

Nota técnica

“TAYNÍ”: VARIEDAD DE FRIJOL COMÚN MESOAMERICANO DE GRANO ROJO BRILLANTE

Néstor Felipe Chaves-Barrantes^{1/*}, Juan Carlos Hernández-Fonseca²,
Rodolfo Araya-Villalobos³, Juan Carlos Rosas-Sotomayor⁴

Palabras clave: Decoloración del grano; fitomejoramiento participativo; *Phaseolus vulgaris* L; tonalidad del color del grano.

Keywords: Grain coat discoloration; participatory plant breeding; *Phaseolus vulgaris* L; grain coat color tone.

Recibido: 14/07/2020

Aceptado: 12/01/2021

RESUMEN

Introducción. El frijol de grano rojo es el segundo más consumido en Costa Rica. El mercado penaliza el precio del grano rojo oscuro y exige variedades de tono claro y brillante, aunque, las personas productoras requieren cultivares resistentes a patógenos y de alto potencial de rendimiento. **Objetivo.** Describir el proceso de desarrollo y las principales características agronómicas de la variedad Tainí. **Materiales y métodos.** Esta variedad se derivó del cruzamiento triple Tío Canela 75 // SRC1-1-18 / SRC 1-12-1 realizado en 1999 en la Escuela Agrícola Panamericana (Honduras). Fue evaluada en Costa Rica entre el 2002 y el 2008, por el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria y la Universidad de Costa Rica. El comportamiento y características agronómicas de Tainí se determinaron con base en la información obtenida de la evaluación de 4 viveros de adaptación, 28 ensayos de rendimiento y

ABSTRACT

“Tainí”: shiny red-seeded Mesoamerican common bean cultivar. **Introduction.** Red seeded common bean is the second most consumed in Costa Rica. Market penalizes the price of dark red grain and requires shiny light red-seeded cultivars. At the same time, producers need pathogen resistant and good yielding varieties. **Objective.** Describe the process of development and the main agronomic characteristics of cultivar Tainí. **Materials and methods.** This cultivar was developed from the triple cross Tío Canela 75 // SRC1-1-18 / SRC 1-12-1 made in 1999 in Escuela Agrícola Panamericana (Honduras). It was evaluated from 2002 to 2008, by the Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria and the Universidad de Costa Rica. The agronomic performance and the agronomic characteristics of Tainí were determined through four nurseries, 28 trials and 32 validation plots, carried out under farmer

* Autor para correspondencia. Correo electrónico: nestor.chaves@ucr.ac.cr

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

 0000-0001-8465-8130.

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

 0000-0002-1915-3213.

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

 0000-0001-8284-5856.

4 Escuela Agrícola Panamericana/Zamorano, Tegucigalpa, Honduras.

 0000-0003-4396-702X.

32 parcelas de validación, llevados a cabo bajo manejo del productor en 12 localidades de Costa Rica. La variedad se liberó el 23 de febrero del 2012 en Pueblo Nuevo, Upala, Alajuela. **Resultados.** Tayní es una variedad de grano rojo claro brillante, que obtuvo un rendimiento de 1450 kg.ha⁻¹ bajo manejo de la empresa productora y de 2063 kg.ha⁻¹ en condiciones experimentales. Posee un hábito de crecimiento tipo II, resistencia intermedia a *Pseudocercospora griseola* (mancha angular) y a *Thanatephorus cucumeris* (mustia hilachosa), y resistencia a los virus del mosaico común (gen *I*) y del mosaico dorado amarillo (gen *bgm-1* y QTL mayor SW12). La tonalidad del rojo de su grano (grado 5) es de mayor valor comercial que la de Cabécar (grado 6). Bajo condiciones lluviosas, el grano de Tayní se decolora menos que el de Cabécar (1,1 y 2,8%, respectivamente). **Conclusiones.** La tonalidad del color rojo del grano y menor porcentaje de decoloración, le dan a Tayní ventaja comercial con respecto a Cabécar, la variedad de grano rojo más sembrada en Costa Rica.

management in 12 localities of Costa Rica. The cultivar was released on February 23th, 2012 in Pueblo Nuevo, Upala, Alajuela. **Results.** Tayní is a shiny red-seeded cultivar, with a yield of 1450 kg.ha⁻¹ under farmer management and 2063 kg.ha⁻¹ under experimental conditions. It has a growth habit type II, intermediate resistance to *Pseudocercospora griseola* (angular leaf spot) and *Thanatephorus cucumeris* (wet blight), and resistance to *Bean common mosaic virus* (dominant *I* gene) and *Bean golden yellow mosaic virus* (*bgm-1* gene and SW12 major QTL). Its grain has a tone of red (grade 5) with better commercial value than Cabécar (grade 6). Under rainy conditions the grain of Tayní discolors less than the grain of Cabécar (1.1 and 2.8 %, respectively). **Conclusions.** The red tone of its grain and its lower percentage of discoloration, give Tayní a commercial advantage over Cabécar, the most planted red seeded cultivar in Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un componente básico en la dieta de las personas costarricenses, ya que lo consumen diariamente (37,5 g/p/día de peso crudo) (Rodríguez-González y Fernández-Rojas 2015). Constituye la principal fuente de proteína vegetal, y la de menor costo que dispone la población en general, en especial la de los estratos de menor ingreso (Graham y Rinalli 1997, Salazar-Rojas 1999). El cultivo de esta leguminosa está principalmente en manos de pequeñas personas productoras (< 5 ha), ubicadas en los cantones de La Cruz, Upala, Los Chiles, Pérez Zeledón y Buenos Aires (Hernández-Fonseca 2009b).

Las enfermedades tanto fungosas como virales y las condiciones climáticas, en especial

la cantidad y frecuencia de las precipitaciones, son las principales limitantes para la producción comercial y la calidad del grano de frijol rojo en Costa Rica (Hernández *et al.* 2018). Los problemas patológicos más frecuentes y que provocan pérdidas en rendimiento en el cultivo son los causados por *Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & Braun (mancha angular), *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Dong (mustia hilachosa o telaraña) y *Aphelenchoides besseyi* Christie (“amachamiento”) (Araya-Fernández y Hernández-Fonseca 2006, Chaves *et al.* 2013). Aunque los virus del mosaico dorado amarillo (BGYMV) y del mosaico común (BCMV) no son una gran limitante para la producción de frijol en el país, como sí lo son en el resto de Centroamérica, México y el Caribe (Morales 2000), se prefieren aquellas variedades resistentes a

estos para prevenir potenciales epifitias e incremento del inóculo. Por su parte, las larvas de los brúquidos *Acanthoscelides obtectus* Say y *Zabrotes subfasciatus* Boheman también pueden afectar la calidad del grano y causar pérdidas considerables (hasta 35%) durante el almacenamiento (Ishimoto y Chrispeels 1996, Miklas *et al.* 2006, Singh y Schwartz 2011).

El frijol de grano color rojo es el segundo más consumido en Costa Rica, después del frijol negro. La tonalidad del color es un factor a considerar durante la comercialización, ya que el precio de compra a la empresa productora se puede ver afectado por esta característica (Hernández *et al.* 2018). El mercado exige un grano rojo claro brillante, razón por la cual las variedades de grano rojo oscuro son menos demandadas y se penaliza su precio. Esto ha limitado el uso de algunas de ellas a pesar de ser muy productivas, de arquitectura erecta y resistentes a enfermedades, como es el caso del cultivar Bribri (Hernández *et al.* 2001, Rosas *et al.* 2003). Sin embargo, las variedades de color rojo claro brillante usualmente presentan problemas de decoloración del grano, particularmente cuando la cosecha coincide con una condición lluviosa, lo que también afecta el precio de compra.

En Costa Rica, las variedades de frijol se han desarrollado en los últimos 25 años a través de fitomejoramiento participativo (FP), que es la metodología más efectiva para generar cultivares resistentes a enfermedades, de alto potencial productivo y adaptados a las condiciones de la pequeña persona productora, lo que genera una rápida adopción de estos (Almekinders y Elings 2001, Rosas 2001, Hernández y Araya 2004). También constituye la forma más económica para enfrentar las limitantes del cultivo y dar respuesta a las exigencias del mercado. Un ejemplo de ello es Cabécar, variedad de grano rojo, generada a través de FP y la de mayor uso en el país (Araya-Villalobos y Hernández-Fonseca 2007, Chaves-Barrantes *et al.* 2016). El objetivo del presente trabajo fue describir el proceso de desarrollo y las principales características agronómicas de la variedad Tayní.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tayní, evaluada como la línea BCH 9901-56R, provino del cruzamiento triple Tío Canela 75 // SRC1-1-18 / SRC 1-12-1. Tío Canela 75 es un cultivar Mesoamericano de grano rojo pequeño, derivado del cruzamiento DOR 483 // DOR391 / Pompadour J, resistente al BGYMV y tolerante al estrés por calor (Rosas *et al.* 1997); además, posee el gen *bgm-1* y el *QTL* mayor de resistencia al BGYMV, identificados mediante los marcadores SCAR SR2 (Urrea *et al.* 1996) y SW12 (Blair *et al.* 2007), respectivamente. La línea parental SRC 1-1-18 se derivó del cruzamiento DOR 482 / DOR 476 y posee resistencia a los virus BCMV y BGYMV, y a los hongos que causan la antracnosis [*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. y Magn)] y la roya del frijol [*Uromyces phaseoli* (Pers.) Wint.] (Rosas *et al.* 2000). La línea parental SRC 1-12-1 se derivó del cruzamiento DOR 476 // XAN 155 / DOR 364; posee resistencia a los virus BCMV y BGYMV, y obtuvo un rendimiento promedio mayor a 1200 kg.ha⁻¹ en evaluaciones realizadas en Costa Rica durante 1998 (Araya *et al.* 1999, Rosas *et al.* 2000, Lorenzo *et al.* 2003).

El cruzamiento que dio origen a la población BCH 9901 y a Tayní, fue realizado a inicios de 1999 por el Programa de Investigaciones en Frijol de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP)/Zamorano, Honduras (N 14°00'36"; W 87°00'40; 800 msnm). El proceso de selección de la generación F₁ a la F₆ se llevó a cabo en la EAP, y la estrategia de selección se basó en la selección de plantas con mejor valor agronómico (Lépiz 1997), arquitectura erecta, precocidad, rendimiento y mayor valor comercial del grano. En mayo de 1999 (época denominada “primera”), se sembraron 40 semillas F₁ de la población BCH 9901, y se obtuvo la F₂ por autofecundación. En octubre de 1999 (época denominada “postrera”), se sembraron 500 semillas de la población F₂ y se seleccionaron 64 plantas individuales. En enero del 2000 (época denominada “verano”), se evaluaron las 64 familias F₃ y se seleccionaron las mejores plantas de 43 familias (5-6 plantas/familia cosechadas manualmente). En la época

de “primera” del 2000 se sembraron las 43 familias F_4 y se seleccionaron las mejores plantas de las 27 mejores familias. Estas 27 familias F_5 fueron evaluadas en la “postrera” del 2000 y se seleccionaron las mejores plantas de 16 familias F_6 . La semilla de las familias F_6 se incrementó en el “verano” del 2001 y éstas se incluyeron en el Vivero de Adaptación Centroamericano de Grano Rojo (VIDAC Rojo). El VIDAC Rojo fue distribuido en mayo del 2001 y se evaluó en 6 países miembros de la Red de Frijol de Centro América y el Caribe, incluida Costa Rica.

Tayní fue introducida en Costa Rica en el 2001 como parte del VIDAC Rojo, que estuvo conformado por 105 líneas de las poblaciones

BCH, BC3 y del ensayo PIF 02-04. En el 2002, el VIDAC Rojo fue sembrado en 4 localidades de Costa Rica: Puriscal, Concepción, El Amparo y Llano Azul (Tabla 1). Se sembró una repetición de cada línea, en unidades experimentales de una hilera simple de 3,0 m de largo, separada 0,5 m y con una densidad de 12 semillas por metro lineal. Cada 10 hileras se sembró alternadamente el testigo nacional y el testigo local. Como testigo nacional se empleó la variedad Bribri (Hernández *et al.* 2001); mientras que el testigo local fue la variedad nativa Sacapobres en Concepción, la variedad nativa Rojo del Estero en Puriscal y la variedad Bribri en El Amparo y Llano Azul (Araya-Villalobos y Hernández-Fonseca 2006).

Tabla 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 Tayní. Costa Rica 2001 - 2008.

Localidad	Cantón	Provincia	Región	Localización geográfica	Altitud (msnm)
Turrialba	Turrialba	Cartago	Central	N 09°51'10" O 83°38'28"	613
EEAFBM [†]	Alajuela	Alajuela	Central	N 10°00'26" O 84°15'57"	840
El Amparo	Los Chiles	Alajuela	Huetar Norte	N 10°50'11" O 84°39'24"	62
Llano Azul	Upala	Alajuela	Huetar Norte	N 10°50'37" O 84°59'37"	103
Pueblo Nuevo	Upala	Alajuela	Huetar Norte	N 10°58'57" O 85°07'39"	44
Puriscal	Puriscal	San José	Central	N 09°50'48" O 84°18'55"	1110
El Águila	Pérez Zeledón	San José	Brunca	N 09°07'50" O 83°31'29"	491
El Progreso	Pérez Zeledón	San José	Brunca	N 09°08'50" O 83°32'13"	493
Veracruz	Pérez Zeledón	San José	Brunca	N 09°06'00" O 83°32'37"	615
Chánguena	Buenos Aires	Puntarenas	Brunca	N 08°55'38" O 83°13'29"	462
Concepción	Buenos Aires	Puntarenas	Brunca	N 09°06'18" O 83°28'14"	734
Piedras Azules	La Cruz	Guanacaste	Chorotega	N 11°03'12" O 85°19'23"	223

[†] Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica.

Después de ser evaluada en el VIDAC Rojo, Tayní fue incluida en el Vivero Preliminar Nacional (VPN) de líneas rojas debido a su rendimiento, arquitectura erecta y color de grano. El VPN Rojo, conformado por 36 genotipos, fue sembrado en el 2003 y 2004, este incluyó 34 líneas promisorias, el testigo nacional Bribri y el testigo local, que fue Cabécar en las localidades de Alajuela, Pueblo Nuevo y El Amparo; y la variedad nativa Sacapobres en Veracruz y Concepción (Tabla 1). Se establecieron 10 ensayos VPN Rojo, en un diseño de látice 6x6 con 3 repeticiones, y la unidad experimental estuvo conformada por 2 hileras de 3,0 m de largo, separadas a 0,5 m. En el VPN Rojo se evaluó la arquitectura, el tono del color del grano y el rendimiento de los distintos genotipos.

Durante el 2005 y 2006, Tayní fue evaluada en el Ensayo Nacional de Adaptación y Rendimiento (ENAR) de líneas rojas conformado por 10 genotipos: 8 líneas promisorias, el testigo nacional Bribri y el testigo local. En las localidades de Chánguena, Concepción, El Águila, El Progreso y Veracruz se utilizó la variedad Cabécar como testigo local; mientras que en El Amparo, Pueblo Nuevo y Piedras Azules se empleó la variedad Telire (Araya-Villalobos y Hernández-Fonseca 2007) (Tabla 1). Se establecieron un total de 18 ENAR Rojo, en un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. La unidad experimental consistió de 6 hileras de 2,5 m de largo, separadas a 0,5 m. La reacción de las líneas de frijol del ENAR Rojo a la mustia hilachosa, a la mancha angular, al amachamiento y a los virus BCMV y BGMV fue evaluada con la escala estándar de 1 a 9, del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), donde 1 = inmune y 9 = muy susceptible (CIAT 1987). Por otra parte, la decoloración del grano fue determinada según lo indicado en la norma técnica RTCR 384:2004 (MEIC *et al.* 2005) para grano contrastante y se obtuvo el rendimiento de cada línea en evaluación.

Los ensayos fueron fertilizados a los 8 días después de la siembra (dds) con una dosis

de 18 kg de N, 54 kg de P_2O_5 y 18 kg de K_2O por hectárea. Las arvenses fueron controladas con el herbicida glifosato 15 días antes de la siembra, glufosinato de amonio a los 2 dds y fomesafen a los 22 dds. Se aplicó deltametrina para el combate de insectos (crisomélidos principalmente) y azoxistrobina para el manejo de enfermedades fungosas, como la mustia hilachosa y la mancha angular.

La fase de validación de Tayní se llevó a cabo durante el 2007 y 2008, junto con las líneas promisorias SRC 1-12-1-43 y MR 14215-9, seleccionadas del ENAR Rojo. En esta fase se evaluó el rendimiento y adaptación de las líneas promisorias en parcelas de validación, sembradas por la persona productora y manejadas bajo condiciones comerciales. Se sembraron 32 parcelas de validación, cuyo tamaño varió entre 500 y 3000 m², en 9 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 y Piedras Azules de La Cruz (Tabla 1).

La calidad y valor comercial del grano de Tayní fueron evaluados en el 2009 por 7 representantes de las compañías que compran y comercializan el grano, y por 25 personas productoras. Representantes de las compañías evaluaron el valor comercial del grano, definido por su forma ovoide o ligeramente arrañada, tamaño pequeño (menos de 25 g por 100 semillas) y su color rojo claro brillante (Muñoz *et al.* 1993, Rosas *et al.* 2009), mediante el empleo de la escala estándar del CIAT (1987) adaptada, donde 1 es el mayor valor comercial y 9 el menor. Para evaluar la tonalidad del color del grano, se utilizó la escala de Melgar (2004), con un valor de 1 para el tono más claro y 9 para el tono más oscuro. Asimismo, empresas productoras evaluaron las características sensoriales como sabor, textura y densidad del caldo.

La reacción de Tayní al BCMV y al BGMV fue determinada a través de pruebas de laboratorio llevadas a cabo en la EAP/Zamorano, Honduras en 2012. El marcador molecular SCAR

SW13 se utilizó para determinar la presencia del gen *I*, ligado a la resistencia a BCMV; mientras que los marcadores SR2 y SW12 se utilizaron para determinar la presencia del gen recesivo *bgm-1* y del QTL mayor respectivamente, ligados a la resistencia al BGMV.

A los datos de rendimiento obtenidos en cada ensayo se les hizo un análisis de varianza (ANOVA) con ayuda del programa estadístico Statistica 6.0 (StatSoft, Inc. 1984-2001). La separación de medias de genotipos se realizó con la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) a una $p < 0,05$, mediante un análisis combinado para las diferentes épocas de siembra y localidades. Las calificaciones del nivel de reacción a los patógenos se analizaron a través de la prueba de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) y las de valor comercial del grano, por medio de la prueba de Wilcoxon para muestras independientes ($p < 0,05$). Mediante observaciones de campo se registró la fenología y se hizo una descripción de las principales características morfológicas de la variedad Tayní, según los descriptores indicados en las guías de Muñoz *et al.* (1993) y Rosas *et al.* (2009), información fundamental para distinguirla de otras variedades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tayní fue evaluada del 2002 al 2008 en 4 viveros, 28 ensayos y 32 parcelas de validación para determinar su grado de resistencia a los patógenos, comportamiento agronómico y potencial de rendimiento. La evaluación de la variedad se llevó a cabo en 12 localidades (Tabla 1), 9 de ellas localizadas en las principales zonas de producción de frijol de Costa Rica. La altitud de los sitios de evaluación varió desde los 44 msnm en Pueblo Nuevo hasta los 1110 msnm en Puriscal. Con ello se cubrió todo el rango de altitud, tipos de suelo, condiciones climáticas y zonas de vida donde se ubica la producción

comercial de frijol en Costa Rica. Al respecto, Pueblo Nuevo tiene una temperatura promedio de 25,9°C (mínima 19,5°C y máxima de 32,2°C) y una precipitación promedio anual de 2395 mm (Villalobos *et al.* 2013), mientras que Puriscal tiene una temperatura promedio de 24,0°C (mínima 19,0°C y máxima de 29,0°C) y una precipitación promedio anual de 2541 mm (Vahrson y Palacios 1993, Weather Spark 2020). Los suelos donde se siembra frijol son predominantemente ultisoles con niveles de fósforo (P) menores a 10 ppm (Hernández-Fonseca 2009a) y las áreas de producción están localizadas en el bosque premontano muy húmedo (bmh-P) y el bosque húmedo tropical (bh-T) de acuerdo con las zonas de vida de Holdridge (1978).

En el VIDAC Rojo evaluado en el 2002, Tayní tuvo un rendimiento promedio de 1319 kg.ha⁻¹, mientras que los testigos local y nacional, 1094 kg.ha⁻¹ y 1056 kg.ha⁻¹, respectivamente (Tabla 2). En la evaluación de los VPN Rojo (2003-2004), Tayní alcanzó un promedio de rendimiento de 1198 kg.ha⁻¹, que no difirió estadísticamente con la del testigo local pero sí del nacional (Tabla 2). En el ENAR, Tayní obtuvo un rendimiento de 1691 kg.ha⁻¹, el cual no difirió del testigo local pero que fue inferior al testigo nacional (Tabla 2). En este mismo ensayo, Tayní alcanzó un promedio de rendimiento de 2063 kg.ha⁻¹ en las localidades de los cantones de Pérez Zeledón y Buenos Aires, similar al testigo local Cabécar (2091 kg.ha⁻¹), lo que indica el potencial de rendimiento de la variedad en la región Brunca de Costa Rica, donde mayormente se emplean cultivares de grano rojo para la producción comercial. En general, Tayní alcanzó un rendimiento promedio que no difirió de la variedad Cabécar, utilizada como testigo local en 21 de los 28 ensayos VPN y ENAR. Cabécar es el cultivar de grano rojo más sembrado en Costa Rica (Chaves *et al.* 2016).

Tabla 2. Rendimiento promedio de la variedad de frijol común Tayní ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), comparado con los testigos local y nacional, en el Vivero de Adaptación Centroamericano de Grano Rojo (VIDAC), Vivero Preliminar Nacional (VPN) y el Ensayo Nacional de Adaptación y Rendimiento (ENAR). Costa Rica. Período 2002-2006.

Cultivar	Ensayo		
	VIDAC	VPN	ENAR
Tayní	1319	1198	1691
Testigo local†	1094	1352	1754
Bribri (testigo nacional)	1056	1455	1869
Media de ensayos	1136	1304	1832
DMS _{0,05}	-	228	144

†Testigo local: VIDAC: Sacapobres en la región Brunca, Rojo del Estero en la región Central y Cabécar en la región Huetar Norte. VPN: Sacapobres en la región Brunca y Cabécar en las regiones Central y Huetar Norte. ENAR: Cabécar en la región Brunca y Telire en las regiones Huetar Norte y Chorotega.

Los resultados del ENAR en cuanto a la reacción de Tayní a los principales patógenos que afectan el cultivo en Costa Rica, indicaron que Tayní mostró resistencia intermedia (calificación de 4 a 6) a *P. griseola*, excepto en la localidad de Concepción (Tabla 3). Con respecto a *T. cucumeris*, mostró resistencia intermedia en todas las localidades, con excepción de El Águila (Tabla 3). Además, fue completamente susceptible a *A. besseyi* (calificación ≥ 7), al igual que las demás variedades comerciales disponibles, ya que aún no existe germoplasma con resistencia a este nematodo (Chaves-Barrantes y Araya-Fernández 2012). Durante

el desarrollo de los ensayos de campo no se observaron plantas infectadas por BGYMV o BCMV. Tayní posee el gen dominante *I* de resistencia al BCMV, confirmado mediante el marcador molecular SCAR SW13 (Haley *et al.* 1994, Melotto *et al.* 1996); el gen recesivo *bgm1*, determinado con el marcador SR2 (Urrea *et al.* 1996), y el QTL mayor de resistencia al BGYMV, encontrado a través del marcador SW12 (Miklas *et al.* 1996). Cabe mencionar que los tres progenitores de Tayní (Tío Canela 75, SRC 1-1-18 y SRC 1-12-1) presentan resistencia de campo al BCMV y al BGYMV, y poseen los genes de resistencia mencionados.

Tabla 3. Calificación promedio de la reacción de la variedad de frijol común Tayní a *Pseudocercospora griseola* (mancha angular) y *Thanatephorus cucumeris* (mustia hilachosa) en el Ensayo Nacional de Adaptación y Rendimiento (ENAR). Costa Rica. Período 2005 y 2006.

Localidad	Época de siembra [†]	Calificación promedio ^{††}		
		Tayní	Testigo local ^{†††}	Bribri (testigo nacional)
<i>Pseudocercospora griseola</i> (mancha angular)				
Piedras Azules	2005-C	5,3 a	4,3 a	5,3 a
Concepción	2006-A	6,7 a	6,0 a	4,7 a
Los Chiles	2006-C	1,8 a	1,0 a	1,0 a
<i>Thanatephorus cucumeris</i> (mustia o telaraña)				
Concepción	2005-A	6,0 b	4,0 a	2,8 a
El Águila	2006-A	7,5 a	3,0 a	2,5 a
Veracruz	2006-A	4,0 ab	6,3 b	3,3 a
Veracruz	2006-B	1,8 a	1,0 a	1,0 a
Los Chiles	2006-C	1,0 a	1,5 a	1,0 a

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

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

^{†††} Testigo local: Cabécar (Concepción, El Águila y Veracruz) y Telire (Los Chiles y Piedras Azules).

La respuesta de Tayní frente a los principales patógenos fúngicos que causan problemas en el cultivo de frijol en Costa Rica, no difirió de la de los testigos en la mayoría de las localidades donde se evaluó (Tabla 3). Esto indica que 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-Barrantes y Araya-Fernández 2014), los patógenos no deberían limitar seriamente el rendimiento de la variedad Tayní.

El rendimiento promedio de Tayní durante la fase de validación, bajo el manejo de la empresa productora, fue de 1106 kg.ha⁻¹ y varió desde 840 hasta 1450 kg.ha⁻¹ (Tabla 4). Tayní no difirió en rendimiento de las otras 2 líneas experimentales evaluadas, excepto en las localidades de Concepción y El Águila, donde fue superado por MR 14215-9 (cultivar Diquis). Estos resultados indican que Tayní presentó buena adaptación a las condiciones de producción comercial en las distintas localidades donde se evaluó, las cuales son representativas de las principales regiones de producción de frijol en Costa Rica.

Tabla 4. Rendimiento promedio de la variedad de frijol común Tayní (BCH 9901-56R) en parcelas de validación en fincas de productores y bajo manejo comercial. Costa Rica. Período 2007-2008.

Localidad	Rendimiento promedio (kg.ha ⁻¹)			Parcelas	DMS _{0,05}
	BCH 9901-56R	MR 14215-9	SRC 1-12-1-43		
Concepción	840	1300	900	5	250
Veracruz	1240	736	1062	2	ns
El Águila	1117	1467	1063	7	304
Chánguena	1176	1120	1176	5	ns
Guagaral	840	840	840	1	-
Pueblo Nuevo	1240	736	1062	5	ns
El Amparo	1450	1400	950	2	ns
Piedras Azules	1000	1380	740	2	ns
Turrialba	1050	1200	780	3	ns
Media general	1106	1131	953	32	ns

† ns: diferencias no significativas entre genotipos.

Durante la evaluación, representantes de empresas privadas que compran el frijol de las personas agricultoras, consideraron que Tayní posee un buen valor de mercado por su grano de forma ovoide, tamaño pequeño y color rojo claro brillante. Al evaluar su valor comercial, Tayní obtuvo una mejor calificación (3,1) que Cabécar (5,6), de acuerdo con la prueba de Wilcoxon ($p \leq 0,01$). Al comparar la tonalidad del color del grano de ambas variedades, según la escala de

Melgar (2004), Tayní obtuvo grado 5, mientras que Cabécar grado 6 (Figura 1). Es importante recalcar que Cabécar fue el testigo local en la mayoría de ensayos y es la variedad que regularmente adquieren las empresas para empacar. En las pruebas sensoriales, el 84% de las personas productoras y sus familias consideraron que Tayní posee buen sabor, 85% que su caldo es de baja densidad (poco espeso o ralo) y 54% que tiene poco hollejo.

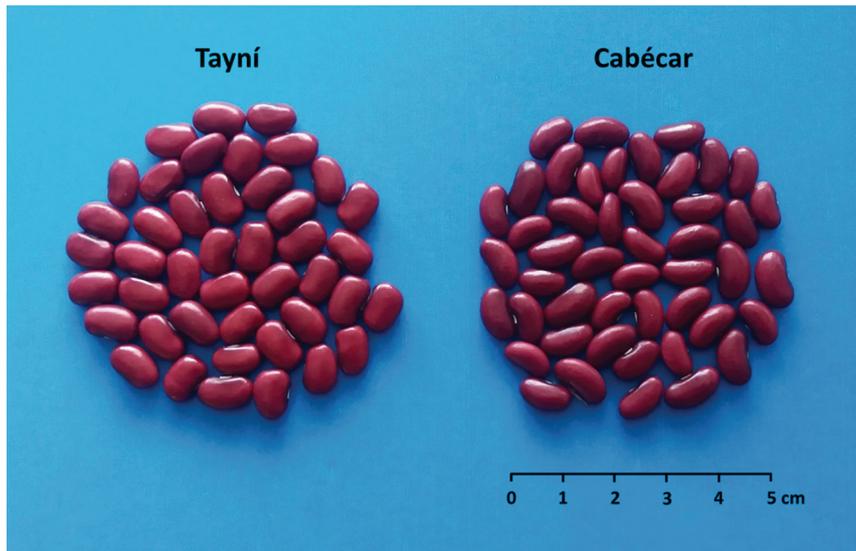


Figura 1. Comparación de la tonalidad del color del grano de las variedades de frijol común Tayní (grado 5) y Cabécar (grado 6), según la escala de Melgar (2004). Alajuela, Costa Rica, 2020.

La decoloración del grano de frijol en variedades de grano rojo es un factor de penalización del precio durante la compra del grano. Este problema se presenta cuando la cosecha coincide con condiciones lluviosas, como sucede en algunas ocasiones en los cantones de La Cruz, Upala y Los Chiles, y en la primera época de siembra en la zona de Pejibaye y localidades cercanas (área limítrofe entre Pérez Zeledón y Buenos Aires). De acuerdo con la norma técnica RTCR 384:2004 (MEIC *et al.* 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 del grano indicaron que Tayní presentó un promedio de 1,2% de decoloración en comparación con el testigo Cabécar, que presentó un 2,8%. Esta característica, junto con la tonalidad del color

del grano, le dan a Tayní una ventaja comercial con respecto a Cabécar y la posibilidad de que las personas productoras que la siembren obtengan mayores beneficios económicos.

Con base en las condiciones en que fue evaluada y seleccionada, la variedad Tayní presentó un hábito de crecimiento indeterminado arbustivo con guías cortas (tipo II) y una arquitectura erecta y compacta. Alcanzó la floración entre los 35 y 37 dds, la madurez fisiológica a los 66 dds y la madurez de cosecha entre los 73 y 75 dds. Sus flores son blancas, las vainas inmaduras verdes, las vainas maduras amarillo claro y las vainas secas de color crema (Figura 2). El promedio de semillas por vaina es de 6, con forma ovoide y color rojo claro brillante al secarse (Figura 1). El peso promedio de 100 semillas fue de $21,19 \pm 0,48$ g (al 12% de humedad).

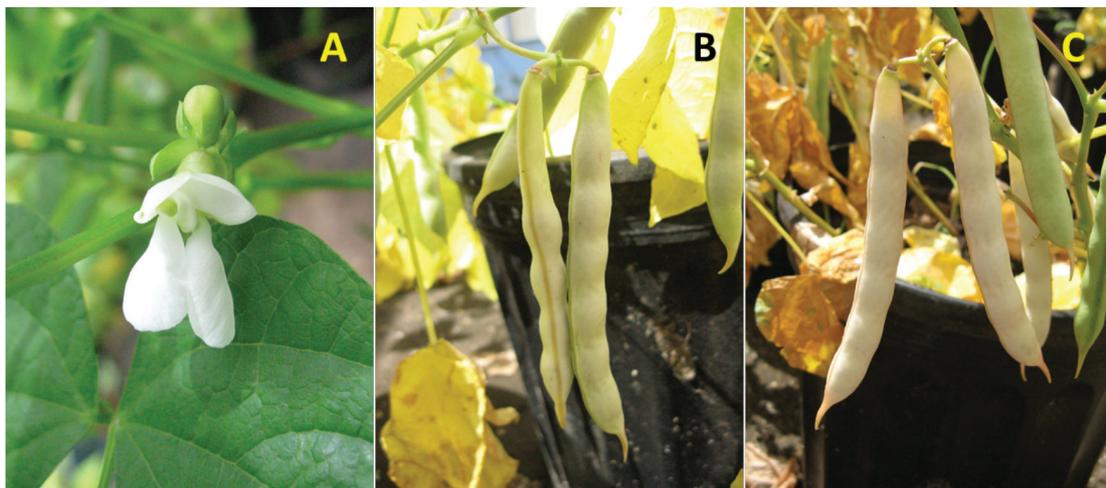


Figura 2. Flores (A), vainas en madurez fisiológica (B) y de cosecha (C) de la variedad Tayní. Alajuela, Costa Rica. 2020.

La variedad Tayní fue liberada el 23 de febrero del 2012 en Pueblo Nuevo, Upala, Alajuela. Es producto del trabajo conjunto del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Universidad de Costa Rica (UCR), en colaboración con el Programa de Investigaciones en Frijol de la EAP/Zamorano en Honduras. Esta variedad fue registrada con el número FR-004-195 en la Oficina Nacional de Semillas (ONS) de Costa Rica. El nombre “Tayní es derivado de la lengua Cabécar, un grupo indígena de Costa Rica, y corresponde al territorio indígena del mismo nombre, localizado en el distrito de Valle de La Estrella, cantón y provincia de Limón (Rojas-Chaves 1997-1998). La semilla de Tayní puede ser obtenida en la EAP/Zamorano y en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM) de la UCR.

AGRADECIMIENTOS

La investigación que dio origen a Tayní fue financiada por el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, la Universidad de Costa Rica y la Escuela Agrícola Panamericana/Zamorano. Se agradece

el apoyo del Ing. Carlos Cordero Morales del INTA, del Utviklingsfondet (Fondo de Desarrollo Noruego), del Dry Grain Pulses CRSP (USAID Award No. EDH-A-00-07-00005-00), del Programa Colaborativo de Fitomejoramiento Participativo en Mesoamérica (FP-MA), la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (FITTACORI), de Coope Pueblo Nuevo R.L. y de las Asociaciones de Productores de El Águila, Veracruz, Concepción, Guagal y Chánguena.

LITERATURA CITADA

- Almekinders, CJM; Elings, A. 2001. Collaboration of farmers and breeders: Participatory crop improvement in perspective. *Euphytica* 122(3):425-438. DOI: 10.1023/A:1017968717875.
- Araya, CM; Araya, R; Morales, A; Acuña, O; Flores, G. 1999. Informe técnico anual POA 98-99. San José, Costa Rica, Programa de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria – frijol (PROFRIJOL). 53 p.
- Araya-Fernández, CM; Hernández-Fonseca, JC. 2006. Guía para la identificación de las enfermedades del frijol más comunes en Costa Rica. San José, Costa Rica, MAG. 44 p.

- Araya-Villalobos, R; Hernández-Fonseca, JC. 2006. Mejora genética participativa de la variedad criolla de frijol "Sacapobres". *Agronomía Mesoamericana* 17(3):347-355. DOI: 10.15517/AM.V17I3.5170.
- Araya-Villalobos, R; Hernández-Fonseca, JC. 2007. Variedades de frijol de grano rojo, obtenidas por fitomejoramiento participativo en Costa Rica 2000 - 2007. Alajuela, Costa Rica, Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno. 20 p.
- Blair, MW; Rodríguez, LM; Pedraza, F; Morales, F; Beebe, S. 2007. Genetic mapping of the bean golden yellow mosaic geminivirus resistance gene *bgm-1* and linkage with potyvirus resistance in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theoretical and Applied Genetics* 114(2):261-271. DOI: 10.1007/s00122-006-0428-6.
- Chaves-Barrantes, NF; Araya-Fernández, 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. DOI: 10.15517/AM.V23I1.2013.
- Chaves-Barrantes, NF; Araya-Fernández, CM. 2014. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el Cultivo de Frijol. Heredia, Costa Rica, Editorial de la Universidad Nacional (EUNA). 129 p.
- Chaves-Barrantes, NF; Hernández-Fonseca, JC; Araya-Fernández, CM. 2016. Determinación de la capacidad de transmisión por semilla del amachamiento del frijol (*Aphelenchoides besseyi* Christie). *Agronomía Mesoamericana* 27(1):109-113. DOI: 10.15517/am.v27i1.21890.
- Chaves, N; Cervantes, E; Zabalgoceazcoa, I; Araya, CM. 2013. *Aphelenchoides besseyi* Christie (Nematoda: Aphelenchoididae), agente causal del amachamiento del frijol común. *Tropical Plant Pathology* 38(3):243-252.
- 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.
- Graham, P; Rinalli, P. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research* 53:131-146.
- Haley, SD; Afanador, L; Kelly, JD. 1994. Identification and application of a random amplified polymorphic DNA marker for the *I* gene (potyvirus resistance) in common bean. *Phytopathology* 84:157-160.
- Hernández-Fonseca, JC. 2009a. Clima y suelos. *In* Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Manual de recomendaciones técnicas para el cultivo de frijol. Hernández, JC; Ramírez, L (eds.). San José, Costa Rica, Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). p. 17.
- Hernández-Fonseca, JC. 2009b. Zonas de cultivo y épocas de siembra. *In* Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Manual de recomendaciones técnicas para el cultivo de frijol. Hernández, JC; Ramírez, L (eds.). San José, Costa Rica, Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). p. 18.
- Hernández, JC; Araya, R. 2004. Logros de la implementación del fitomejoramiento participativo (FP) en frijol en Costa Rica. *In* Reunión Anual del Sector Frijolero de Costa Rica (8, 2004, Santa Clara, Costa Rica). Araya, R; Hernández, JC (eds.). Memoria. San José, Costa Rica, SIEDIN. p. 13-24.
- Hernández, JC; Araya, R; Morales, A. 2001. Bribrí, nueva variedad de frijol rojo pequeño para Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 12(1):15-23. DOI: 10.15517/AM.V12I1.17242.
- Hernández, JC; Chaves, NF; Araya, R; Beebe, S. 2018. "Diquís", variedad de frijol común rojo brillante. *Agronomía Costarricense* 42(1):127-136.
- Holdridge, LR. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- Ishimoto, M; Chrispeels, MJ. 1996. Protective mechanism of the Mexican bean weevil against high levels of α -amylase inhibitor in the common bean. *Plant Physiology* 111:393-401.
- Lépiz, R. 1997. Valor agronómico, un criterio de evaluación. Hojas de PROFRIJOL. N°. 4. Guatemala, Guatemala. s.p.
- Lorenzo, E; Guerra, P; Rodríguez, R; Rivera, E; González, F; Jiménez, V; Rojas, E. 2003. Validación de frijol de grano rojo pequeño en Chiriquí, Panamá. *Agronomía Mesoamericana* 14(1):11-14. DOI: 10.15517/AM.V14I1.11956.
- Melgar, H. 2004. Cartilla para evaluar color de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Escuela Agrícola Panamericana/Zamorano. Honduras. 1 p.
- MEIC (Ministerio de Economía, Industria y Comercio), Ministerio de Salud (MS), y Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2005. Decreto Ejecutivo N°. 32149-MEIC-S-MAG. Reglamento Técnico RTCR 384:2004 Frijol en Grano. Diario oficial La Gaceta N°. 3 del 05 de enero del 2005. s.p.
- Melotto, M; Afanador, L; Kelly, JD. 1996. Development of a SCAR marker linked to the *I* gene in common bean. *Genome* 39:1216-1219. DOI: 10.1139/g96-155.
- Miklas, PN; Johnson, E; Stone, V; Beaver, JS; Montoya, C; Zapata, M. 1996. Selective mapping of QTL conditioning disease resistance in common bean. *Crop Science* 36:1344-1351.
- Miklas, PN; Kelly, JD; Beebe, SE; Blair, MW. 2006. Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical to MAS breeding. *Euphytica* 147:105-131. DOI: 10.1007/s10681-006-4600-5.
- Morales, FJ. 2000. El mosaico dorado y otras enfermedades del frijol común causadas por geminivirus transmitidos por mosca blanca en la América Latina.

- Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 169 p.
- Muñoz, G; Giraldo, G; De Soto, JF. 1993. Descriptores varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 174 p.
- Rodríguez-González, S; Fernández-Rojas, SE. 2015. Prácticas culinarias asociadas al consumo de frijoles en familias costarricenses. *Agronomía Mesoamericana* 26(1):145-151. DOI: 10.15517/am.v26i1.16937.
- Rojas-Chaves, C. 1997-1998. Revitalización lingüística de las lenguas indígenas de Costa Rica. *Estudios de Lingüística Chibcha* 16:9-17.
- Rosas, JC. 2001. Aplicación de metodologías participativas para el mejoramiento genético de frijol en Honduras. *Agronomía Mesoamericana* 12(2):219-228. DOI: 10.15517/AM.V12I2.17238.
- Rosas, JC; Castro, A; Flores, E. 2000. Mejoramiento genético del frijol rojo y negro mesoamericano para Centroamérica y El Caribe. *Agronomía Mesoamericana* 11(2):37-43. DOI: 10.15517/AM.V11I2.17305.
- Rosas, JC; Guachambala, M; Ramos, RA. 2009. Guía ilustrada para la descripción de las características de variedades del frijol común. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 22 p.
- Rosas, JC; Hernández, JC; Araya, R. 2003. 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.
- Salazar-Rojas, JJ. 1999. Situación actual y perspectivas de la producción de frijol en Costa Rica. *In III Taller Anual de Resultados de Investigación y Transferencia en Tecnología del PITTA-FRIJOL (1999, Alajuela, Costa Rica)*. Araya, CM; Araya, R; Hernández, JC (eds.). Memoria. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. p. 11-18.
- Singh, SP; Schwartz, HF. 2011. Breeding common bean for resistance to insect pest and nematodes. *Canadian Journal of Plant Science* 91(2):239-250. DOI: 10.4141/CJPS10002.
- Urrea, CA; Miklas, PN; Beaver, JS; Riley, RH. 1996. A codominant randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) marker useful for indirect selection of BGMV resistance in common bean. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 121(6):1035-1039. DOI:10.21273/JASHS.121.6.1035.
- Vahrson, WG; Palacios, G. 1993. Datos complementarios de erosión, escorrentía y pérdida de nutrimentos en Cerbatana de Puriscal: resultados 1991. *Agronomía Costarricense* 17(2):95-98.
- Villalobos, R; Jiménez, E; Hernández, K; Córdoba, J; Solano, P. 2013. Descripción del clima. Cantón de Upala. San José, Costa Rica, Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) e Instituto Meteorológico Nacional (IMN). 18 p.
- Weather Spark. 2020. El clima promedio en Santiago, Puriscal, San José, Costa Rica (en línea). Consultado 06 abr. 2020. Disponible en <http://www.es.weatherspark.com/y/15451/Clima-promedio-en-Santiago-Costa-Rica-durante-todo-el-año>



