

ESTABILIDAD DE RENDIMIENTO DE LA LÍNEA DE FRIJOL NEGRO DOR-500 EN EL TRÓPICO HÚMEDO DE MÉXICO

Ernesto López S.¹, Jorge A. Acosta G.², Octavio Cano R.¹, Guillermo Fraire V.¹,
Javier Cumpian G.¹, Enrique Noe Becerra L.¹, Bernardo Villar S.³, Francisco J. Ugalde¹

RESUMEN

Estabilidad de rendimiento de la línea de frijol negro DOR-500 en el trópico húmedo de México. El presente estudio se llevó a cabo durante los años 1994 a 1997. Se evaluó la adaptación de la línea DOR-500 en ocho experimentos establecidos en el trópico húmedo de México, cinco en el Estado de Veracruz, dos en Chiapas y uno en Guerrero. La línea DOR-500 resultó sobresaliente por su rendimiento, amplia adaptación y estabilidad (1063 kg/ha, bi=1.0, S_{2di}=0). Además, DOR-500 se estableció en parcelas comerciales en diez localidades del Sureste de México (climas tropical), en éstas DOR-500 se comparó con testigos regionales y locales, y obtuvo un rendimiento medio de 1327 kg/ha. La línea DOR-500 fue tolerante a las enfermedades mosaico dorado, (BGMV) mancha angular (*Phaseoisariopsis griseola*) y roya (*Uromyces appendiculatus*). La línea Dor-500 está en trámite para su registro, como nueva variedad para las regiones productoras del trópico húmedo de México.

ABSTRACT

Yield stability of the black bean DOR-500 line in the humid tropic from Mexico. The present study was carried out during 1994 to 1997. Adaptation of the DOR-500 line was evaluated in eight experiments established in the humid tropic of Mexico, five in the state of Veracruz, two in Chiapas and one in Guerrero. The line DOR-500 was excellent according of its yield, wide adaptation and stability (1063/ kg/ha, bi=1.0, S_{2di}= 0). DOR-500 line was established in commercial plots in ten locations of the Mexican Southeast (tropical climate) comparing this line to the regional and local control treatments; it was obtained a yield of 1327 kg/ha. The DOR-500 line was tolerant to the bean golden mosaic virus (BGMV), Leaf spot (*Phaseoisariopsis griseola*), and rust (*Uromyces appendiculatus*). The Dor-500 line is being registered as a new variety for the production regions of Mexico.



INTRODUCCIÓN

Las variedades mejoradas de frijol se pueden obtener por los métodos de introducción, selección e hibridación. El método de introducción consiste en introducir a una localidad o región germoplasma que ha sido desarrollado en otras regiones (Miranda, 1996). La evaluación sistemática de materiales importados pueden dar los mismos beneficios que los logrados con los métodos de mejoramiento convencionales CIAT (1986). El programa de frijol de Veracruz, México, introdujo en 1980 la línea D-145, del Proyecto BGMV CIAT-ICTA, misma que resultó mas tolerante al BGMV que las variedades locales (Jamapa Y Negro Veracruz). D-145 fue liberada en 1982, como Negro Huasteco-81 (Yoshii Y Rodríguez *et al.*, (1982). Este mismo programa en los

90's generó las líneas E-46 y E-47, producto de la cruce D-149 X 1397, líneas introducidas de el proyecto arriba mencionado. En 1991 y 1992 se liberaron las variedades Negro Cotaxtla-91 y Negro INIFAP, derivadas de la línea E46 Y E47 respectivamente (López *et al.*, 1993 y López *et al.*, 1994). En ésta década se introdujo la línea DOR-390, la cual mostró mayor resistencia al BGMV, que las variedades antes liberadas en el Sureste de México. Además, mostró tolerancia a otras enfermedades (complejo virótico, BMMV, BCMV y BSMV, mancha angular, roya y antracnosis). La línea DOR-390 fue liberada en 1993, como Negro Tacaná (López *et al.*, 1994).

La introducción de poblaciones segregantes así como líneas del proyecto PROFRIJOL-CIAT-COSUDE, ha permitido que el programa regional de frijol del tró-

¹ Investigadores del Programa Frijol CECOT-CIRGOC-INIFAP. Apartado Postal No. 429 Veracruz, Ver. México.

² Líder Nacional del Programa Frijol CEVAMEX-CIR-CEN-INIFAP. Apartado Postal No. 10, Chapingo, Méx. México.

³ Investigador del Programa Frijol. CECOT-CIRPAS-INIFAP. Apdo. Postal No. 1. Ocozocuaula, Chis, México.

pico de México, identifique genotipos sobresalientes los cuales se pueden liberar como nuevas variedades o incluirse en los programas locales de hibridación.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la adaptación y rendimiento de la línea DOR-500, introducida a través del proyecto arriba mencionado, en el Trópico Húmedo de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Evaluación de rendimiento de la línea de frijol DOR-500

Durante el periodo 1994 a 1997, se condujeron ocho experimentos uniformes de rendimiento, bajo condiciones de humedad residual y temporal; cinco en el estado de Veracruz, dos en Chiapas y uno en Guerrero. Las principales características de los sitios de prueba se presentan en el Cuadro 1. En los ensayos se incluyó la línea DOR-500 y los testigos Negro Jamapa y Negro Tacaná, que son de las principales variedades recomendadas para la zona tropical húmeda de México. En todos los ensayos se utilizó un diseño de Bloques completos al Azar con tres repeticiones y parcelas de tres surcos de cinco milímetros de longitud.

El rendimiento de grano se calculo en kg/ha^{-1} al 14% de humedad. Los datos se sometieron a un análisis de varianza individual y después se realizó un análisis combinado de los ocho experimentos, para comparar las medias de tratamiento por la prueba Tukey a un nivel de significación del 0,05%. También se realizó un análisis de regresión con los ocho experimentos por el método de Eberhart y Russell (1966) para después hacer la calificación de variedades con base al coeficiente de regresión y las desviaron de la regresión (Carballeo y Márquez, 1970).

Evaluación de parcelas de validación

Se evaluó la línea DOR-500 en diez parcelas de validación en el Sureste de México durante el ciclo agrícola

de 1998-99, comparándose con variedades locales y líneas experimentales. La superficie por lote de prueba fue variable en cada sitio y el rendimiento se calculo en kg/ha en base al área total sembrada. Estas parcelas se establecieron en terrenos de agricultores cooperantes.

Evaluación a las enfermedades.

Durante la conducción del ensayo uniforme de 1994 a 1997, se calificó la reacción de DOR-500 a la incidencia del mosaico dorado y mancha angular en el centro y sur de Chiapas, según la escala 1-9, propuesta por el Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT), cuyos valores son: 1-2 = resistente, 3-4 = tolerantes, 5 y 6 = medianamente tolerantes, 7 y 8 = medianamente susceptibles y 9 = susceptible. También se calificó la reacción a roya, con una escala en 1-5 (tomada de CIAT, 1987), según la cual 1 = inmune; 2 = resistente; 3 = moderadamente resistente; 4 = moderadamente susceptible y 5 = susceptible.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de rendimiento

Los resultados de los experimentos individuales y en conjunto, de 16 variedades de frijol, evaluadas en ocho ambientes del trópico húmedo de México, se presentan en el Cuadro 2. En este se advierte que en la mayoría de los sitios existieron diferencias altamente significativas en los análisis individuales para variedades y en el conjunto, para variedades, localidades y variedad por localidad. Los genotipos que mostraron los mejores rendimientos en el análisis de conjunto fueron: II-307-CB-5E-OE-M-M, II68-F60C-29, 1713, 1467 Y DOR-500, que resultaron estadísticamente iguales entre sí y con las variedades comerciales Negro Cotaxtla-91 y Negro Tacaná, pero diferentes a Negro Jamapa. Las localidades en que se obtuvieron los mejores rendimientos fueron: Zitlala, Guerrero y Tihuatlan, Ver., y las que mostraron los rendimientos más bajos fueron: Ocozocoautla 95-96 y 97-98 debido a un severo ataque de mosaico dora-

Cuadro 1. Localización geográfica, temperatura y precipitación de las localidades donde se realizaron los ensayos.

Localidad	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Temperatura media anual (°C)	Precipitación (mm)
CEC-Veracruz-Centro	19°12'	96°81'	16	25.2	1668
CEPAP-Veracruz-Sur	18°06'	95°53'	25	25.0	1762
CEPAPAN-Veracruz-Norte	20°57'	97°24'	14	24.2	1351
CECCH-Chiapas-Centro	16°46'	93°22'	846	23.6	898
CEIGUA-Guerrero-Zitlala	17°19'	98°58'	1420	20.0	1200

Cuadro 2. Rendimiento expresado en kg/ha al 14% de humedad de 16 variedades de frijol del eur 1994-1997, sembrados en ocho ambientes del trópico húmedo de México.. México, 1997.

Línea Y/O Variedad									Guerrero Promen kg/ha	Rend. Tukey (0.05)	Prueba
	Veracruz				Chiapas						
	ISLA1	ISLA2	ISLA3	TIH4	CECOT5	OCOZO6	OCOZO7	ZITA8			
II-307-CB-5E-M	1091	1022	1130	1902	863	1000	733	2109	1231	a	
IIFGOC-29-M-M	824	1062	1041	1703	787	912	525	1880	1092	ab	
1713	1039	1003	927	1473	814	716	524	2052	1068	ab	
1467	956	1073	1120	1461	979	409	560	1971	1066	ab	
DOR-500	1223	1029	1175	1296	759	1280	554	1191	1063	ab	
1670	722	946	894	1181	626	1008	544	1924	980	bc	
SM-98	1005	909	1030	1592	804	663	535	1295	979	bc	
1671	1007	975	875	1466	509	678	561	1674	968	bc	
II-283-CB-5E-M-M	1091	873	1223	1566	1119	614	568	633	961	bc	
1684	763	906	953	1370	757	935	558	1300	943	bc	
1708	1020	934	1030	1295	644	855	680	1048	938	bc	
N-COTAXTLA-91	765	878	1022	1189	683	679	597	1657	933	bc	
N.TACANA	1109	1051	1194	713	1070	592	472	1135	917	bcd	
SM-52	885	585	1127	1173	916	528	527	1301	880	cd	
DOR-446	845	915	873	1393	738	907	565	752	873	cd	
JAMAPA	640	893	954	1087	827	256	584	749	749	d	
PROMEDIO	937	941	1035	1366	806	752	568	1417	978		
C.V.%	20.9	14.1	16.1	23.0	17.0	20.0	15.7	22.8	18.21		
ANDEVA	* *	**	N.S	*	**	**	**	**	**		
LOC									**		
LXT									**		

1,2 y 3 Campo Experimental Papaloapan, En Isla,Veracruz; 4 Tihuatlan, En Veracruz, 5=Campo Experimental Cotaxtla En Veracruz; 6 Y 7 = Ocozocoautla, En Chiapas; 8= Zitla, En Guerrero.

do y falta de humedad en las etapas reproductivas del cultivo, respectivamente (Cuadro 3).

Los rendimientos promedio de ocho ambientes, los valores de los parámetros B_i y S^2_{di} , y la calificación de cada uno de los genotipos con base en el esquema propuesto por Carballo y Márquez (1970), se presentan en el Cuadro 4. De los 16 genotipos evaluados para rendimiento en los ocho ambientes, 10 fueron estables ($B_i=1; S^2_{di}=0$); dentro de esta categoría se encontraron

las variedades Negro Cotaxtla-91 y Jamapa, además de ocho líneas experimentales, incluyendo a DOR-500. Adicionalmente, tres genotipos ($B_i=0 S^2_{di}>0$) mostraron buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistentes. Las líneas experimentales II-307-CB-5E-0E-M-M y II68 F60C-29 con ($b_i>1, S^2_{di}=0$) respondieron mejor en ambientes buenos y fueron consistentes. Por último la línea 1708, se adaptó mejor en ambientes desfavorables y fue consistente ($b_i<1, S^2_{di}=0$). Los resultados anteriores difieren con los reportados por López

Cuadro 3. Promedio de rendimiento de 16 líneas y variedades de frijol en ocho ambientes del trópico húmedo de México. 1994-1997.

Localidad	Ciclo Agrícola y año	Condición	Rend. kg/ha	Tukey (0,05)
Zitlala, Guerrero	PV-1997-1998	T	1417	A
Tihuatlán,Veracruz	OI-1994-1995	HR	1366	A
Isla,Veracruz	OI-1996-1997	HR	1035	B
Isla,Veracruz	OI-1995-1996	HR	941	B
Isla,Veracruz	OI-1994-1995	HR	937	B
Cecot,Veracruz	OI-1996-1997	HR	806	C
Ocozocoautla, Chiapas	OI-1995-1996	HR	752	C
Ocozocoautla,Chis.	OI-1997-1998	HR	568	D

OI = Otoño-Invierno PV = Primavera-Verano HR = Húmedo el residual T = Temporal

Cuadro 4. Rendimiento promedio y parámetros de estabilidad de 16 líneas y variedades de frijol en ocho ambientes del trópico húmedo de México 1994-1997-CECOT-CIRGOC-INIFAP.

Línea y/o Variedad	Rend. (kg/ha)	Coefficiente de (bi)Regresión	Desviación de Regresión S2 di	Calificación de acuerdo a Carballo y Marquez
II-307-CB-5E-OE-M-M-M	1231	1,63	- 6,994.95	d
II-68-FGOC-29-M-M	1092	1,53	-13,640.24	d
1713	1068	1,56	568.68	a
1467	1066	1,55	8,974.28	a
DOR-500	1063	0,60	16,973.73	a
1670	980	1,22	39,295.73	b
SM-98	979	1,1	-19,491.13	a
1671	968	1,35	-10,343.26	a
II-283-CB-5E-M-M-M	961	0,53	84,885.57	b
1684	943	0,87	-20,282.62	a
1708	938	0,61	-16,169.84	c
NC-91	933	1,12	-11,776.48	a
N.TACANA	917	0,42	42,332.92	b
SM-52	880	0,90	-3,238.12	a
DOR-446	873	0,48	11,764.23	a
JAMAPA	749	0,51	19,383.17	a
PROMEDIO		978		
C.V. %		18,21		
		ANDEVA		
		AMBIENTE	**	
		VARIEDAD	**	
		VXA	**	

a Estable

b Buena respuesta en todos los ambientes, inconsistente

c Responde mejor en ambiente desfavorable, consistente

d Responde mejor en buenos ambientes, consistente.

et al (1996), donde las líneas II-307-CB-5E-OE-M-M y II-68-FGOC-29, DOR-390 y Jamapa, mostraron diferente calificación a la de este trabajo, mientras los resultados reportada con las variedades comerciales Jamapa y Negro Cotaxtla-91 fueron similares.

Evaluación en parcelas comerciales de validación

La evaluación de la línea DOR-500 en diez parcelas de validación establecidas en Veracruz y Chiapas, mostró un rendimiento medio de 1327 kg/ha⁻¹ (Cuadro 5). Producción similar a la obtenida por la mejor línea del presente estudio II-307-CB-5E-M-M, con 1300 kg/ha y muy superior a los rendimientos de las variedades locales, las cuales mostraron susceptibilidad a las enfermedades roya y mancha angular.

Evaluación de enfermedades

La enfermedad del virus de mosaico dorado se evaluó en el centro de Chiapas (Ocozocoautla), en los

ciclos Otoño-Invierno 95-96 y 98-99, en este último ciclo se calificó también la reacción a la mancha angular. (Cuadro 6). En el Sur de Chiapas (Tuxtla Chico) se calificó el BGMV, en el ciclo Otoño-Invierno 92-93. La línea DOR-500 mostró tolerancia al BGMV y a la mancha angular en el centro y sur de Chiapas, mientras que Jamapa fue susceptible al BGMV, en el Sur de Chiapas. Confirmando lo reportado por Yoshii *et al* (1987); López *et al* (1996); López *et al*, (1993).

La reacción a la roya se calificó en el centro de Veracruz, en los ciclos Primavera-Verano 94-94 y 97-97 y en el norte de Veracruz, en el ciclo Primavera-Verano 93-93. Los resultados indicaron que DOR-500 y Negro Tacaná fueron resistentes, en cambio la variedad Jamapa resultó susceptible a la roya (Cuadro 7). Los resultados fueron similares a los reportados por López *et al* (1993) López *et al*, 1994 López *et al* (1993).

CONCLUSIONES

Se identificaron diez genotipos estables en rendimiento a través de las localidades de prueba.

Se observaron diferencias significativas en rendimiento entre genotipos a través de localidades y para la interacción localidad por genotipo.

Las localidades, de mayor potencial de rendimiento fueron: Zitlala en Guerrero y Tihuatlan, en Veracruz con un rendimiento media aproximada a 1400 kg/ha.

Los genotipos que mostraron los mayores rendimientos fueron: II 307-CB-5E-OE-M-M, II68 F60C-29, 1713, 1467 y DOR-500, con rendimientos hasta 1231 kg/ha. El menor rendimiento promedio se observó con el testigo Jamapa con 749 kg/ha.

Cuadro 5. Rendimiento promedio parcela de validación de las líneas dor-500 y ii-307, en el sureste de México. CIRGOC-INIFAP. 1997.

Localidad	Ciclo y año	Rendimiento kg/ha		
		Líneas		Variedades
		DOR-500	II-307	
Veracruz, Ver.	OI-1998-1999	1917	1597	762 CRIOLLO
Veracruz, Ver.	OI-1998-1999	1252	838	580 JAMAPA
Jamapa, Ver.	OI-1998-1999	1911	2105	1000 BOLITA
M.de Bravo, Ver.	OI-1997-1998	2000	1661	-----
M.de Bravo, Ver.	OI-1998-1999	996	864	600 JAMAPA
Ocozocoautla, Chis.	OI-1998-1999	760	673	762 N.INIFAP
Ixtacuaco, Ver.	OI-1998-1999	1353	1539	1171 MICHIGAN
Isla, Ver.	OI-1998-1999	1081	959	620 JAMAPA
San Andrés Tuxtla, Ver.	OI-1998-1999	1426	1756	600 C.REGIONAL
Isla, Ver.	OI-1998-1999	572	1010	931 N.TACANA
Total		1327	1300	

Cuadro 6. Reacción al virus del mosaico dorado y mancha angular en línea. DOR-500 de frijol en Chiapas en tres ciclos DE SIEMBRA ^{1/}. MÉXICO, 1997.

Variedad	Localidades			
	Tuxtla Chico ₂	Ocozocoautla ₃	Ocozocoautla ₄	Ocozocoautla ₄
	BgmV	BgmV	BgmV	M.Angular
DOR-500	2	1	3	3
JAMAPA	8	-	-	-
N.INIFAP	3	2	-	2
N.HUASTECO-81	5	-	5	-
N.TACANA	2	3	-	4
ICTA OSTUA	-	-	5	-

^{1/} Escala de calificación de BGMV y mancha angular: 1-2 = Resistente; 3-4 = tolerante; 5-6 = medianamente tolerante; 7-8 = medianamente susceptible, 9 = susceptible.

^{2/} Ciclo de siembra Otoño-Invierno de 1992-93.

^{3/} Ciclo de siembra Otoño-Invierno de 1995-96.

^{4/} Ciclo de siembra Otoño-Invierno de 1998-99.

Cuadro 7. Reacción a roya de las líneas dor-500 y variedades de frijol en el centro de Veracruz, México, 1997.

Localidades			
Variedad	Tihuatlan ¹	I.de la llave ²	CECOT ³
DOR-500	3,0	2,0	2,0
Negro Tacana	3,0	2,0	2,0
Negro Jamapa	5,0	5,0	3,5

Ciclos de Primavera-Verano: ^{1/} P-V 93-93

^{2/} P-V 94-94

^{3/} P-V 97-97

Escala de calicación de roya: 1 = inmune, 2 = resistente, 3 = moderadamente resistente, 4 = moderadamente susceptible 5 = susceptible.

LITERATURA CITADA

- CARBALLO, C.A.; MÁRQUEZ, S. 1970 Comparación de variedades de maíz del Bajío y la mesa central por un rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* 5: 129-146
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL 1986. Mejoramiento de frijol por introducción y selección: guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audio tutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Oswaldo Vogset, Marcelliano López G. Producción: Fernando Fernández O. Calí, Colombia 32 p. (serie 045B-08.03)
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1987 sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Art van Schoonhoven y Marcial A. Pastor Corrales (comps.) Calí, Colombia.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W. 1996. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 6:36-40
- LÓPEZ S.E., RODRÍGUEZ R.; BECERRA L.N.E.; CANO, R.O. 1993. Negro Cotaxtla-91, nueva variedad frijol para la zona tropical de Veracruz. *Agron. Mesoam.* 4: 81-85.
- LÓPEZ S.E.; BECERRA L.N.E.; ACOSTA, G.A.J.; VILLAR, S.B. 1993. Variedades de frijol tolerantes al virus del mosaico dorado para el trópico de México. *Agric.Téc.Méx.*, Vol 19 núm. 2 99-109.
- LÓPEZ, S.E.; VILLAR, S.B.; CANO, R.O. 1994. Rendimiento y adaptación del frijol al Negro E-44 en el Trópico Húmedo de México. *Rev.fitotec.Mex.* Vol.17:39-47.
- LÓPEZ, S.E.; BECERRA, L.N.E.; CANO, R.O.; ORTEGA, Z.A.D.; ACOSTA G.A.J 1996. Adaptación y calidad tecnológica de la variedad de frijol Negro Tacaná. *Agro. Mesoam.* 7(1):26-34.
- LÓPEZ, S.E.; CANO, R.O.; ACOSTA, G.A.; BECERRA, L.N.E.; CHAVEZ, C.F.; ORTEGA, D; VINAY, B.J. 1994. Negro Tacaná, nueva variedad de frijol para el trópico húmedo de México. Veracruz-México. SA-GAR-INFAP-CIRGOC-CECOT. 18 p. (Folleto técnico num. 10)
- MIRANDA, C.S. 1966. Mejoramiento del frijol en México. Folleto Misceláneo No.13. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México 19p.
- YOSHII, O.K.; RODRÍGUEZ, R.R.J.; NUÑEZ G.S.; ARRIZALES, M.N.; IBARRA, P.J.F.; PÉREZ, G.P. 1987. Rendimiento y adaptación de la línea D-145 tolerante al mosaico dorado del frijol en el Sureste de México. *Fitotecnia*, 9:57-63.
- YOSHII, O.K.; RODRÍGUEZ, R.J.R. 1982. Negro Huasteco-81. nueva variedad de frijol para el trópico húmedo de México-Veracruz México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones del Golfo-Centro. Campo Experimental Cotaxtla. (Folleto técnico no. 1). 10 p.