

Nota técnica

“DIQUÍS”, VARIEDAD DE FRIJOL COMÚN ROJO BRILLANTE

Juan Carlos Hernández¹*, Néstor F. Chaves^{**}, Rodolfo Araya^{**}, Stephen Beebe^{***}

Palabras clave: Diquís; decoloración del grano; fitomejoramiento participativo; *Phaseolus vulgaris* L.; sequía terminal.

Keywords: Diquís; grain discoloration; participatory plant breeding; *Phaseolus vulgaris* L.; terminal drought.

Recibido: 09/06/17

Aceptado: 24/10/17

RESUMEN

El desarrollo de variedades con alta productividad y adaptadas a condiciones de pequeño productor, se ha realizado en Costa Rica desde 1995 a través de fitomejoramiento participativo y es una de las estrategias más económicas para enfrentar los problemas del cultivo. El objetivo del presente trabajo fue describir el proceso de desarrollo de la variedad Diquís de *Phaseolus vulgaris* y sus principales caracteres. La variedad Diquís fue liberada el 17 de julio del 2009 en El Águila, Pérez Zeledón, Costa Rica. Su nombre proviene del lenguaje Boruca, un grupo indígena de Costa Rica que estuvo asentado en el valle de Diquís o valle de Terraba-Sierpe, localizado en la costa del Pacífico Sur de Costa Rica. Este cultivar provino del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia, donde se originó en el 2001, derivada del cruzamiento SEA 15 / MD 23-24 // Tío Canela 75 / G 21212 y codificada como la línea SER 28. En Costa Rica se evaluó en 28 ensayos y 32 validaciones,

ABSTRACT

“Diquís”, shiny red common bean cultivar. Development of cultivars with high yield and adapted to the conditions of small farmers has been carried out in Costa Rica since 1995, through participatory plant breeding, and it's one of the most economical strategies for facing crop problems. The objective of this work was to describe the process of development of cultivar Diquís (*Phaseolus vulgaris*) and its main characteristics. The Diquís variety was released in July 17th 2009 in El Aguila, Perez Zeledón, Costa Rica. Its name came from Boruca language, a Costa Rica indigenous group settled in Diquís Valley or Terraba-Sierpe Valley located at South Pacific Coast in Costa Rica. It came from Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) in Colombia, and it was originated in 2001 from the cross of SEA 15/MD 23-24//Tío Canela 75/G 21212, and codified as line SER 28. Diquís was evaluated in 28 trials and 32 plots of validation in Costa Rica, from 2003 through 2008. Its potential

1 Autor para correspondencia. Correo electrónico: jchernandez@inta.go.cr

* Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, Costa Rica.

** Universidad de Costa Rica, Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM), Alajuela, Costa Rica.

*** Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.

durante el periodo 2003 al 2008. Su potencial de rendimiento fue de 1907 kg.ha⁻¹ en la fase experimental y de 1467 kg.ha⁻¹ en la fase de validación en campos de productores. La arquitectura de este cultivar es de tipo IIB, erecta con guías cortas. Presentó resistencia al virus del mosaico común del frijol (BCMV) (gen dominante *I*) y al virus del mosaico dorado amarillo del frijol (BGYMV) (marcador W12). Además, resistencia intermedia a la mancha angular (grado 6). Su grano es rojo pequeño brillante y presentó poca decoloración (1,3%) bajo condiciones lluviosas durante la cosecha. Este cultivar fue liberado para uso comercial el 17 de julio del 2009, en El Águila de Pérez Zeledón, San José, Costa Rica; en forma conjunta por el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Universidad de Costa Rica (UCR). Por sus características, Diquís se considera un cultivar adecuado para los diferentes sistemas de producción en Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un alimento básico en América Central y constituye la principal fuente de proteína vegetal de menor costo que dispone la población. En Costa Rica es consumido por el 96,7% de la población (Rodríguez 2004) y es un cultivo muy importante para pequeños productores en las regiones Brunca y Huetar Norte de Costa Rica (Hernández 2008).

La producción de frijol rojo comercial y la calidad del grano en Costa Rica son afectadas por las enfermedades y las condiciones climáticas, especialmente por las altas precipitaciones y su frecuencia. Las principales enfermedades que afectan al cultivo son el virus del mosaico común (BCMV); virus del mosaico dorado amarillo del frijol (BGYMV); la antracnosis causada por *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib.; la mancha angular causada

yield was 1907 kg.ha⁻¹ under experimental conditions and 1467 kg.ha⁻¹ under farmer conditions. It has IIB architecture with short vines, and showed resistance to *Bean common mosaic virus* (BCMV) (dominant *I* gene) and *Bean golden yellow mosaic virus* (BGYMV) (W12 marker). Also, it showed intermediate resistance to the angular leaf spot disease (grade 6). Diquís has small shiny red grains and showed minimal grain discoloration problems (1.3%) under rainy conditions during harvest. It was released in El Águila of Pérez Zeledón, San José, Costa Rica (July 17th, 2009) by the Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) and the Universidad de Costa Rica (UCR). Because of its characteristics, Diquís was considered a suitable cultivar for different production systems in Costa Rica.

por *Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & Braun; la roya provocada por *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger; la mustia hilachosa o telaraña producida por *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk (anamorfo: *Rhizoctonia solani* Kühn); tizón bacteriano común ocasionado por *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Smith); la pudrición radicular causada por *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* (Burk.) Snyd. & Hans.; la pudrición gris causada por *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid; el añublo sureño originada por *Sclerotium rolfsii* Sacc. y el “amachamiento” producido por *Aphelenchoides besseyi* Christie (Araya y Hernández 2003, 2006a, Chaves *et al.* 2013, Singh y Schwartz 2010).

Además de los patógenos y las plagas, los productores de frijol de grano rojo en ocasiones ven reducido el precio final de venta durante la comercialización, debido al tono del color del grano y a la presencia de grano decolorado. Por

ejemplo, el cultivar Bribri, de alto rendimiento (hasta 1930 kg.ha⁻¹) (Rosas *et al.* 2003b) es menos demandado y su grano se vende a menor precio, debido a su color rojo oscuro; mientras que Cabécar tiene mayor demanda y un mayor precio del grano, debido a su color rojo claro (Hernández y Elizondo 2006, Rosas *et al.* 2004). Sin embargo, Cabécar presenta problemas de decoloración del grano cuando se cosecha durante una condición lluviosa, lo que afecta su precio.

La forma más económica que tiene el productor para enfrentar los problemas del cultivo es a través de variedades resistentes, productivas y con características comerciales deseables. Bajo este precepto, hasta 1995 en Costa Rica el mejoramiento de frijol se realizó de forma convencional, ya que se dio la mayoría del proceso de selección de variedades en estación experimental en condiciones y ambiente diferentes al de las zonas productoras (Araya y Hernández 2006b). A partir de ese momento, casi todo el proceso de selección de genotipos se empezó a efectuar bajo las mismas condiciones ambientales y de manejo agronómico de las áreas comerciales, con una participación activa y decisiva de los productores, en lo que se denomina fitomejoramiento participativo (FP) (Ashby 1993, Ceccarelli y Grandó 2007).

A través de FP, metodología efectiva para generar variedades de frijol estables de alta productividad, adaptadas a condiciones de pequeño productor y de rápida adopción (Almekinders y Elings 2001, Hernández y Araya 2004, Rosas 2001, Rosas *et al.* 2003a), se han generado los cultivares Bribri en 2000, Cabécar en 2003, Telire en 2004, Gibre, Curré y Chánguena en 2006, Tonjibe en 2007, Surú en 2009, Diquís en 2009, Tayní en 2012, Matambú en 2013 y Nambí en 2016. El objetivo del presente trabajo fue describir el proceso de desarrollo de la variedad Diquís y sus principales características.

MATERIALES Y MÉTODOS

La variedad Diquís fue derivada del cruzamiento SEA 15/MD 23-24//Tío Canela 75/G 21212, realizado en el Centro Internacional de

Agricultura Tropical (CIAT) en Palmira, Valle, Colombia (N 03°30', O 76°21', 965 msnm), en el 2001. Inicialmente fue denominada como la línea mejorada MR 14215-9 y luego codificada como SER 28. Una vez realizado el cruzamiento, el vivero F₁ fue sembrado en los campos experimentales del CIAT en abril del 2001 y se realizó una selección individual de plantas con características agronómicas deseables y grano de color rojo, con la que se conformó un vivero F_{1,2}. Para determinar la reacción al BCMV, plantas F₁ de MR 14215-9, fueron cultivadas dentro de un invernadero e inoculadas mecánicamente con el virus. Adicionalmente, la presencia de genes de resistencia al BGYMV en la línea MR 14215-9 fue determinada mediante pruebas de laboratorio con el marcador SCAR DOR 21.

En CIAT en junio del 2001, se evaluó el vivero F_{1,2} bajo condiciones de sequía terminal (estrés hídrico constante durante la fase reproductiva) y cada familia de plantas fue cosechada de forma masal para conformar el vivero F_{1,3}, que fue evaluado en Popayán, Cauca, Colombia (N 02°25', O 76°40', 1750 msnm) de octubre a diciembre del 2001. Del vivero F_{1,3} se seleccionaron plantas individuales con buenas características agronómicas y resistencia a antracnosis y a mancha por ascochyta (*Ascochyta* sp.), con las que se conformó el vivero F_{3,4}. El vivero F_{3,4} fue evaluado en Santander de Quilichao, Cauca, Colombia (N 03°06', O 76°31', 990 msnm) de marzo a mayo del 2002 bajo condiciones de baja fertilidad e inoculación con mancha angular. Las líneas de este vivero fueron cosechadas en forma masal (F_{3,5}) y se evaluaron en CIAT bajo sequía terminal de junio a agosto del 2002, donde se cosecharon masalmente de nuevo. Las líneas F_{3,6} se sembraron en CIAT en octubre del 2002 y se cosecharon de forma masal, para enviar un vivero de líneas F_{3,7} para su evaluación en Costa Rica. Algunas de estas líneas F_{3,7} se evaluaron en CIAT durante el 2003 en ensayos de sequía, entre ellas Diquís.

Diquís fue introducida en Costa Rica en el 2003 como parte de un vivero F_{3,7} de líneas rojas con resistencia a sequía terminal. Este

vivero F_{3,7} fue sembrado en mayo del 2003, en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM) en Alajuela, para su evaluación agronómica.

Durante el segundo semestre del 2003, después de la primera evaluación en la EEA-FBM, Diquís fue incluido en el Vivero Preliminar Nacional (VPN) de líneas rojas, sembrado durante el 2003 y 2004, y conformado por 34 líneas, el testigo nacional (Bribri) y el testigo local (Cabécar en las regiones Central y Huetar Norte, y Sacapobres en la región Brunca). Se utilizó un látice 6x6 con 3 repeticiones y la unidad experimental estuvo conformada por 2 hileras de 3 m de largo. El VPN se sembró en 5 localidades: EEAFBM en Alajuela, Veracruz de Pérez Zeledón, Concepción de Buenos Aires, Pueblo Nuevo de Upala y El Amparo de Los Chiles.

En el 2005 y 2006 Diquís fue evaluado en el Ensayo Nacional de Adaptación y Rendimiento (ENAR) de líneas rojas, conformado por 8 líneas, el testigo nacional (Bribri) y el testigo local (Telire en la región Huetar Norte y Cabécar en la región Brunca). Para el ENAR se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones y la unidad experimental estuvo conformada por 6 hileras de 2,5 m de largo. El ENAR se sembró en fincas de productores de 8 localidades: El Águila, El Progreso y Veracruz de Pérez Zeledón, Concepción y Chánguena de Buenos Aires, Pueblo Nuevo de Upala, El Amparo de Los Chiles y Piedras Azules de La Cruz. Durante los ENAR se evaluó la reacción de Diquís a las principales enfermedades que afectan el cultivo el sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol (CIAT 1987).

Durante el 2007 y 2008 se llevó a cabo la fase de validación de Diquís, junto con otras 2

líneas promisorias, la SRC 1-12-1-43 y la BCH 9901-56R, seleccionadas de los ENAR. En esta fase se evalúa el rendimiento y adaptación de las líneas promisorias en parcelas de mayor tamaño, sembradas por el productor y manejadas bajo condiciones comerciales. Para Diquís se sembraron 33 parcelas de validación, cuyo tamaño varió de 500 a 3000 m², en 10 localidades de Costa Rica: Guagaral, Concepción y Chánguena de Buenos Aires; El Águila y Veracruz de Pérez Zeledón; Pueblo Nuevo de Upala, El Amparo de Los Chiles, Turrialba, Oriente de Nicoya y Piedras Azules de La Cruz.

Diquís fue evaluado del 2003 al 2008 en 28 ensayos y 33 parcelas de validación, para determinar su grado de resistencia a enfermedades, desempeño agronómico y potencial de rendimiento. Los ensayos y las parcelas de validación fueron llevados a cabo en 12 localidades (Cuadro 1), 8 de ellas ubicadas en las regiones Brunca (sureste de Costa Rica) y Huetar Norte (norte de Costa Rica), donde se ubican las áreas de producción de frijol más importantes del país. La altitud de estas localidades varió de 43 m en El Amparo de Los Chiles hasta 840 m en la EEA-FBM, Alajuela, lo que cubre el rango de altitud de producción comercial de frijol en Costa Rica. La temperatura media de estas localidades fue de 24°C y la precipitación anual varió de 1800 a 3616 mm. Las zonas de producción de frijol en las regiones Brunca y Huetar Norte están localizadas en las zonas de vida bosque premontano muy húmedo (bmh-P) y bosque húmedo tropical (bh-T) (Holdridge 1978). Los suelos en ambas regiones son predominantemente ultisoles de baja fertilidad (<10 ppm de P) y la mayoría de la producción de frijol está en manos de pequeños productores (<5ha).

Cuadro 1. Localidades donde se evaluaron los ensayos y parcelas de validación para determinar las características agronómicas y potencial de rendimiento de la variedad de frijol común Diquís. Costa Rica. 2003-2008.

Localidad	Cantón	Provincia	Región	Ubicación	Altitud (msnm)
Turrialba	Turrialba	Cartago	Central	N 09°51', O 83°38'	613
EEAFBM*	Alajuela	Alajuela	Central	N 10°01', O 84°16'	840
El Amparo	Los Chiles	Alajuela	Huetar Norte	N 10°50', O 84°39'	43
Pueblo Nuevo	Upala	Alajuela	Huetar Norte	N 10°58', O 85°07'	48
El Águila	Pérez Zeledón	San José	Brunca	N 09°07', O 83°31'	491
El Progreso	Pérez Zeledón	San José	Brunca	N 09°08', O 83°32'	493
Veracruz	Pérez Zeledón	San José	Brunca	N 09°05', O 83°32'	657
Chánguena	Buenos Aires	Puntarenas	Brunca	N 08°55', O 83°13'	514
Concepción	Buenos Aires	Puntarenas	Brunca	N 09°06', O 83°29'	734
Guagaral	Buenos Aires	Puntarenas	Brunca	N 09°04', O 83°30'	440
Oriente	Nicoya	Guanacaste	Chorotega	N 10°09', O 85°32'	688
Piedras Azules	La Cruz	Guanacaste	Chorotega	N 11°03', O 85°19'	360

*Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica.

Además de los ensayos de rendimiento y parcelas de validación, la calidad y valor del grano de Diquís fueron evaluados participativamente en el 2009, por 7 representantes de las compañías que adquieren el grano y 25 productores. Los representantes de las compañías evaluaron el valor comercial del grano, definido por su tonalidad, brillo, forma y tamaño, mediante el empleo de la escala estándar de CIAT (1987) adaptada, donde 1 es el mayor valor comercial y 9 el menor. Por otra parte, los productores evaluaron características sensoriales como sabor, textura y densidad del caldo.

Los datos de rendimiento obtenidos en los distintos ensayos fueron analizados con el paquete estadístico Statistica 6.0 (StatSoft, Inc. 1984-2001) y se determinaron diferencias estadísticas a una $p \leq 0,05$, mediante un análisis combinado para las diferentes épocas de siembra y localidades. Las calificaciones del nivel de reacción a las enfermedades se analizaron a través de la prueba de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$) y las de valor comercial del grano por medio de la prueba de Wilcoxon para muestras independientes ($p \leq 0,05$).

Por último, mediante observaciones de campo, se hizo una descripción de las características fenológicas y morfológicas de la variedad Diquís, información fundamental para distinguirla de otras variedades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El buen comportamiento agronómico mostrado por Diquís en suelos ultisoles de baja fertilidad y bajo condiciones de sequía terminal, así como su resistencia a patógenos, arquitectura y potencial de rendimiento, se debe a los genes provenientes de sus progenitores. SEA 15 es una progenie de SEA 5 (genotipo derivado de un cruzamiento interracial entre padres de las razas Durango y Mesoamérica del acervo mesoamericano) e incluye en su pedigrí a Apetito (G 1759), variedad nativa de la raza Durango, por lo que es una fuente frecuente de genes para resistencia a sequía (Beebe *et al.* 2008). MD 23-24 (Bribri) es un cultivar rojo oscuro derivado del cruzamiento doble RAB 310/XAN 155//DOR 391/Pompadour G, bien adaptado a suelos de baja fertilidad y con resistencia intermedia a las

principales enfermedades del frijol en Costa Rica (Hernández *et al.* 2001, Rosas *et al.* 2003b). Tío Canela 75 es un cultivar Mesoamericano de grano rojo pequeño con resistencia al BGMV, debido a que posee los genes *bgm-1* y *Bgp-1* (Rosas *et al.* 1997). G 21212 es una variedad nativa de Colombia que presenta tolerancia a la baja disponibilidad de fósforo, algún grado de resistencia a sequía terminal y gran movilización de fotosintatos hacia la semilla bajo condiciones de estrés (Beebe *et al.* 2008).

Durante la evaluación de la reacción a virus llevada a cabo en CIAT, Diquís mostró una respuesta de hipersensibilidad a la inoculación mecánica con BCMV, lo que sugiere que posee el gen dominante *I* que le confiere resistencia a este virus. Igualmente, la inoculación con BGYMV y las pruebas de selección asistida por marcadores moleculares indicaron la presencia del marcador W12; sin embargo, la presencia del gen *bgm-1* no pudo ser confirmada. Durante los ensayos de campo realizados del 2003 al 2008, en Diquís solo se presentaron casos aislados de plantas infectadas con BGMV o BCMV, reflejo de su resistencia a estos virus, los más limitantes para la producción de frijol en Centroamérica (Cuéllar y Morales 2006, Singh y Schwartz 2010).

En los ensayos de sequía terminal llevados a cabo en CIAT durante el 2002, Diquís mostró buena capacidad de llenado de grano y obtuvo una media de rendimiento de 973 kg.ha⁻¹ en comparación con 173 kg.ha⁻¹ del testigo Tío Canela 75; mientras que en el 2003 su media de productividad fue de 1750 kg.ha⁻¹ en comparación (DMS_{0,05} = 546 kg.ha⁻¹) con 1189 kg.ha⁻¹ de Bribri, 877 kg.ha⁻¹ de Tío Canela 75 y 702 kg.ha⁻¹ de Cabécar. Esta condición podría darle una ventaja si se presentaran condiciones de sequía terminal durante la época de producción comercial.

En Costa Rica, durante la evaluación del vivero F_{3,7} en la EEAFBM, Diquís fue seleccionado para conformar el VPN a evaluarse en el 2003 y 2004, debido a su arquitectura erecta con poca emisión de guías, resistencia intermedia a mancha angular y su valor agronómico igual al testigo

Bribri (grado 5), según la escala de 1 a 9 propuesta para esta característica por Lépiz (1997).

Durante los VPN (2003-2004), Diquís produjo una media de rendimiento de 1307 kg.ha⁻¹ que no difirió estadísticamente de la del testigo local (1352 kg.ha⁻¹), ni del nacional (1455 kg.ha⁻¹) (Cuadro 2). En el ENAR obtuvo un rendimiento de 1907 kg.ha⁻¹, que superó al testigo local (1754 kg.ha⁻¹) y no difirió del testigo nacional (1869 kg.ha⁻¹). Superó en rendimiento a Cabécar, variedad comercial de grano rojo más utilizada en Costa Rica (Chaves *et al.* 2016) y empleada como testigo local en 14 de los 18 ENAR, lo que brinda posibilidades de mejora en productividad para aquellos productores que se decidan a sembrarla.

Cuadro 2. Rendimiento de la variedad de frijol común Diquís (kg.ha⁻¹), comparado con los testigos local y nacional, en el Vivero Preliminar Nacional (VPN) y el Ensayo Nacional de Adaptación y Rendimiento (ENAR). Costa Rica, 2003-2006.

Cultivar	Ensayo	
	VPN	ENAR
Diquís	1307	1907
Testigo local*	1352	1754
Bribri (testigo nacional)	1455	1869
Media de ensayos	1304	1832
DMS _{0,05}	228	144

* Testigo local: VPN: Cabécar en las regiones Central y Huetar Norte y Sacapobres en la región Brunca. ENAR: Telire en la región Huetar Norte y Cabécar en la región Brunca.

En cuanto a la reacción a las principales enfermedades del cultivo en Costa Rica, Diquís mostró resistencia intermedia a la mancha angular con una calificación máxima 6 (Cuadro 3). Con respecto a la mustia hilachosa, Diquís presentó resistencia intermedia en todas las localidades donde se evaluó, excepto en El Águila, donde resultó susceptible con una calificación de 7. Además, esta variedad resultó ser completamente susceptible al amachamiento, con una reacción máxima de 7. Es importante recalcar que en la

actualidad no existe germoplasma comercial con resistencia a la mustia hilachosa o al amachamiento (Chaves y Araya 2012). En general, Diquís mostró una reacción similar a los testigos en cuanto a mancha angular y mustia hilachosa en los ENAR donde se evaluó, con excepción del evaluado en Concepción de Buenos Aires, donde presentó mayor severidad de mustia hilachosa

con respecto al testigo local (Cabécar). De esta manera, bajo condiciones climáticas normales y buenas prácticas de manejo que incluyen el uso de semilla de calidad, mínima labranza y un uso racional de fungicidas (Chaves y Araya 2014), la variedad Diquís no debería presentar un nivel de severidad de enfermedades que puedan limitar su rendimiento.

Cuadro 3. Reacción de la variedad de frijol común Diquís, a mancha angular y mustia hilachosa en el Ensayo Nacional de Adaptación y Rendimiento (ENAR). Costa Rica, 2005-2006.

Localidad	Época de siembra**	Calificación media*		
		Diquís	Testigo local***	Bribri (testigo nacional)
<i>Mancha angular (Pseudocercospora griseola)</i>				
Piedras Azules	2005-C	6 ab	4 a	5 ab
Concepción	2006-A	4 a	6 ab	5 ab
Los Chiles	2006-C	1 a	1 a	1 a
<i>Mustia hilchosa (Thanatephorus cucumeris)</i>				
Concepción	2005-A	5 b	4 ab	3 a
El Águila	2006-A	7 a	3 a	3 a
Veracruz	2006-A	6 ab	6 b	3 a
Veracruz	2006-B	2 a	1 a	1 a
Los Chiles	2006-C	1 a	2 a	1 a

* Calificación de la enfermedad (escala de 1-9) donde 1: sin síntomas y 9: completamente infectada (CIAT, 1987). Letras distintas indican diferencias significativas a $p \leq 0,05$ según la prueba de Kruskal-Wallis.

** Época de siembra: A (May-Ago); B (Oct-Ene); C (Dic-Mar).

*** Testigo local: Cabécar (región Brunca) y Telire (región Huetar Norte).

El rendimiento promedio de Diquís durante la etapa de validación bajo el manejo del productor, varió de 736 a 1467 kg.ha⁻¹, con un promedio de 1161 kg.ha⁻¹. En general su

rendimiento fue similar al de las otras 2 líneas evaluadas (Cuadro 4); sin embargo, en las localidades de Concepción y El Águila superó a los demás genotipos evaluados.

Cuadro 4. Rendimiento promedio de la variedad de frijol común Diquís (MR 14215-9) en parcelas de validación en fincas de productores y bajo manejo comercial. Costa Rica, 2007-2008.

Localidad	Rendimiento promedio (kg.ha ⁻¹)			Parcelas	DMS _{0,05}
	MR 14215-9	BCH 9901-56R	SRC 1-12-1-43		
Concepción	1300	840	900	5	250
Veracruz	736	1240	1062	2	-
El Águila	1467	1117	1063	7	304
Chánguena	1120	1176	1176	5	132
Guagaral	840	840	840	1	-
Pueblo Nuevo	736	1240	1062	5	791
El Amparo	1400	1450	950	2	-
Piedras Azules	1380	1000	740	2	-
Oriente	1430	-	410	1	-
Turrialba	1200	1050	780	3	-
Promedio	1161	1106	898	33	

Durante la evaluación participativa, los representantes de empresas privadas que adquieren el grano de los agricultores consideraron que Diquís tenía un buen valor de mercado por las características de su grano. Diquís obtuvo una calificación significativamente menor (4) que Cabécar (6). Además, en las pruebas sensoriales realizadas, el 50,5% de los productores y sus familias consideraron que Diquís tuvo buen sabor, 41,3% que presentó buena textura y 63,0% que su caldo es de baja densidad (poco espeso o ralo, según indicaron).

La decoloración del grano de frijol en variedades rojas es un factor de penalización del precio durante la compra del grano. Este problema se presenta usualmente cuando la cosecha se da bajo condiciones lluviosas, como sucede en algunas ocasiones en la región Huetar Norte y en la región Brunca durante la primera época de siembra. De acuerdo con la norma técnica RTCR 384:2004 (Costa Rica 2005), se permite un valor máximo de 1,0 % de grano contrastante

(que incluye el grano decolorado) para el frijol de primera calidad. Las evaluaciones de color de grano indicaron que Diquís presenta un promedio de 1,3% de grano decolorado en comparación con el testigo Cabécar, que presentó un 2,8%. Esta característica, junto con la evaluación de los compradores de grano, le da a Diquís una ventaja comparativa con respecto a Cabécar y la posibilidad de obtener mayores beneficios económicos a los productores que la siembren.

Dentro de las características observadas de la variedad durante las evaluaciones de campo, Diquís presentó un hábito de crecimiento indeterminado arbustivo con guías cortas (Tipo IIb) y una arquitectura erecta y compacta. Debido a las diferencias climáticas en las regiones productoras de frijol de Costa Rica, los días a floración de la variedad variaron de 32 a 37 después de la siembra. La madurez fisiológica se alcanzó entre los 57 a 62 días después de la siembra (dds) y la madurez para cosecha entre los 76 a 82 dds. Diquís presentó flores blancas y vainas

inmaduras de color verde. Al llegar a la madurez fisiológica, las vainas se tornaron verde claro con pigmentación rojiza y contaron con 6 semillas de forma ovoide. El color del grano fue rojo brillante con un tono ligeramente oscuro, grado 6 según la escala propuesta por Melgar (2004). El peso promedio de 100 semillas fue de 23,42±0,32 g.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue desarrollada por el Programa de Leguminosas de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica (Proyectos de la Vicerrectoría de Investigación 736-A4-141 y 736-A2-914) y el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Se agradece a las Asociaciones de Productores de El Águila y Veracruz de Pérez Zeledón, Concepción de Pilas y Chánguena de Buenos Aires, y Coope Pueblo Nuevo de Upala por su colaboración y apoyo durante las investigaciones realizadas. Por último, se reconoce el aporte del Utviklingsfondet (Fondo de Desarrollo Noruego); el Programa Colaborativo de Fitomejoramiento Participativo en Mesoamérica (PPB-MA); la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (FITTACORI), el Programa de Frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical y la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano a través del Bean-Cowpea CRSP, que fueron fundamentales para el desarrollo de la variedad.

LITERATURA CITADA

- Almekinders, CJM; Elings, A. 2001. Collaboration of farmers and breeders: Participatory crop improvement in perspective. *Euphytica* 122:425-438.
- Araya, C; Hernández, JC. 2003. Distribución agroecológica de enfermedades del frijol en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 68:26-33.
- Araya, C; Hernández, JC. 2006a. Guía para la identificación de las enfermedades del frijol más comunes en Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), San José, Costa Rica. 44 p.
- Araya, R; Hernández, JC. 2006b. Mejora genética participativa de la variedad criolla de frijol “Sacapobres”. *Agronomía Mesoamericana* 17(3):347-355.
- Ashby, J. 1993. Manual para la evaluación de tecnologías con productores. CIAT, Cali, Colombia. 114 p.
- Beebe, SE; Rao, IM; Cajiao, C; Grajales, M. 2008. Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments. *Crop Science* 48(2):583-592.
- Ceccarelli, S; Grando, S. 2007. Decentralized-participatory plant breeding: an example of demand driven research. *Euphytica* 155:349-360.
- Chaves, NF; Araya, CM. 2012. Pérdidas causadas por el amachamiento del frijol (*Aphelenchoides besseyi* Christie) y reacción del germoplasma comercial al patógeno. *Agronomía Mesoamericana* 23(1):01-12.
- Chaves, NF; Araya, CM. 2014. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el Cultivo de Frijol. Heredia, Costa Rica, Editorial de la Universidad Nacional (EUNA). 129 p.
- Chaves, N; Cervantes, E; Zabalgoitia, I; Araya, CM. 2013. *Aphelenchoides besseyi* Christie (Nematoda: Aphelenchoididae), agente causal del amachamiento del frijol común. *Tropical Plant Pathology* 38(3):243-252.
- Chaves, NF; Hernández, JC; Araya, CM. 2016. Determinación de la capacidad de transmisión por semilla del amachamiento del frijol (*Aphelenchoides besseyi* Christie). *Agronomía Mesoamericana* 27(1):109-113.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. von Schoonhoven, A; Pastor-Corrales, M (eds.). Cali, Colombia. CIAT. 56 p.
- Cuéllar, ME; Morales, FJ. 2006. La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vectora de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Colombiana de Entomología* 32(1):1-9.
- Decreto Ejecutivo N°. 32142. 2005. Costa Rica. 2005. Frijol en grano. Especificaciones. MEIC-MAG-S. Diario Oficial La Gaceta N°. 3. 05 ene. RTCR-384:2004.
- Hernández, JC; Araya, R. 2004. Memoria. Logros de la implementación del fitomejoramiento participativo (FP) en frijol en Costa Rica. In Araya, R; Hernández, JC (ed.). Octava Reunión Anual del Sector Frijolero de Costa Rica (8, 2004, Santa Clara, Costa Rica). San José, Costa Rica. SIEDIN. p. 13-24.
- Hernández, JC. 2008. Zonas de cultivo y épocas de siembra. In Hernández, JC. Ramírez, L (eds.). Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Manual de recomendaciones técnicas para el cultivo de frijol. San José, Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). 18 p.
- Hernández, JC; Araya, R; Morales, A. 2001. Bribrí, nueva variedad de frijol rojo pequeño para Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 12(1):15-23.
- Hernández, JC; Elizondo, FI. 2006. Estudio sobre la adopción de variedades mejoradas de frijol en las principales

- zonas productoras de frijol de la región Brunca de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 17(3):357-367.
- Holdrige, LR. 1978. *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- Lépiz, R. 1997. Valor agronómico, un criterio de evaluación. Hojas de PROFRIJOL. N°. 4. Guatemala, Guatemala. s.p.
- Lobo, S. 2014. El Valle del Diquís, un tesoro natural (en línea, nota). Museo nacional de Costa Rica, San José, Costa Rica. Consultado 04 jun. 2017. Disponible en <http://www.museocostarica.go.cr/boletin/reportajes/95-el-valle-del-diquis-un-tesoro-natural.html#sthash.2fQMb1UJ.dpbs>
- Melgar, H. 2004. Cartilla para evaluar color de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. Honduras. 1 p.
- Rodríguez, L. 2004. El proyecto "Campaña educativa para incrementar el consumo de frijoles". *Agronomía Mesoamericana* 15(3):245-261.
- Rosas, JC. 2001. Aplicación de metodologías participativas para el mejoramiento genético de frijol en Honduras. *Agronomía Mesoamericana* 12(2):219-228.
- Rosas, JC; Beaver, JS; Escoto, D; Pérez, CA; Llano, A; Hernández, JC; Araya, R. 2004. Registration of 'Amadeus 77' Small Red Common Bean. *Crop Science* 44(5):1867-1868.
- Rosas, JC; Gallardo, O; Jiménez, J. 2003a. Mejoramiento genético del frijol común mediante enfoques participativos en Honduras. *Agronomía Mesoamericana* 14(1):1-9.
- Rosas, JC; Hernández, JC; Araya, R. 2003b. Registration of 'Bribri' Small Red Bean (Race Mesoamerica). *Crop Science* 43(1):430-431.
- Rosas, JC; Varela, OI; Beaver, JS. 1997. Registration of 'Tío Canela 75' Small Red Bean (Race Mesoamerica). *Crop Science* 37(4):1391.
- Singh, SP; Schwartz, HF. 2010. Breeding common bean for resistance to diseases: a review. *Crop Science* 50:2199-2223.



Todos los derechos reservados. Universidad de Costa Rica. Este artículo se encuentra licenciado con Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Costa Rica. Para mayor información escribir a rac.cia@ucr.ac.cr