

Rubí: nueva variedad mejorada de frijol negro para las áreas tropicales de Veracruz y Chiapas

Francisco Javier Ibarra-Perez¹
Oscar Hugo Tosquy-Valle^{1§}
José Raúl Rodríguez-Rodríguez²
Bernardo Villar-Sánchez³
Ernesto López-Salinas¹
José Luís Anaya-López⁴

¹Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP. Carretera Veracruz-Córdoba km 34.5, Medellín de Bravo, Veracruz, México. CP. 91700. (ibarra.francisco@inifap.gob.mx; lopez.ernesto@inifap.gob.mx). ²Campo Experimental Ixtacuaco-INIFAP. Carretera Martínez de la Torre-Tlapacoyan km 4.5, Martínez de la Torre, Veracruz, México. CP. 93600. (rodriguez.jose@inifap.gob.mx). ³Campo Experimental Centro de Chiapas-INIFAP. Carretera Ocozocoautla-Cintalapa km 3.0, Ocozocoautla, Chiapas, México. CP. 29140. (villar.bernardo@inifap.gob.mx). ⁴Campo Experimental Bajío-INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende km 6.5, Celaya, Guanajuato, México. CP. 38000. (anaya.jose@inifap.gob.mx).

§Autor para correspondencia: tosqy.oscar@inifap.gob.mx.

Resumen

En Veracruz y Chiapas, México, el cultivo de frijol es afectado por la incidencia de enfermedades virales, la ocurrencia de sequía terminal en las siembras de humedad residual y los suelos ácidos de baja fertilidad. Para contribuir a solucionar esta problemática se desarrolló la variedad de frijol 'Rubí'. En 2015, la línea Jamapa Plus/XRAV-187-3-1-8, que dio origen a la variedad Rubí, junto con otras 49 líneas y 20 variedades de frijol negro, se tamizaron mediante inoculación artificial y el uso de marcadores moleculares, para determinar su resistencia al virus del mosaico común del frijol (BCMV), virus del mosaico necrótico común (BCMNV) y virus del mosaico amarillo dorado del frijol (BGYMV), en dicho estudio Rubí mostró resistencia al BCMV y baja incidencia de BGYMV. Durante 2015 y 2016, Rubí, se evaluó junto con dos testigos regionales en un vivero de adaptación en seis ambientes de Veracruz y Chiapas, para determinar su respuesta productiva, bajo condiciones de temporal, humedad residual, riego y sequía terminal. En cuatro de los seis ambientes, Rubí fue superior en rendimiento a los dos testigos regionales, con un promedio de 10.3 y 18.1% superior al obtenido por Negro Comapa y Negro Grijalva, respectivamente. Durante 2016 y 2017, Rubí se evaluó en un ensayo uniforme de rendimiento en 10 ambientes de Veracruz y Chiapas. La nueva variedad obtuvo un rendimiento promedio sobresaliente y mostró mejor adaptación que Negro Comapa y Negro Grijalva. En 2019, el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) otorgó el registro en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, con número FRI-099-06119, para su uso comercial.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., adaptabilidad, cultivar, GxA, rendimiento.

Recibido: enero de 2022

Aceptado: febrero de 2022

En Veracruz y Chiapas, México casi la totalidad de las siembras de frijol se realizan con variedades de grano pequeño negro opaco, tipo tropical, ya que éstos tienen la mayor demanda comercial en el sureste mexicano. En esta región, ambas entidades sobresalen por su considerable superficie de siembra de frijol, la cual durante 2016 fue de 150 784 ha en total. Sin embargo, el rendimiento promedio es bajo ($<650 \text{ kg ha}^{-1}$) (SIAP, 2018), debido a que el cultivo es afectado por factores bióticos y abióticos, entre los que destacan: la incidencia de enfermedades como el mosaico amarillo dorado del frijol (BGYMV) y el mosaico común (BCMV) del frijol (López *et al.*, 2006; Tosquy *et al.*, 2012), la sequía terminal; que frecuentemente ocurre después de la floración del cultivo en condiciones de humedad residual, particularmente durante el ciclo otoño-invierno (Tosquy *et al.*, 2014; 2017).

El rendimiento también es bajo cuando se siembra el frijol en suelos ácidos deficientes en nutrientes, con pH inferiores a 5 y pobres en su contenido de materia orgánica ($<1.5\%$) (Zetina *et al.*, 2002; Villar *et al.*, 2003; Tosquy *et al.*, 2008; 2020). A fin de compensar esta problemática, durante 2018, el Programa de Frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), generó la variedad de frijol Rubí para las áreas tropicales y subtropicales del sureste de México, particularmente para los estados mexicanos de Veracruz y Chiapas.

Origen y proceso de obtención

La variedad Rubí se originó de la cruce simple Jamapa Plus/XRAV-187-3 realizada en 2007 en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) del INIFAP en Celaya, Guanajuato. La línea Jamapa Plus se utilizó como progenitor de amplia adaptación al trópico, con características favorables del grano para su aceptación comercial. En contraparte, la línea élite XRAV-187-3, se utilizó como fuente de resistencia a los virus BCMV, BCMNV y BGYMV, ya que tiene el marcador molecular SR2 ligado al gen *bgm-1* de resistencia al BGYMV, así como el marcador molecular SW13 ligado al gen I, que le confiere resistencia al BCMV (Beaver *et al.*, 2014).

El proceso de obtención de Rubí fue el siguiente: de 2009 a 2010 se realizó selección masal en F₂ y F₃ en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) y compuesto masal en F₄ y F₅ en el Campo Experimental Cotaxtla (CECOT), en Medellín de Bravo, Veracruz. En 2011 se realizaron selecciones individuales en el CECOT, para derivar líneas seleccionadas F₅₋₆ y compuesto masal en las siguientes generaciones (F₇ y F₈) en Rincón Grande, Orizaba, Veracruz. En 2013 se codificaron las líneas seleccionadas de la cruce Jamapa plus/XRAV-187-3. Durante 2015, la línea F_{6:10} Jamapa Plus/XRAV-187-3-1-8, que dio origen a la variedad Rubí (junto con otras 49 líneas y 20 variedades de frijol), se tamizaron mediante inoculación artificial y el uso de marcadores moleculares, para determinar su resistencia al BCMV, BCMNV y BGYMV, cuyos resultados fueron previamente reportados (Anaya *et al.*, 2018).

Rubí se evaluó en 16 ambientes de Veracruz y Chiapas; en seis de los cuales se evaluó como parte de un vivero de adaptación de 2015 a 2016 y en los otros 10, como parte de un ensayo uniforme de rendimiento durante 2016 y 2017. Los ambientes incluyeron las condiciones de temporal, humedad residual, suelo ácido, riego y sequía terminal. Finalmente, en 2019 se obtuvo el registro definitivo de Rubí en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del SNICS para su uso comercial.

Características agronómicas

Las plantas de la variedad Rubí son de crecimiento indeterminado, arbustivas y erectas tipo II, con guías medianas, hojas de color verde oscuro y una altura promedio del dosel de 42.5 cm (UPOV, 2012; SNICS, 2017). Sus flores son de color violeta, las vainas amarillas en la madurez fisiológica y su grano es negro, opaco, de forma circular a elíptica y tamaño pequeño, con peso promedio de 17.5 g por 100 semillas, clasificado como el tipo de grano comercial muy ligero (SNICS, 2017), que demanda el consumidor del sureste de México.

Rubí es de ciclo precoz; su floración ocurre en promedio a los 38 días después de la siembra, su madurez fisiológica a los 71 días; puede cosecharse a los 82 días después de la siembra (Ibarra *et al.*, 2018), lo que permite escapar de la sequía terminal y obtener granos al menos ocho días antes que la variedad Negro Jamapa y los frijoles criollos que comúnmente se siembran en la región (UPOV, 2012).

Una de las características más sobresalientes de esta variedad es su resistencia al mosaico común del frijol (BCMV) y su baja incidencia de mosaico amarillo dorado del frijol (BGYMV), debido a que posee los genes I y bgm-1 previamente determinados (Anaya *et al.*, 2018), en tanto que, la mayoría de las variedades criollas y la variedad Negro Jamapa, comúnmente utilizadas en Veracruz y Chiapas son susceptibles a estas enfermedades. Entre otras cualidades de Rubí destaca su amplia adaptación a las áreas tropicales y subtropicales de Veracruz y Chiapas, así como un mayor potencial de rendimiento que las variedades mencionadas.

Calidad comercial de grano

La variedad de frijol Rubí es de grano pequeño, de forma circular a elíptica en su sección longitudinal y de peso promedio de 17.5 g por 100 semillas, clasificado como muy ligero (UPOV, 2012), similar al de las variedades Negro Jamapa y Negro INIFAP, de gran aceptación comercial en el sureste de México. El grano de Rubí tiene un contenido de testa de 11.6%, lo cual se asocia con una buena digestibilidad de éste, así como una capacidad de absorción de agua de 94.7% (después de 18 h de remojo), por lo que se considera suave para su cocción (Guzmán *et al.*, 1995).

Evaluación de resistencia a virus

En 2015, Rubí, junto con otras 49 líneas recombinantes y 20 variedades de frijol negro opaco de acervo Mesoamericano se evaluaron en el Laboratorio de Biología Molecular del CEBAJ y de Sanidad Forestal y Agrícola del Campo Experimental Centro de Chiapas del INIFAP, para determinar su resistencia al BCMV, BCMNV y BGYMV, mediante inoculación artificial con las cepas BCMNV NL-3 y BGYMV-MX en condiciones de invernadero y el uso de marcadores moleculares asociados a los genes I, bc-3, bc1² y bgm-1, que confieren resistencia a estos virus.

Los resultados indicaron que todas las plantas de Rubí tuvieron el marcador SW-13 y desarrollaron lesiones necróticas al inocularse con la cepa BCMNV NL-3, lo que en conjunto confirmó la presencia del gen I y su resistencia al mosaico común (Pasev *et al.*, 2013), y aunque sólo 25% de las plantas tuvieron el marcador molecular SR2 asociado con el gen bgm-1, el 89% de las plantas agro-inoculadas con la cepa BGYMV-MX fueron asintomáticas, con lo cual se confirmó la resistencia de Rubí al BGYMV (Anaya *et al.*, 2018).

Evaluación de ‘Rubí’ en vivero de adaptación

Durante 2015 y 2016, Rubí se evaluó junto con otras 49 líneas y las variedades comerciales Negro Comapa y Negro Grijalva, a través de un vivero de adaptación que se condujo en seis ambientes de Veracruz y Chiapas, bajo condiciones de temporal, humedad residual, riego y sequía terminal. En el Cuadro 1 se muestra un resumen de resultados de rendimiento de las tres variedades referidas. En condiciones de temporal, Rubí obtuvo un rendimiento de grano similar a Negro Comapa y superior en 23.9% al rendimiento del frijol Negro Grijalva. Con humedad residual, Rubí obtuvo un rendimiento 9.2 y 17.9%, superior al de estas variedades, respectivamente.

Cuadro 1. Rendimiento de grano (kg ha⁻¹) de ‘Rubí’ en comparación a dos variedades comerciales, evaluadas en un vivero de adaptación en seis ambientes de Veracruz y Chiapas.

Localidad/estado	Ciclo/año	Condición de humedad	Rubí	Negro Comapa	Negro Grijalva
Orizaba, Veracruz	V 2015	Temporal	1 825	1 845	1 473
				IRT (%)	23.9
				-1.1	
Medellín, Veracruz	OI 2015-16	HR	1 900	1 862	1 690
CEIXTA, Tlapacoyan, Veracruz	OI 2015-16	HR	1 711	1 443	1372
			Promedio	1 652.5	1 531
				IRT (%)	17.9
				9.2	
Ocozocoautla, Chiapas	OI 2015-16	HR - sequia	500	297	118
Medellín, Veracruz	IP 2016	Sequia	822	408	489
			Promedio	352.5	303.5
				IRT (%)	117.8
				87.5	
Medellín, Veracruz	IP 2016	Riego	1 861	1 832	1 949
				IRT (%)	-4.5
				1.6	
			Promedio general	1 281.2	1 181.8
				IRT (%)	21.5
				12.1	
			DRT (kg ha ⁻¹)	155.3 ns	254.7*

OI= otoño-invierno; IP= primavera-verano; V= verano; HR= humedad residual; IRT= incremento de rendimiento de la variedad Rubí respecto a los testigos; DRT= diferencia de rendimiento de la variedad Rubí con respecto a los testigos; ns= diferencia no significativa entre las medias de rendimiento, según la prueba t Student (0.05). Diferencia significativa entre las medias de rendimiento, según la prueba t Student (0.05).

En presencia de sequía, durante la etapa reproductiva del cultivo, el rendimiento de Rubí también fue muy superior (87.5 y 117.8%), al de las variedades Negro Comapa y Negro Grijalva. En condiciones de riego, el rendimiento de Rubí fue similar al Negro Comapa y ligeramente inferior al Negro Grijalva. Con la prueba t Student (0.05), el rendimiento promedio general de Rubí fue estadísticamente similar a Negro Comapa y significativamente superior a Negro Grijalva.

Evaluación de ‘Rubí’ en ensayo uniforme de rendimiento

Durante 2016 y 2017, Rubí junto con otras 11 líneas previamente seleccionadas en los viveros de adaptación, se evaluaron en un ensayo uniforme de rendimiento, que incluyó las variedades mejoradas Negro Grijalva y Negro Comapa como testigos, en 10 ambientes de Veracruz y Chiapas. Rubí, junto con otras cinco líneas y los dos testigos, obtuvieron un rendimiento de grano promedio de los 10 ambientes significativamente sobresaliente y similares entre sí (Cuadro 2); sin embargo, en el análisis de estabilidad con el AMMI (Crossa *et al.*, 1990), Rubí mostró la menor interacción con el ambiente (muy superior a la mostrada por Negro Comapa y Negro Grijalva).

Cuadro 2. Rendimiento de grano (kg ha⁻¹) de genotipos de frijol negro evaluados en 10 ambientes de Veracruz y Chiapas, México. Ciclos de verano de 2016, otoño-invierno de 2016-17 e invierno-primavera de 2017.

Genotipo	Ambientes de prueba					Promedio
	A1	A2	A3	A4	A5	
Papaloapan/SEN 46-3-7	2 116 *	1 120	1 379	2097 *	1 367	
Papaloapan/SEN 46-6-6	1 403	1 004	1 449	1952 *	1 097	
Papaloapan/SEN 46-7-7	1 973 *	560	1 538	1 693	1 518	
Papaloapan/SEN 46-7-11	1 181	848	2357 *	1980 *	1713 *	
N Citlali/XRAV-187-3-1-6	1 905	1 007	2096 *	1 238	1580 *	
N Citlali/XRAV-187-3-1-8	1 655	1 068	2409 *	1 298	1742 *	
N Citlali/XRAV-187-3-14-6	1 748	1 068	1 872	1720 *	1 260	
N Citlali/XRAV-187-3-14-7	1 401	568	2420 *	1 438	1548 *	
N Citlali/XRAV-187-3-16-7	1 343	1335 *	1 378	1 368	1 368	
J P/XRAV-187-3-1-8 (Rubí)	1 615	1 231	2586 *	1 447	1 460	
Jam. Plus/XRAV-187-3-1-2	2276 *	1304 *	1 692	1 505	1660 *	
Jam. PlusX/RAV-187-3-4-4	1 144	1 071	2159 *	1 563	1887 *	
Negro Comapa	1 876	1484 *	2387 *	1 480	1 270	
Negro Grijalva	1 863	1324 *	2 038	1 469	1 450	
Promedio	1678 b	1071 c	1983 a	1589 b	1 494 b	
ANVA	**	**	**	*	**	
CV (%)	12.52	13.67	15.10	19.60	14.35	
DMS (0.05)	352.8	245.7	502.7	522.8	360	
	A6	A7	A8	A9	A10	Promedio
Papaloapan/SEN 46-3-7	598	482	1755 *	1 328	1 094	1333.5 abcde
Papaloapan/SEN 46-6-6	693	505	1645 *	1 146	729	1162.2 e
Papaloapan/SEN 46-7-7	653	394	1603	1 276	820	1202.8 de
Papaloapan/SEN 46-7-11	582	396	1609	1 203	594	1246.4 bcde
N Citlali/XRAV-187-3-1-6	633	455	1729 *	1 302	1 080	1302.6 abcde
N Citlali/XRAV-187-3-1-8	911 *	706 *	1876 *	1 250	859	1377.5 abcde
N Citlali/XRAV-187-3-14-6	627	442	1375	1 031	573	1171.6 e
N Citlali/XRAV-187-3-14-7	689	480	1538	1 297	838	1221.7 cde
N Citlali/XRAV-187-3-16-7	576	369	1473	1 318	922	1144.9 e
J P/XRAV-187-3-1-8 (Rubí)	603	481	1775 *	1974 *	1 203	1437.3 abcd

Genotipo	Ambientes de prueba					Promedio
	A6	A7	A8	A9	A10	
Jam. Plus/XRAV-187-3-1-2	715	475	1609	2271 *	1536 *	1504.3 a
Jam. PlusX/RAV-187-3-4-4	767	576	1759 *	1 703	963	1359.3 abcde
Negro Comapa	661	512	1444	1964 *	1385 *	1446.2 abc
Negro Grijalva	639	459	1724 *	2307 *	1437 *	1471 ab
Promedio	668 d	481 d	1637 b	1526 b	1 002 c	1312.9
ANVA	**	**	**	**	**	**
CV (%)	11.08	11.77	8.75	20.04	16.29	16.36
DMS (0.05)	124.2	94.9	240.3	513.4	274.1	238.7

T= tratamiento (genotipo); A1= Nuevo México, Villaflores, Chis, suelo ácido con aplicación de 2 t ha⁻¹ de dolomita para alcanzar un pH mayor a 5.6, V 2016, temporal; A2= Nuevo México, Villaflores, Chis, suelo ácido con pH de 4.3, V 2016, temporal; A3= Venustiano Carranza, Ocozocoautla, Chis. OI 2016-17, humedad residual; A4= Rincón Grande, Orizaba, Ver., OI 2016-17, humedad residual; A5= El Rubí, Medellín, Ver., OI 2016-17, humedad residual; A6= Rodríguez Clara, Ver., suelo ácido con aplicación de 2.5 t ha⁻¹ de dolomita para alcanzar un pH mayor a 6.1, OI 2016-17, humedad residual; A7= Rodríguez Clara, Ver., suelo ácido con pH de 4.6, OI 2016-17, humedad residual. A8= CEIXTA, Tlapacoyan, Ver., OI 2016-17, humedad residual; A9= El Rubí, Medellín, Ver., IP 2017, riego durante el ciclo del cultivo; A10= El Rubí, Medellín, Ver., IP 2017, suspensión de riego al inicio de la etapa reproductiva del cultivo (sequía terminal); * = genotipos estadísticamente superiores, según la diferencia mínima significativa (DMS, 0.05). Promedios de ambientes y genotipos con las mismas letras en la hilera y columna, respectivamente, son estadísticamente similares de acuerdo con la prueba de la DMS, 0.05.

Esto indica que Rubí tiene mayor estabilidad del rendimiento y mejor adaptación en los ambientes de prueba que las dos variedades testigo y la línea más rendidora (Jamapa Plus/XRAV-187-3-1-2) (Tosquy *et al.*, 2019). Esta última línea mostró adaptación específica, principalmente en los ambientes con estrés por acidez edáfica en el centro de Chiapas y por sequía terminal en el centro de Veracruz (Figura 1) (Tosquy *et al.*, 2019).

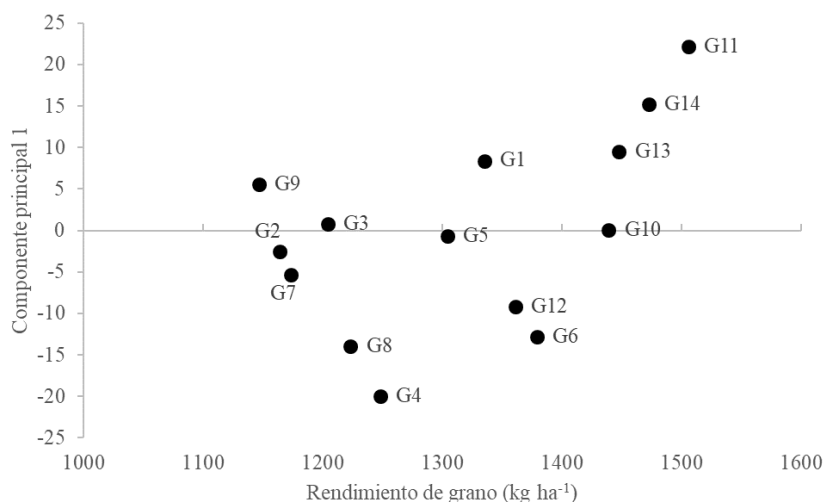


Figura 1. Efectos principales e interacción observada para el rendimiento de 14 genotipos de frijol negro. G1= Papaloapan/SEN 46-3-7; G2= Papaloapan/SEN 46-6-6; G3= Papaloapan/SEN 46-7-7; G4= Papaloapan/SEN 46-7-11; G5= N Citlali/XRAV-187-3-1-6; G6= N Citlali/XRAV-187-3-1-8; G7= N Citlali/XRAV-187-3-14-6; G8= N Citlali/XRAV-187-3-14-7; G9= N Citlali/XRAV-187-3-16-7; G10= Jamapa Plus/XRAV-187-3-1-8 (Rubí); G11= Jamapa Plus/XRAV-187-3-1-2; G12= Jamapa PlusX/RAV-187-3-4-4; G13= Negro Comapa; G14 = Negro Grijalva.

Condiciones agroecológicas y recomendaciones de uso

La variedad Rubí tiene adaptación en las áreas tropicales y subtropicales de los estados de Veracruz y Chiapas. Puede cultivarse en el ciclo de verano bajo condiciones de temporal y de otoño-invierno con humedad residual, en áreas con altitudes desde 0 hasta 1 200 m, precipitación pluvial de al menos 300 mm bien distribuidos durante el ciclo del cultivo y en suelos de diferentes texturas, preferentemente bien drenados y con pH de 5.5 a 7. También puede sembrarse en áreas que disponen de agua y equipo para riego, donde se asegure la disponibilidad de una lámina de agua de alrededor de 300 mm, distribuidos en seis o siete riegos, con un intervalo de entre 10 y 15 días cada uno durante el ciclo del cultivo, dependiendo de las condiciones de humedad en el suelo y la temperatura del ambiente (Ruiz *et al.*, 2013).

Disponibilidad de semilla

En el Campo Experimental Cotaxtla se dispone de semilla original de la variedad Rubí, para producir semilla básica y registrada, en caso de que asociaciones de productores o empresas semilleras deseen adquirirla, para producir la semilla certificada. El número de registro definitivo de este cultivar en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales establecido por el SNICS es: FRI-099-061119.

Conclusiones

Con la variedad de frijol negro Rubí se obtuvo un rendimiento promedio de los 10 ambientes significativamente sobresaliente y similar al de las variedades Negro Comapa y Negro Grijalva y al de la línea más productiva Jamapa Plus/XRAV-187-3-1-2. No obstante, Rubí demostró tener mayor estabilidad del rendimiento y adaptación más amplia que estos tres genotipos. Esta variedad es resistente al BCMV por tener incorporado el gen dominante I y muestra una baja incidencia de BGYMV en condiciones de campo. La variedad Rubí es de ciclo precoz y su grano negro opaco, de tamaño pequeño, reúne el tipo y las características del frijol que demandan los productores y consumidores de los estados de Veracruz y Chiapas, México.

Literatura citada

- Anaya, L. J. L.; Garrido, R. E. R.; Chiquito, A. E.; Tosquy, V. O. H.; Ibarra, P. F. J. y López, S. E. 2018. Identificación de líneas recombinantes de frijol negro opaco resistentes a BCMV, BCMNV y BGYMV mediante marcadores moleculares. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 9(3):601-614. <http://dx.doi.org/10.29312/remexca.v9i3.1219>.
- Beaver, J. S.; Prophete, E. H.; Rosas, J. C.; Godoy-Lutz, G.; Steadman, J. R. and Poch, T. G. 2014. Release of 'XRAV-40-4' black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico.* 98(1):83-87.
- Crossa, J.; Gauch, H. G. and Zobel, R. W. 1990. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. *Crop Sci.* 30(3):493-500. <http://doi.org/10.2135/cropsci1990.0011183X003000030003x>.
- Guzmán, M. H.; Jacinto, H. C. y Castellano, J. Z. 1995. Manual de métodos para determinar características de calidad en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). SARH. INIFAP. Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto., México. 80 p.

- Ibarra, P. F. J.; Tosquy, V. O. H.; López, S. E.; Rodríguez, R. J. R.; Villar, S. B.; Anaya, L. J. L. y Acosta, G. J. A. 2018. Variedad de frijol 'Rubí', generada por el INIFAP para las áreas tropicales y subtropicales de Veracruz y Chiapas. SAGARPA. INIFAP. Campo Experimental Cotaxtla. Medellín, Ver., México. Reporte técnico de la descripción de la variedad Rubí. 18 p.
- López, S. E.; Tosquy, V. O. H.; Villar, S. B.; Becerra, L. E. N.; Ugalde, A. F. J. y Cumpián, G. J. 2006. Adaptabilidad de genotipos de frijol resistentes a enfermedades y a suelos ácidos. Rev. Fitotec. Mex. 29(1):33-39.
- Pasev, G.; Kostova, D. and Sofkova, S. 2013. Identification of genes for resistance to Bean common mosaic virus and bean common mosaic necrosis virus in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) breeding lines using conventional and molecular methods. J. Phytopathol. 162(1):19-25.
- Ruíz, C. J. A.; Medina, G. G.; González, A. I. J.; Flores, L. H. E.; Ramírez, O. G.; Ortiz, T. C.; Byerly, M. K. F. y Martínez, P. R. A. 2013. Requerimientos agroecológicos de cultivos. INIFAP. CIRPAC. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. Libro técnico núm. 3. 564 p.
- SIAP. 2018. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Avances de siembras y cosechas. Resumen por estado. SIAP. Gobierno de México. <http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola.siap.gobmx/resumendelegacion.do>.
- SNICS. 2017. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Guía técnica para la descripción varietal. Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). 2ª (Ed.). SAGARPA. SNICS. Coyoacán, Cd. de México. 36 p.
- Tosquy, V. O. H.; López, S. E.; Zetina, L. R.; Ugalde, A. F. J.; Villar, S. B. y Cumpián, G. J. 2008. Selección de genotipos de frijol con adaptación a suelos ácidos. Terra Latinoam. 26(3):227-233.
- Tosquy, V. O. H.; López, S. E.; Esqueda, E. V. A.; Acosta, G. J. A.; Ugalde, A. F. J. y Villar, S. B. 2012. Rendimiento y reacción a enfermedades de genotipos de frijol en condiciones de temporal y humedad residual. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 3(4):727-737. <http://doi.org/10.29312/remexca.v3i4.1426>.
- Tosquy, V. O. H.; López, S. E.; Francisco, N. N.; Acosta, G. J. A. y Villar, S. B. 2014. Genotipos de frijol negro opaco resistentes a sequía terminal. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 5(7):1205-1217. <https://doi.org/10.29312/remexca.v5i7.866>.
- Tosquy, V. O. H.; López, S. E.; Zetina, L. R.; Villar, S. B. y Rodríguez, R. J. R. 2017. Producción de genotipos de frijol negro en condiciones de humedad residual y sequía terminal. Terra Latinoam. 35(1):29-39.
- Tosquy, V. O. H.; Villar, S. B.; Rodríguez, R. J. R.; Ibarra, P. F. J.; Zetina, L. R.; Meza, P. A. y Anaya, L. J. L. 2019. Adaptación de genotipos de frijol negro a diferentes ambientes de Veracruz y Chiapas. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 10(6):1301-1312. <http://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.1658>.
- Tosquy, V. O. H.; Zetina, L. R.; López, S. E.; Ibarra, P. F. J.; Villar, S. B. y Rodríguez, R. J. R. 2020. Comparación de genotipos de frijol negro opaco en suelos ácidos del sur de Veracruz. Terra Latinoam. 38(1):91-102. <http://doi.org/10.28940/terra.v38i1.411>.
- UPOV. 2012. Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad, para judía común, Alubia (*Phaseolus vulgaris*). Documento TG/12/9 Rev. Ginebra, Suiza. 46 p.

- Villar, S. B. y López, S. E. 2003. Negro grijalva. Nueva variedad de frijol para Chiapas y regiones similares. SAGARPA. INIFAP. Campo Experimental Centro de Chiapas. Ocozocoautla, Chis. México. Folleto técnico núm. 2. 22 p.
- Zetina, L. R.; Pastrana, A. L.; Romero, M. J. y Jiménez, Ch. J. A. 2002. Manejo de suelos ácidos para la región tropical húmeda de México. 1ª (Ed.). INIFAP. CIRGOC. Campos Experimentales del Papaloapan y Huimanguillo. México, DF. Libro técnico núm. 10. 170 p.