

Artículo original

## **Comparación de seis variedades de frijol en el rendimiento y sus componentes en Chaltura, Imbabura, Ecuador**

Carlos Moya<sup>1\*</sup>

María Elena Mesa<sup>2</sup>

María Vizcaino<sup>1</sup>

Mónica León<sup>1</sup>

Sandra Guevara<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Avenida 17 de julio # 5-21 y General José María Córdova, Ibarra, Imbabura

<sup>2</sup>Universidad de las Américas, Facultad de Formación General, Avenida Los Granados y Colime, Quito, Pichincha

\* Autor para correspondencia. [carlosmoya47@gmail.com](mailto:carlosmoya47@gmail.com)

### **RESUMEN**

El rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona norte del Ecuador es bajo, debido al uso de variedades poco adaptadas a las condiciones locales y la baja calidad de las semillas. El objetivo de este estudio fue evaluar seis variedades de frijol, colectadas en los Andes del norte de Ecuador y compararlas con la variedad Rosado Bolón utilizada por los agricultores locales. Se determinó el vigor de las plántulas, el color del grano, el color de la flor, la presencia de plagas, el peso de 100 granos, el porcentaje de humedad en granos, número de vainas y granos por planta, número de granos por vaina, número de hojas por planta y altura de las plantas. Se utilizó un diseño de parcelas simples distribuidas al azar, a doble surcos de cinco metros de longitud y 0,50 m entre surcos. Los resultados indicaron que en los caracteres de rendimiento y sus componentes principales se destacaron las variedades Toro Rojo, Rosado Bolón y Paragachi. Los caracteres que más correlacionaron con el rendimiento fueron el número de granos por vaina y el número de vainas por planta. Finalmente se observó una

baja presencia del virus del Mosaico común del frijol (Bean common mosaic virus-BCMV), mientras que el insecto que mayor presencia tuvo fue el Trips (*Caliothrips phaseoli* (Hood)).

**Palabras clave:** calidad de las semillas, pureza, plagas

Recibido: 10/09/2018

Aceptado: 01/05/2019

## INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa altamente consumida por la población ecuatoriana, incluido entre los 22 productos del agro más comercializado en el país, fundamentalmente por personas con escasos ingresos. Se caracteriza por ser un alimento muy nutritivo con un alto contenido en aminoácidos, carbohidratos y rico en calorías. Se consume en sopas y combinado con otros alimentos como harinas, arroz y tubérculos, su valor nutritivo es comparado con la carne roja <sup>(1)</sup>.

Existen en el país diversas variedades de esta leguminosa, la misma se caracteriza por tener un alto contenido en proteínas y aminoácidos, de 20 a 46 % en grano seco, además de carbohidratos, minerales y fibras, lo que determina su valor e importancia en la alimentación. Una gran parte de los productores posee fincas pequeñas de hasta 5 ha y utilizan semillas recicladas, lo que explica los bajos rendimientos y la baja rentabilidad de su cultivo <sup>(2)</sup>.

En el 2014, los rendimientos promedios a nivel mundial del frijol se ubicaron en 0.83 t ha<sup>-1</sup> mientras que en Estados Unidos, China, Myanmar, Tanzania y Brasil se reportaron niveles de productividad superior al promedio mundial; sin embargo, en países como México y la India resultaron inferiores, según <sup>(3)</sup>. En Ecuador se reportan rendimientos de frijol seco de entre 0,3 hasta 2,2 t ha<sup>-1</sup> según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Estadísticas Agropecuarias-ESAG, ESPAC en el 2017 <sup>(4)</sup>.

Otra característica importante de esta especie es que fija nitrógeno al suelo y se puede utilizar en rotación con otros cultivos más extractores de este nutriente. Se clasifican en varios grupos según su tipo de crecimiento: plantas de crecimiento determinado arbustivo (Tipo I), plantas de crecimiento indeterminado arbustivo (Tipo II) las cuales no terminan en una yema floral pero detienen su crecimiento entre los cuatro y cinco meses de sembrado y no requieren tutores, indeterminado postrado (Tipo III) que es más ramificado que el tipo II pero puede cultivarse sin tutores, solo con el uso de soportes de madera o alambre, y por último el

indeterminado trepador (Tipo IV), el cual sí requiere de tutores o soporte <sup>(5,6)</sup>. También se clasifican por el color del grano: negros, blancos, rojos, rosados, bayos, y por su forma: redondos, alargados <sup>(7)</sup>. Además se diferencian por la duración del ciclo vegetativo, clasificándose en ciclo largo, mediano y corto y por su comportamiento frente a plagas <sup>(8)</sup>. Teniendo en cuenta que en esta región de Los Andes, en el periodo de 3000 a 8000 años a. C. aparecieron las primeras sociedades humanas sedentarias, capaces de producir alimentos que comenzaron a adaptar a una gran variedad de plantas en diferentes zonas, así como la domesticación de especies vegetales y animales que contribuyó a "La Revolución Neolítica" que marcó un punto importante en la historia del hombre, pues la agricultura se convirtió en la base de la economía <sup>(9)</sup>. Otros autores señalan que las domesticaciones múltiples en tiempo y espacio han sido claves determinantes en la estructura de la diversidad genética presente en los cultivos actuales. Entre los ejemplos documentados de domesticaciones múltiples en distintas especies en el continente americano, se encuentra el frijol (*Phaseolus* sp.) <sup>(10)</sup>. Es por ello que los objetivos que se trazaron en esta investigación, además de evaluar el comportamiento agronómico, fue la búsqueda de variabilidad genética autóctona que facilite mejorar la adaptación al medio, la resistencia a patógenos y el rendimiento.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se inició con la colecta de 12 variedades locales de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) realizada en fincas de productores de las provincias de Carchi e Imbabura al norte de Ecuador, durante los meses de agosto y septiembre del año 2013, las cuales mostraban altos rendimientos y poca presencia de plagas, en condiciones de cultivo de bajos insumos. De ellas fueron seleccionadas las seis variedades de mejor comportamiento en los parámetros antes citados, para ser evaluadas en las condiciones de la Parroquia Chaltura, provincia de Imbabura, utilizándose la variedad Rosado Bolón como testigo por ser la más utilizada por los productores de la zona.

Participaron en la investigación los estudiantes de séptimo semestre de la asignatura Genética de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica del Norte (UTN) como parte del proyecto de investigación "Creación de un banco de germoplasma en la Estación Experimental La Pradera, Ibarra, Ecuador. La siembra de las seis variedades seleccionadas se realizó el 25 de

abril del año 2014, en la Granja “La pradera” de la UTN, parroquia Chaltura del municipio Antonio Ante, provincia de Imbabura. La zona de estudio presenta un clima ecuatorial mesotérmico seco con una temperatura media anual que oscila entre los 12 y 18 °C. El suelo es clasificado como: orden Inceptisol, se caracteriza por un alto contenido de materia orgánica, superior al 1,5 %, de textura franca arenosa y pH 7.0. El área tiene 5% de pendiente y una altitud de 1920 m s.n.m., con una pluviosidad media anual de 750 mm <sup>(11,12)</sup>.

Se utilizó un diseño de parcelas simples, a doble surcos de 5 m de longitud y 0,50 m entre surcos para un área de 12 m<sup>2</sup> y una densidad de siembra de 100 plantas por parcela. Se evaluó el porcentaje de emergencia de las plantas a los diez días de la siembra y se midió el peso de 100 granos en gramos, el porcentaje de humedad, el número de vainas y granos por planta, el número de granos por vaina y el número de hojas por planta, a los 120 días de la siembra y la altura de las plantas a los 30 días. Las atenciones culturales se realizaron según las instrucciones técnicas vigentes <sup>(13)</sup> excepto el control fitosanitario que solo se realizó durante los 30 días posteriores a la emergencia de la planta.

La cosecha se realizó el 29 de agosto del año 2014. Una vez realizada la cosecha manual, se procedió al pesaje de 100 granos y a la determinación del porcentaje de humedad en el Laboratorio de Análisis Físico, Químico y Microbiológico de la FICAYA, en la UTN en el 2014, para proceder al almacenamiento sin riesgo de afectación del porcentaje de germinación, prueba que se realizó posteriormente.

Para el análisis estadístico se sometieron los datos de cada variable a análisis de varianza (ADEVA) y dependiendo de la significación a la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 y al 1 %, se utilizó el paquete estadístico SPSS 20.0 <sup>(8)</sup>.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La emergencia de las plantas observadas fue superior al 85 % en todas las variedades. De acuerdo a la evaluación visual del vigor de las plantas, realizada a los 20 días de la siembra (Tabla 1), la variedad TOA fue la que presentó mejor comportamiento, sobresaliendo sobre el resto de las variedades evaluadas, sin embargo en el peso de 100 semillas sobresalió el testigo Rosado Bolón con 61,34 g, el porcentaje de humedad varió entre 9 y 12 %; en cuanto al color del grano hubo semejanza entre Toro Rojo y Rosado Bolón, con colores que variaron entre Rojo Moteado y Morado Moteado; Paragachi y TOA presentaron granos Rojo Jaspeado, mientras que los de Capulí, resultaron Rojo Pardo y los de Afro Andino de color

Negro, lo que se corresponde con el Catálogo de Variedades del INIAP (2010) <sup>(13)</sup>. Con relación al color de la flor, no se observaron diferencias notables, predominando el color rosado.

En el comportamiento frente a las enfermedades se destacaron las variedades Capulí, Rosado Bolón y Paragachi, en las cuales sólo se observó baja presencia del virus del Mosaico común (Bean common mosaic virus-BCMV) coincidiendo con los resultados descritos en el Catálogo de variedades de frijol del INIAP <sup>(13)</sup>.

**Tabla 1.** Caracterización morfo-agronómica de seis variedades de frijol colectadas en el segundo semestre del 2014

No.	Variedad	Vigor de plantas	Peso 100 granos (g)	% humedad	Color grano	Color de la flor
1	Toro Rojo	B	50,00	11,78	Rojo Moteado	Rosado
2	Rosado Bolón	B	61,34	10,21	Morado Moteado	Crema
3	Paragachi	B	58,68	10,41	Rojo Jaspeado	Rosado
4	TOA	MB	54,04	10,8	Rojo Jaspeado	Rosado
5	Capulí	B	56,03	9,63	Rojo Pardo	Rosada
6	Afro Andino (Matahambre)	B	17,19	8,99	Negro	Blanco Cremoso

Los resultados del ADEVA y la prueba de rangos Múltiples de Duncan evidenciaron que la variedad Toro Rojo resultó superior por sus rendimientos por área, a los obtenidos por el testigo Rosado Bolón y la variedad Paragachi, las cuales no mostraron diferencias significativas entre ellas (Tabla 2). Estos resultados superaron a los obtenidos en pruebas similares en el valle de Boyacá, Colombia, <sup>(14)</sup>.

Con relación al número de vainas por planta se observó en la Tabla II diferencias significativas, entre las variedades evaluadas, resultó superior la variedad Toro Rojo, superando al testigo Rosado Bolón y a la variedad Paragachi, resultados que coinciden con otros estudios realizados <sup>(15)</sup>.

En relación al comportamiento de las variedades en el componente número de granos por vaina, los resultados mostraron diferencias significativas entre ellas, según se observa en la prueba de Rangos múltiples de Duncan (Tabla 2), la variedad Toro Rojo fue la que alcanzó valores superiores, lo que se explica por ser una variedad adaptada a condiciones de cultivo

de bajos insumos. En otros trabajos reportados por el CIAT, se han observado comportamientos similares en variedades de orígenes Mesoamericano y Andino <sup>(15)</sup> y en relación a la variable número de granos por planta se observa en la propia (Tabla 2) la variedad Toro Rojo resultó la más destacada, superando ampliamente al resto de las variedades evaluadas.

**Tabla 2.** Comparación del rendimiento y sus principales componentes en los ensayos estudiados

No	Variedad	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	No. de vainas/plantas	No. Granos/vaina	No. de Granos/planta
1	Toro Rojo	2, 3 a	72,71 a	7,71 a	562,29 a
2	Rosado Bolón	1, 6 b	62,29 b	5,14 b	319,29 b
3	Paragachi	1, 4 b	54,57 b	5,29 b	286,00 b
4	TOA	0, 6 c	26,00 c	4,86 b	125,71 c
5	Capulí	0, 5 c	25,29 c	4,86 b	115,57 c
6	Afro Andino	0, 3 d	30,71 c	5,86 b	175,71 c
	X	1, 1	45,26	5,62	264,10
	CV (%)	23,35	18,05	15,92	23,00

Medias con letras iguales no difieren significativamente para Duncan  $p < 0,05$

Para determinar la relación entre el área foliar y el rendimiento se contabilizó el número de hojas por planta y se evaluó el comportamiento entre variedades y la correlación de este carácter con el rendimiento total. Los resultados permitieron observar diferencias altamente significativas entre las variedades (Tabla 3), sobresaliendo la Toro Rojo y TOA, en el caso de la variedad Toro Rojo se observó correspondencia con los resultados obtenidos en el carácter rendimiento por planta, lo que coincide con los resultados de Ríos, Viteri y Delgado (2014) en estudios realizados en Colombia <sup>(8)</sup>.

Una de las primeras características que se evaluó en el experimento fue la altura de las plantas a los 30 días de la siembra, con el objetivo de estudiar la posibilidad de utilizarla como criterio de selección en etapas tempranas del desarrollo de las mismas, las variedades más destacadas fueron TOA y Toro Rojo, las cuales no mostraron diferencias estadísticas con la Capulí y Paragachi, pero sí con la Afro Andino y el testigo Rosado Bolón, lo que permite recomendar el uso de este carácter como un indicador temprano de selección, pero solo para variedades arbustivas (Tabla 3).

**Tabla 3.** Comparación del rendimiento y dos de sus componentes secundarios en los ensayos estudiados

No.	Variedad	No. de hojas/planta	Altura de la planta (cm)
1	Toro Rojo	47,14 a	24,71 a
2	Rosado Bolón	32,43b	20,43 b
3	Paragachi	33,86 b	22,00 ab
4	TOA	43,57 a	25,00 a
5	Capulí	35,86 b	23,86 ab
6	Afro Andino	33,57 b	20,57 b
	X	37,74	22,76
	CV(%)	16,94	14,26

Medias con letras iguales no difieren significativamente para Duncan  $p < 0,05$

Los resultados del análisis de correlaciones entre los seis caracteres evaluados indicaron la existencia de asociaciones altamente significativas entre los caracteres: número de granos/planta y número de vainas/planta con el rendimiento/planta, lo que coincide con lo reportado por otros investigadores en variedades de Cowpea evaluadas en Colombia <sup>(16)</sup>. Además se observó correlación positiva y significativa entre los caracteres número de granos/vaina y rendimiento/planta, otras correlaciones importantes fueron las encontradas entre los caracteres número de vainas/planta y número de granos/vaina con el carácter número de granos/ planta.

El número y tamaño del grano son componentes del rendimiento, pues son características relativamente estables y muy poco afectadas por el ambiente, resultados similares fueron obtenidos en estudios de interacción genotipo-ambiente realizados en Cawpea <sup>(16)</sup>. Asimismo debe tenerse en cuenta el resultado de correlaciones negativas entre los caracteres Altura de la planta y Peso/planta (Tabla 5).

**Tabla 5.** Correlaciones Fenotípicas entre los seis caracteres evaluados en el experimento de frijol, en el primer semestre del 2015

Caracteres	Peso/planta	Granos/planta	Vainas/planta	Granos/vaina	Altura/ Planta (cm)
Peso/planta					
Granos/planta	0,95**				
Vainas/planta	0,91**	0,89**			
Granos/vaina	0,62*	0,76**	0,42**		
Altura/ Planta IM	-0,48**	-0,26ns	-0,35ns	0,31*	
No. hojas a los 30 días	0,23ns	0,27ns	0,11ns	0,23ns	0,15ns

Los insectos que mayor presencia tuvieron en la plantación fueron en orden de importancia: el Trips (*Caliothrips phaseoli* Hood, Lorito verde (*Empoasca kraemeri* Ross) y el Gusano picador (*Agrotis* sp y *Spodoptera* sp. Smith) aunque en ninguno de los casos los daños causados afectaron los rendimientos a escala considerable como puede verse en la Figura 1, lo que se corrobora con el Manual agrícola de frijol <sup>(13)</sup>.



**Figura 1.** Variedades Toro Rojo, que fue la más destacada en los caracteres relacionados con el rendimiento en granos y del testigo Rosado Bolón



## CONCLUSIONES

- Las variedades que presentaron mejor comportamiento frente al Virus del Mosaico común fueron Capulí, Bolón rosado y Paragachi. Se observó presencia de Trips pero sin afectaciones que permitieran comparar el comportamiento varietal.
- La variedad Toro Rojo sobresalió en el estudio por sus resultados en rendimiento y número de vainas/planta, además, en número de granos/planta y número de granos/vaina.
- En cuanto a las asociaciones más significativas, se observaron entre los caracteres: número de granos/planta, número de vainas/planta y número de granos/vaina con el rendimiento.
- De acuerdo a la evaluación visual del vigor de las plantas, la variedad TOA fue la que presentó mejor comportamiento, sobresaliendo sobre el resto de las variedades evaluadas y en peso de 100 semillas, sobresalió el testigo Rosado Bolón.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Fiallos FRG, Calderón ÁJA, Estrella RG, Ocampo ED, Mora FDS, Benavides ÓP. Enfermedades y componentes de rendimiento en dieciséis genotipos de fréjol en Quevedo, Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*. 2013;6(2):31–9.
2. Navarrete ET, Caiza DQ, Laiño AS, Bermeo MR, Osorio BG, Navarrete AT, et al. Caracterización de la producción de Frijol en la provincia de Cotopaxi Ecuador: caso Comuna Panyatug. *Revista Ciencia y Tecnología*. 2013;6(1):23–31.
3. Fideicomisos instituidos en relación con la agricultura (FIRA). Panorama agroalimentario. Frijol. México; 2016.
4. Estadísticas Agropecuarias-ESAG [Internet]. ESPAC; 2017 [cited 2019 Dec 11] p. 23. Available from: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
5. Ramírez Lòpez. Evaluación de rendimiento de grano y sus componentes en el cultivo del frijol *Phaseolus vulgaris* L.. bajo tres regímenes de riego. [México]: Universidad Autónoma “Antonio Narro”, Saltillo, Coahuila; 2015.
6. Castellanos-Hernández OA, Lepiz-Ildefonso R, Castellanos-Enríquez GE, Rodríguez-Sahagún A, Torres-Morán MI, Castellanos-Hernández OA, et al. Relaciones genéticas basadas en marcadores ISTR entre formas silvestres, cultivadas e intermedias de frijol de guía colectado en Jalisco, México. *Acta botánica mexicana*. 2017;(118):53–63. doi:10.21829/abm118.2017.1200

7. Acosta-Gallegos JA, Montero-Tavera V, Jiménez-Hernández Y, Anaya-López JL, Gonzalez-Chavira MM. “Dalia”, nueva variedad de frijol de grano tipo Flor de Junio para la región centro de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2014;5(2):331–6.
8. Ríos M. DK, Viteri R. SE, Delgado H. H. Agronomic evaluation of advanced common climbing bean *Phaseolus vulgaris* L. lines in Paipa, Boyaca. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 2014;31(1):42–54.
9. Hernández-López VM, Vargas-Vázquez M, Luisa P, Muruaga-Martínez JS, Hernández-Delgado S, Mayek-Pérez N. Origen, domesticación y diversificación del frijol común: Avances y perspectivas. *Revista fitotecnia mexicana*. 2013;36(2):95–104.
10. Villarreal DZ, García-Marín PC. El uso de las cenizas como posible precursor de la nixtamalización en el oeste de Mesoamérica. *Revista de Geografía Agrícola*. 2016;(57):7–18.
11. Moran D. Suelos del Ecuador. Mapa Morfo Edafológico del Ecuador. 2013. 13 p.
12. Ulloa MC. El suelo y la productividad agrícola en la sierra del Ecuador. In: XIV Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. 2014.
13. Peralta I, Murillo I, Mazón N, Pinzón Z, Villacrés E. Manual agrícola de frejol y otras leguminosas: Cultivos, variedades, costos de producción. 2013;70.
14. González J, Carrascosa M, Soriano JJ, García-Muñoz T, Toledo L, López P, et al. Investigación-Acción Participativa como herramienta de empoderamiento: El caso de la descripción participativa de variedades tradicionales en las redes de intercambio de semillas1. In: Comunicación presentada al IV Congreso Internacional de Etnobotánica ICEB, celebrado en Córdoba (España) del. 2014. p. 17–21.
15. Mayor-Duran VM, Raatz B, Blair MW. Desarrollo de líneas de frijol *Phaseolus vulgaris* L. tolerante a sequía a partir de cruces inter acervo con genotipos procedentes de diferentes orígenes (Mesoamericano y Andino). *Acta Agronómica*. 2016;65(4):431–8.
16. Lopes KV, Teodoro PE, Silva FA, Silva MT, Fernandes RL, Rodrigues TC, et al. Genetic parameters and path analysis in cowpea genotypes grown in the Cerrado/Pantanal ecotone. *Gene Conserve*. 2017;16(62):1–11.