1647	1828	1790
SEN 46	1475	1081	1863	2488	1905	1866	1780
SEN 48	1266	1162	1713	2417	1632	2376	1761
MDSX14801-43-34	1454	1497	2018	2539	1408	1589	1751
EAP 9712-13	1055	1569	1275	3037	1657	1410	1667
MHN 322-49	1305	1575	1750	2131	1549	1678	1665
SEQ 342-87	1164	1158	1393	3126	1428	1691	1660
MEN 322-9	1060	783	1676	2690	1748	1874	1639
Testigo Local	1751	1178	1491	2261	1347	1652	1613
MEN 2207-17	826	1138	1194	2473	1392	1455	1413
DPC 40	710	1055	866	2424	1797	1525	1396
Promedio (n=16)	1280	1239	1516	2666	1759	1860	1723
DMS	580*	339**	814 ^{ns}	689 ^{ns}	714 ^{ns}	424**	325*

^z Zamorano (Honduras), Veracruz (Costa Rica), La Compañía (Nicaragua), IDIAF y Arroyo Loro (R. Dominicana). *, **, ^{ns} Significativo al P<0.05, <0.01 y no significativo.

Cuadro 4. Rendimiento de grano (kg/ha) de líneas de frijol del ERSAT Negro 2012 conducido en seis ambientes de Centro América. ^z

Línea	Zamorano -12B	Jutiapa - 12B	Veracruz - 12B	Compañía -12A	San Andres -12A	San Andres - 12B	Promedio de seis ambientes
XRAV 40-4	1430	3484	1056	1267	1953	1547	1790
MEN 2207-17	1490	2622	604	1643	1840	1695	1649
Testigo Local	1569	3477	925	1627	1103	1140	1640
SEN 96	1175	3053	967	1713	2186	423	1586
MEN 2201-64 ML	1429	2630	1213	1453	1534	1099	1560
MEN 322-9 ML	1271	2466	1216	1357	2196	809	1553
MDSX 14801-43-34	1202	3110	1395	1146	1581	806	1540
SEQ 341-55	1865	2585	978	2009	916	685	1506
SEN 46	1628	2832	979	1448	1427	628	1490
SEN 52	1615	2417	1512	1267	982	457	1375
SEQ 342-89	1637	1741	1100	1296	1454	549	1296
EAP 9712-13	1529	2703	792	1276	955	407	1277
MEN 322-49	1555	2703	583	1106	1134	613	1185
SEQ 342-87	1377	1970	512	1751	1020	442	1179
DPC 40	1888	2135	472	982	813	371	1110
SEQ 342-39	1446	1348	570	770	1422	232	965
Promedio (n=16)	1507	2580	910	1382	1407	707	1416
DMS	286**	885*	429**	693 ^{ns}	726**	584**	419*

^z Zamorano (Honduras); Jutiapa (Guatemala); Veracruz (Costa Rica); La Compañía (Nicaragua); San Andrés (El Salvador). *, **, ^{ns} Significativo al P>0.05, 0.01 y no significativo.

C. Prueba de Agricultores

Cuadro 11. Rendimiento de grano (kg/ha) de las Pruebas de Agricultores de Líneas Tolerantes a Sequía y Baja Fertilidad (PASEBAF) conducidas en 42 localidades de Honduras. 2008-09.^z

Localidad	Altura (msnm)	Líneas del PASEBAF				Testigo local	Nombre testigo
		SX 14825-7-1	MDSX 14797-6-1	IBC 301-204	IBC 302-29		
Zamorano 08B, FM	800	2244	2078	2013	1948	974	Seda
Guaymaca, FM	820	353	2323	1136	1288	934	Rosado
Yocón, OL	692	682	682	884	934	631	Chingo
El Rosario, OL	769	624	681	833	934	783	Cuarenteño
Yocón, OL		1187	1384	1364	934	783	
Jacaleapa, EP	810	940	736	797	1104	873	
La Medina 1, Yocón, OL	774	1162	1061	808	758	960	DEORHO
La Medina 2, Yocón, OL	688	884	808	682	669	455	DEORHO
Jutiapa, Salamá, OL		960	1010	909	934	758	Amadeus 77
Boquín, Salamá, OL		960	1010	884	859	631	Amadeus 77
La Medina, Yocón, OL		1162	1000	909	707	1000	DEORHO
Potrerosillos, EP		962	1032	1257	952	1155	
San Fco. Valle, OC		1061	1288	1174	1023	1015	
San Fco. Valle, OC	821	1362	1108	1275	1643	998	Marciano
Minitas, Lauterique, LP	450	1329	1019	1418	1240	720	
Monte Galán, Sulaco, YO	1300	2341	1104	431	1769	1011	Estica
El Barro, Las Vegas, SB	1400	3506	3701	3182	3442	2662	Victoria
Tuliapita, Vallecillo, FM	625	1388	735	1134	964	1588	DEORHO
Gualaco, OL	732	1212	1086	909	707	1010	DEORHO
La Medina, Yocón, OL	672	1162	1061	808	758	1212	
El Corpus, CH		1688	1266	1298	1818	662	
Barranquía, CH		1038	1149	1214	1948	727	Chilito
San Diego, EP		1584	1701	1590	1603	1038	Paraisito
San Jerónimo, EP		1532	1934	1038	1818	1688	Paraisito
San Matías, EP		1558	1623	1298	1493	1233	Paraisito
Jacón 1, OL		948	1012	1155	1253	681	Chingo
Jacón 2, OL		1006	1168	1207	1227	779	Chingo
El Trapiche, EP		941	1077	973	1006	792	Marciano
El Higuero, EP		1006	954	694	1025	870	Amadeus 77
Pueblo Nuevo, Danlí, EP	1050	993	1376	746	824	714	Paraisito
El Labillal, Jacaleapa, EP		1285	1175	1058	1025	922	Marciano
La Buena Fé, Zacapa, SB	600	2386	2386	2045	2772	1364	Victoria
San Juan Linaca, EP	823	1103	2129	1493	1233	844	Rosita
Promedio (n= 42)		1293	1327	1164	1303	966	

^z FM= Francisco Morazán, OL= Olancho, CH= Choluteca, EP= El Paraíso, YO= Yoro, LP= La Paz, OC= Ocotepeque y SB= Santa Bárbara.

Pruebas de Agricultores de Paraisito Mejorado 1 y 2

Durante el periodo 2012-13, la línea IBC 302-29 fue evaluada en pruebas de agricultores junto con la línea IBC 301-204 (2012-13) y un testigo local. Debido a la presencia de VMDF en la línea IBC 301-204, esta fue retirada de estas pruebas en el 2014. En este periodo 2012-14, la línea IBC 301-204 fue evaluada con el nombre de Paraisito Mejorado 1, y la línea IBC 302-29 como **Paraisito Mejorado 2**. A pesar de ser retirada del proceso de validación con agricultores en Honduras, sin embargo, la línea IBC 301-204 fue liberada en el 2013 por el INTA de Nicaragua con el nombre varietal de INTA Centro Sur, demostrando su potencial en regiones con baja presión del VMDF.

Las diferencias del promedio de rendimiento de grano de Paraisito Mejorado 2 (PM2-Don Rey), de pruebas conducidas con agricultores en ocho ambientes de cuatro departamentos de Honduras, ubicados desde 450 a 1100 msnm, indican la superioridad de esta línea (1,766 kg/ha) sobre la variedad criolla Paraisito (1,382 kg/ha), que corresponde al 128% de incremento (**Cuadro 12**). La línea IBC 302-29, se ha estado promoviendo desde en 2013 hasta la actualidad, con el nombre varietal de “Paraisito Mejorado 2” (PM2- Don Rey).

Cuadro 12. Rendimiento de grano (kg/ha) de las Pruebas de Agricultores de Paraisitos Mejorados 1 (PM1) y 2 (PM2) conducidos en ocho localidades de Honduras. 2013-14.

Localidad ^z	Altitud (msnm)	Época	PM1 (IBC 301-204)	PM2 (IBC 302-29)	Paraisito criollo
Rio Abajo, Yoro, YO		12B	1658	1104	1504
El Rodeo, El Pinal, Gracias, LE	1100	13A	1845	2233	1456
Santa Ana, Jutiapa, EP		13B	1893	1818	1363
El Barro, Danli, EP	830	13A	1217	1818	1113
El Barro, Danlí, EP	840	14A		1691	1268
Chirinas, Danlí, EP	430	14A		1662	1363
Zamorano, Zorales 1, FM	800	14A		3246	1948
Zamorano, Lote 25, Zona II, FM	800	14A		1558	1038
Promedio (n= 8)				1766	1382

^zYO= Yoro, LE= Lempira, EP= El Paraíso y FM= Francisco Morazán. A partir de las Pruebas de Agricultores de Paraisitos Mejorados, la línea IBC 302-29 se ha venido promoviendo con el nombre varietal de “Paraisito Mejorado 2” (PM2- Don Rey).

Prueba de agricultores del proceso de fitomejoramiento participativo

Durante el período 2012-13, agricultores de CIAL (Comité de Investigación Agrícola Local) del municipio de Vallecillo, departamento de Francisco Morazán, evaluaron la línea IBC 302-29 que fue seleccionada después de un proceso de selección participativa de variedades, a partir de ensayos de líneas avanzadas de frijol facilitados por el PIF/Zamorano, como parte de las actividades de fitomejoramiento participativo, un proceso de mejoramiento de cultivos alimenticios con participación directa de agricultores- experimentadores en parcelas de sus comunidades (Rosas *et al.* 2003; FPMA 2014). Un resumen de los resultados del rendimiento de “Paraisito Mejorado 2” (PM2-Don Rey) y del testigo local se presenta en el **Cuadro 13**. Aunque las diferencias en el rendimiento promedio de localidades en dos años fueron relativamente bajas, 10% adicional sobre el testigo local; en algunas localidades como San José de la Mora, la variedad “Paraisito Mejorado 2” fue muy superior a Vaina Rosada. Por otro lado, otras ventajas de PM2- Don Rey son su mejor arquitectura,

resistencia a enfermedades y adaptación a suelos de baja fertilidad, condiciones en la que supera a la variedad local Vaina Rosada.

Cuadro 13. Rendimiento de grano (kg/ha) de Paraisito Mejorado 2 (PM2) y del testigo local Vaina Rosada de pruebas con agricultores de Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL) de Vallecillos, F. Morazán. 2012-13.

Localidad^z	Altitud (msnm)	Año	PM2-Don Rey	Testigo local
San José de la Mora	965	2012	1,412	919
Tuliapita	625	2012	1,079	1,030
Agua Blanca 1	611	2012	753	616
Agua Blanca 2	615	2012	778	887
Chirinos	690	2012	1,703	1,782
San Isidro	885	2012	998	839
Promedio 2012			1,145	1,046
San José de la Mora	965	2013	1,661	1,196
Chirinos	690	2013	2,198	2,170
Quebrada de Agua	750	2013	2,028	2,203
San Isidro	885	2013	1,950	1,564
Promedio 2013			1,959	1,783
Promedio 2012-13			1,552	1,415
Rendimiento PM2-Don Rey/Vaina Rosada				110%

Análisis de la calidad comercial y culinaria de las líneas tolerantes de frijol del PASEBAF

En el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano, se llevaron a cabo las pruebas culinarias y de valor comercial del grano de las líneas del ensayo PASEBAF. El análisis de color de grano se realizó mediante el método de Hunter L*a*b Colorflex, la textura del grano se estimó en el aparato Instron Series IX Version 8.12.00, y la viscosidad se determinó utilizando el viscosímetro de Brookfield DV II (**Cuadro 14**). Los resultados del análisis del color del grano de las líneas fueron similares al del testigo criollo Seda y mejor que Amadeus 77. El grano se considera cocido si requiere menos de 500 Newtons (N) para ser comprimido en el medidor de textura; según esto, las cuatro líneas mostraron una cocción óptima a los 60 min. La viscosidad mínima del caldo debe de ser 13.2 cP a los 60 min de cocción; según esta referencia, las líneas y el testigo Seda, producen un caldo con viscosidad óptima. En general, desde el punto de vista del color, textura y viscosidad del grano, las líneas evaluadas poseen una calidad similar a la variedad criolla Seda; lo cual posibilita la aceptación de estas líneas por comerciantes y consumidores, una vez liberadas como variedades comerciales.

Análisis de líneas tolerantes de frijol con marcadores moleculares

El análisis con marcadores SCAR de las líneas del ensayo PASEBAF se realizó en el Laboratorio de Biotecnología Aplicada de Zamorano, con el fin de complementar las evaluaciones de enfermedades realizadas en el campo, y para asegurar la presencia de los genes de resistencia a las enfermedades de importancia en la región. Según los resultados con los marcadores SCAR, las líneas promisorias

Cuadro 14. Resultados del análisis de color de grano, y textura y viscosidad del grano cocido de líneas promisorias de frijol tolerantes a sequía y baja fertilidad y dos variedades testigos del Ensayo PASEBAF. Zamorano, Honduras, 2008.^z

Línea	Color	Textura(N)	Viscosidad (cP)
MDSX 14797-6-1	1	325.67	13.37
SX 14825-7-1	2	180.67	15.23
IBC 301-204	1	274.33	13.33
PM2-Don Rey	1	184.00	13.70
Amadeus 77	2	298.67	12.70
Seda	1	249.33	13.67

^z Laboratorio de Análisis de Alimentos, Zamorano.

poseen los marcadores de los genes de resistencia a las enfermedades más importantes, como las causadas por los virus del mosaico común (gen *I*) y mosaico dorado amarillo (gen *bgm1* y QTL mayor) (Cuadro 15).

Adicionalmente, La línea IBC 302-29 posee los marcadores de genes de resistencia a la mancha angular (*Phg1* y *Phg2*), la roya (*Ur3*, *Ur7* y *Ur11*) y a la antracnosis (*Co-4*²). Teniendo en cuenta el comportamiento ante la incidencia y severidad de daños de enfermedades a nivel de campo y la presencia de marcadores moleculares tipo SCAR, se puede mencionar que en general, todas las líneas, incluyendo a IBC 302-29, calificaron como promisorias para fines de la validación varietal a través de las pruebas de agricultores.

Cuadro 15. Marcadores SCAR de resistencia a enfermedades presentes (+) en las líneas promisorias del ensayo PASEBAF. Zamorano, Honduras, 2008.^z

Marcador SCAR	Enfermedad (gen)	Línea promisoria de frijol			
		MDSX14797-6-1	SX14825-7-1	IBC301-204	PM2- Don Rey
SW13	MC (<i>I</i>)	+	+	+	+
SR2	MD (<i>bgm1</i>)	+	+	+	+
SW12	MD (<i>QTL</i>)	+	+	+	+
SU91	BC (<i>QTL</i>)	-	-	-	-
SAP6	BC (<i>QTL</i>)	+	+	+	-
SN02	MA (<i>Phg2</i>)	+	+	+	+
SH13	MA (<i>Phg1</i>)	+	+	+	+
SK14	RY (<i>Ur3</i>)	+	+	+	+
SA14	RY (<i>Ur4</i>)	-	-	-	-
SII9	RY (<i>Ur5</i>)	-	-	+	-
SBC6	RY (<i>Ur6</i>)	-	-	-	-
SAD12	RY (<i>Ur7</i>)	+	+	+	+
GT2	RY (<i>Ur11</i>)	+	+	+	+
SAB3	AN (<i>Co-5</i>)	-	-	-	-
SAS13	AN (<i>Co-4</i> ²)	+	+	+	+

^z MC= mosaico común; MD= Mosaico dorado amarillo; BC= Bacteriosis común; MA= Mancha angular; RY= roya y AN= antracnosis.

IV. ACEPTACIÓN DE LA VARIEDAD “Paraisito Mejorado 2” (PM2- Don Rey)

Los estudios de aceptación de la variedad “Paraisito Mejorado 2” (PM2- Don Rey), se llevaron a cabo mediante encuestas de las opiniones de los agricultores recabadas por técnicos de las instituciones colaboradoras, evaluaciones del valor comercial del grano a durante la cosecha y pos-cosecha en días de campo, y pruebas culinarias realizadas en fincas y en laboratorio. Por otro lado, se han podido constatar siembras comerciales en algunos municipios de los departamentos de El Paraíso, F. Morazán y Yoro. El **Cuadro 16** resume las opiniones de agricultores sobre una serie de criterios utilizados para valorar las cualidades agronómicas, comerciales y culinarias de la variedad de grano rojo claro “Paraisito Mejorado 2” (PM2- Don Rey).

Cuadro 16. Resumen de las opiniones de agricultores sobre las características morfológicas y agronómicas, el valor comercial y la calidad culinaria del grano y otras características sobresalientes de la variedad de frijol rojo claro “Paraisito Mejorado 2” (PM2- Don Rey).

Arquitectura de la planta

- Porte arbolito, semi-compacto.
- Guía corta a intermedia, bejuquea poco.
- Permite siembras más densas.
- Carga (vainas) concentrada en parte media a superior.

Floración y madurez

- Floración y madurez fisiológica uniforme.
- Se defolia rápido y parejo a la madurez.
- Madurez más temprana que otras variedades mejoradas.

Cosecha y almacenamiento

- Fácil de cosechar porque no hecha demasiado bejucos.
- No se desgrana al arrancarse y se aporrea fácilmente.
- El grano se decolora muy poco.
- Menor daño por gorgojos de almacén.

Resistencia a enfermedades y estrés ambiental

- Buena resistencia al mosaico dorado amarillo y al mosaico común.
- Resistencia intermedia a enfermedades foliares causadas por hongos.
- Tolerancia intermedia a la sequía y a suelos pobres.

Características del grano y del caldo

- Cocción rápida, similar a las variedades criollas
- Buen sabor, no se deshace y no forma liga.
- Cáscara suave.
- El caldo no espesa (ralo) y de buen color.

Valor comercial del grano

- Color rojo claro brillante, muy atractivo, tipo criollo Paraisito.
- Mayor peso del grano (buen tamaño).
- Precio similar a las variedades criollas.

^Z Información extraída de las encuestas realizadas a los agricultores participantes por técnicos de las instituciones colaboradoras.

V. DESCRIPCIÓN VARIETAL DE “Paraisito Mejorado 2” (PM2-Don Rey)

A. En estado de plántula

1. Días a emergencia: 6-8
2. Color predominante del hipocotíleo: verde con pigmentación café- rojiza.
3. Color predominante de los cotiledones: verde pigmentación café-rojiza.

B. Al momento de floración

Inflorescencia

1. Días a floración (anthesis): 36-40.
2. Duración de la floración: 14-18 días.
3. Color predominante de las alas: blanco.
4. Color predominante del estandarte: blanco.

Tallo

1. Hábito predominante del crecimiento del tallo: arbustivo indeterminado con guía corta a intermedia.
2. Longitud del tallo principal: 50-70 cm.
3. Número de nudos: 12-16.
4. Color predominante del tallo principal: verde.
5. Tipo predominante de ramificación: intermedia (semi-compacta).

Hojas

1. Dimensiones: largo 7-10 cm; ancho 6-9 cm.
2. Color predominante de la hoja: verde.

C. Inicio de llenado de vainas

1. Color predominante de la vaina inmadura: verde.

D. Al momento de madurez fisiológica

1. Días a madurez fisiológica: 66- 70.
2. Duración de la madurez fisiológica: 10-12.
3. Color predominante de las vainas: pigmentación rojiza a café- rojiza.
4. Distribución predominante de las vainas en las plantas: uniforme (de la parte media a superior).

E. Al momento de la cosecha

1. Días a la cosecha: 76-80.
2. Longitud de las vainas: 10 a 12 cm.
3. Color predominante de las vainas: crema a café claro.
4. Perfil predominante de la vaina: medianamente curvo.
5. Ápice de la vaina: puntiagudo, medianamente curvo.
6. Número de vainas por planta: 20-28.

Semilla

1. Número de semillas por vaina: 5-7.
2. Color predominante de la semilla: rojo claro.
3. Patrón predominante del color de la semilla: uniforme.
4. Aspecto predominante de la testa: brillante.
5. Presencia de color alrededor del hilo: rojo oscuro.
6. Forma predominante de la semilla: ovoide.
7. Peso de 100 semillas: 22-24 g.

F. Reacción a enfermedades y plagas

1. Resistente al virus del mosaico dorado amarillo (gen *bgm1* y *QTL* mayor).
2. Resistente a mosaico común (gen *I*).
3. Resistente a antracnosis (gen *Co-4²*) y roya (genes *Ur3*, *7* y *11*).
4. Resistencia intermedia a mancha angular (genes *Phg1* y *Phg2*)
5. Resistencia intermedia al picudo de la vaina y gorgojos del grano.
6. Tolerancia intermedia a sequía y baja fertilidad.

G. Características del grano

1. Excelente valor comercial (color rojo claro brillante, tipo criollo Paraisito).
2. Cocción rápida.
3. Sabor agradable.
4. Color y espesura del caldo deseable.
5. Buen peso (tamaño) del grano.

NOTA: La descripción varietal de “**Paraisito Mejorado 2**” (PM2- Don Rey) fue realizada bajo condiciones de campo en tres épocas de siembra en Zamorano, San Antonio de Oriente, departamento F. Morazán (800 msnm); y en la localidad de Quebrada Abajo, La Esperanza, Yorito, departamento de Yoro (1,410 msnm). Para la descripción varietal se utilizó la Guía ilustrada para la Descripción de las Características de Variedades de Frijol Común (Rosas *et al.* 2009).

VI. RECOMENDACIONES PARA MANEJO de “Paraisito Mejorado 2” (PM2- DON REY)

A. Semilla

- J Utilice semilla certificada producida por empresas autorizadas, o semilla comercial producida por agricultores reconocidos.
- J Compruebe la germinación de su semilla antes de usarla y compense la cantidad requerida para lograr la población deseada según su sistema de producción.

B. Densidad de siembra

- J Siembra en hileras: 45-60 cm entre hileras y 8-10 cm entre plantas (10-12 plantas/m lineal); en caso de usar camas, incluir 2-3 hileras/cama según el ancho de estas.

- J Siembra al cuadro: 30 x 30 cm (2 semillas/postura) ó 40 x 40 cm (3 semillas/postura).
- J Cantidad de semilla: 60-75 lb/mz.

C. Fertilización

- J General: 2 qq/mz (130 kg/ha) de 18-46-0 ó 12-24-12 a la siembra; y 0.5 qq/mz (65 kg/ha) de urea al aporque, aprox. 25-28 días después de la siembra (DDS).
- J La aplicación de Urea se puede obviar si se usa un inoculante fabricado con una cepa efectiva de *Rhizobium* aplicado a la siembra.
- J De preferencia siga las recomendaciones del análisis de suelo e historial de manejo del lote.
- J La aplicación adicional de fertilizantes foliares con micronutrientes incrementa el vigor vegetativo y reproductivo de la variedad.

D. Manejo de malezas

- J Eliminar las malezas mediante una buena preparación del terreno.
- J Realizar deshierbas manuales o con cultivadora a los 15-20 y 25-30 DDS.
- J Usar herbicidas pre-emergentes y post-emergentes recomendados.

E. Manejo de plagas

- J Mosaico dorado amarillo y mosaico común: bajo presencia normal de los vectores (mosca blanca y áfidos), esta variedad resistente no requiere control.
- J Bacteriosis: uso de semilla limpia; incorporación o eliminación de rastrojos; eliminación de plantas enfermas (raleo) y aplicación de bactericidas en los focos iniciales de infección.
- J Enfermedades causadas por hongos (antracnosis, mancha angular, mustia hilachosa y roya): uso de semilla limpia; incorporación o eliminación de rastrojos; raleo de plantas enfermas al inicio de la infección, seguido de dos aplicaciones con fungicidas recomendados.
- J Picudo de la vaina: en zonas donde se presentan ataques severos de esta plaga, realizar dos aplicaciones de insecticidas recomendados (al inicio y una semana después de la floración).
- J Gorgojos de almacén: almacene en silos o barriles herméticos después de secar bien el grano; se debe fumigar el grano si se va a almacenar por períodos largos. Para cantidades pequeñas, utilizar ceniza, cal, chile, hojas de nim u otro material casero.

VII. DISPONIBILIDAD DE SEMILLA

Las responsabilidades y derechos de uso de las diferentes categorías de semilla de la variedad “Paraisito Mejorado 2” (PM2- Don Rey), se indican a continuación:

- Semilla genética: PIF/Zamorano.
- Semilla básica (fundación): PIF/Zamorano y DICTA/SAG.
- Semilla registrada: EAP/Zamorano y DICTA/SAG
- Semilla certificada: EAP/Zamorano, DICTA/SAG, empresas y productores de semilla que cumplan con los requisitos oficiales.
- Semilla comercial: agricultores organizados que reciban asistencia técnica (en períodos de emergencia).

VIII. REFERENCIAS

Beaver, J.S., E. Prophete, J.C. Rosas, G. Godoy-Lutz, J.R. Steadman y T.G. Porch. 2014. Release of “XRAV 40-4” black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar. J. Agric. Univ. P.R. 98(1):83-87.

Rosas, J.C., M. Guachambala y R.A. Ramos. 2009. Guía ilustrada para la Descripción de las Características de Variedades de Frijol Común. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 22p.

Rosas, J.C. 2011. Contribuciones del Programa de Investigaciones en Frijol en Centro América y El Caribe. Ceiba 52(1):65-73.

IX. AGRADECIMIENTOS

Las actividades de generación, desarrollo y validación de la variedad de frijol “Paraisito Mejorado 2” (PM2- Don Rey), fueron realizadas gracias a los fondos proporcionados por los Programas Dry Grain Pulses CRSP y Feed the Future Innovation Lab for Collaborative Research on Grain Legumes (USAID Award No. EDH-A-00-07-00005); el Proyecto Red SICTA/IICA con el apoyo de la Corporación Suiza para el Desarrollo (COSUDE); el Proyecto PRACCA con el apoyo del Gobierno de Corea del Sur; y el Programa de Fitomejoramiento Participativo en Mesoamérica (FP-MA) financiado por el Fondo de Desarrollo de Noruega.

La colaboración de los investigadores del CIAT (Dr. S. Beebe), Universidad de Puerto Rico (Dr. J.S. Beaver), Pennsylvania State University (Dr. J. Lynch), y de los Programas Nacionales de Frijol del INTA/Nicaragua (Ing. A. Llano), CENTA/El Salvador (Ing. A. Clará) e INTA/Costa Rica (Ing. J.C. Hernández), por sus contribuciones en las actividades de evaluación y validación de la línea IBC 302-29, propuesta como la nueva variedad “Paraisito Mejorada 2” (PM2- Don Rey).