



# AVANCES EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE *Phaseolus albicarminus* Debouck y N. Chaves, MEDIANTE INJERTO

Sabogal-Carvajal, R.\* , Gereda, J.M., Mestizo, A., Ypiales, J., Santaella, M. & Debouck, D.G.  
Programa de Recursos Genéticos , Alianza Bioersity International – CIAT, 763537, Cali, Colombia.

Email: \* [r.sabogal@cgiar.org](mailto:r.sabogal@cgiar.org).

2 de diciembre 2021

Equipo de regeneración de germoplasma de fríjol

# Banco de germoplasma en Palmira Valle del Cauca - Colombia



37,938

Fríjol

Explorar colección y  
solicitar muestras



6,155

Yuca

Explorar colección y  
solicitar muestras



22,694

Forrajes tropicales

Explorar colección y  
solicitar muestras

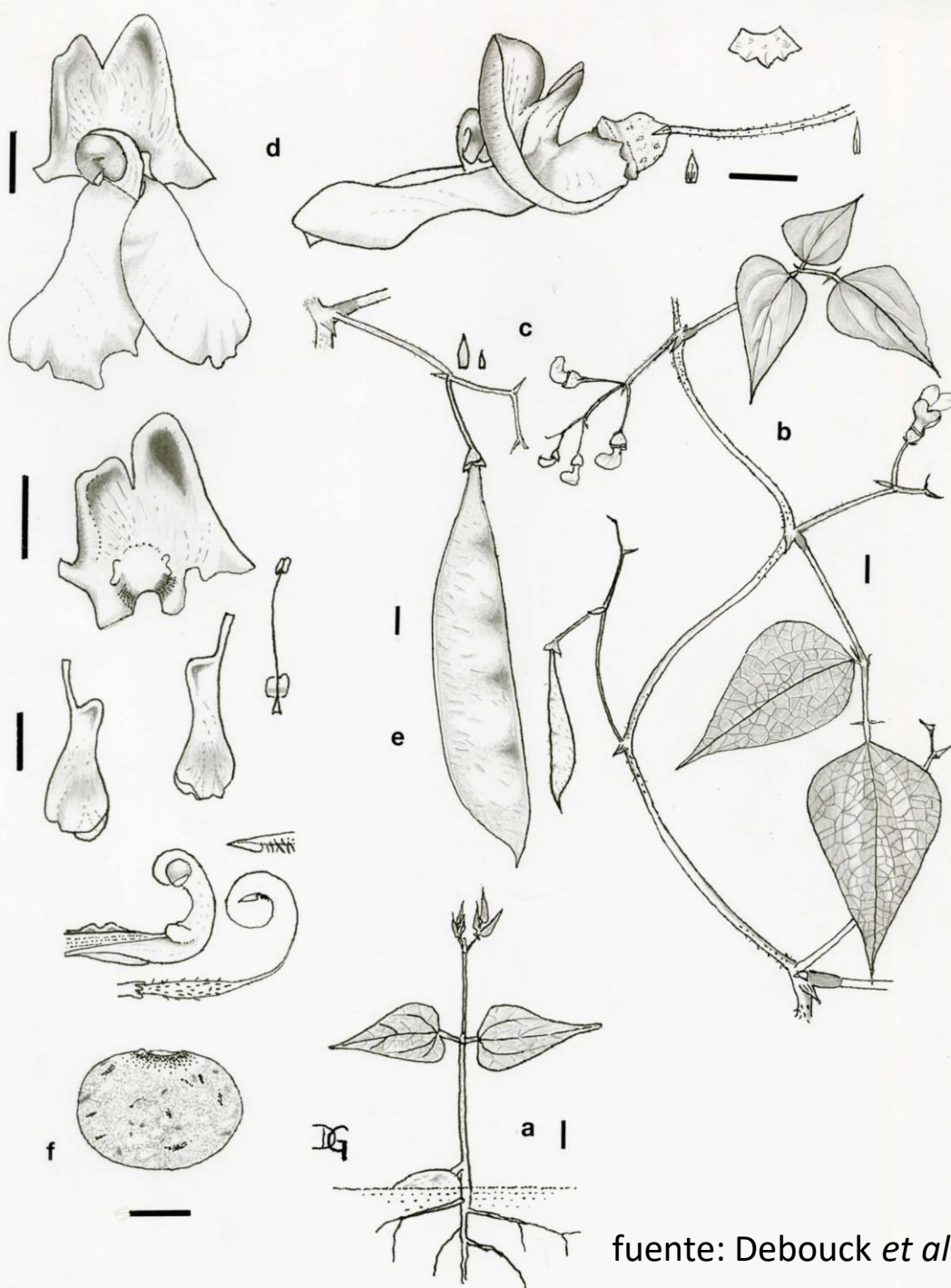
<https://ciat.cgiar.org/what-we-do/crop-conservation-and-use/>

Alianza



Protegiendo los alimentos  
para el mundo

# Phaseolus albicarminus (G40901)



fuelle: Debouck *et al.*, 2020

Pasaporte		
Identificación	Número de material	G40901
	Código CIAT	G40901
	DOI	10.18730/K56FX
	Sinónimos	DGD-3242
	Nombres comunes	
Información taxonómica	Género	<i>Phaseolus</i>
	Especie	<i>albicarminus</i>
	Subespecie	
	Variedad	
Observaciones ecológicas	Estado biológico	Silvestre
	Naturaleza del material	
	Colección núcleo	No
Geografía	País	Costa Rica
	Departamento	San Jose
	Municipio	San Lorenzo De Tarrazu
	Sitio	2 km SW de San Francisco, 3 km NE de Paritilla
	Altitud (msnm)	1837.0
	Latitud (decimal)	9.69
	Longitud (decimal)	-84.12
	Mapa	
Información de recolección	Fecha de recolección(dd-mm-yyyy): 10-12-2012 Nombre del colector: Daniel Gabriel Debouck, Rodolfo Araya Villalobos, Karolina Martinez Umaña Informe de colecta:	
Información del donante	Nombre: Rodolfo Araya Villalobos Institución: PROJECT CIAT/FAO-CRI/EEFBM-UCR País: Costa Rica Fecha de recibo: (dd-mm-yyyy)05-06-2013	

fuelle: CIAT 2021

**Injerto de**  
*Phaseolus*  
*albicarminus*  
**(G40901) sobre**  
*Phaseolus*  
*dumosus*  
**(G35684):**



fotos: Ramírez, J., Ypiales, J. y Sabogal – Carvajal, 2021



**SIRGEAC**  
COLOMBIA 2021

**AGROBIODIVERSIDAD,**  
un mundo de oportunidades en tiempos de crisis.

## Comparación de rasgos de *Phaseolus albicarminus* entre el sitio de colecta y el sitio de regeneración.

Rasgos	(Tarrazú, provincia de San José, Costa Rica, elevación, 1837 msnm)	(Cerrito, Valle del Cauca, Colombia, elevación, 2160 msnm)
folíolo terminal (largo & ancho) mm	76-84 × 45-49	90 x 48
pedicelo (largo y diámetro) mm	10–21 x 1 o menos	18 x 0,7
➔ tamaño de la planta m	4-6	4,2
vaina (largo y ancho) mm	47-78 × 12-16	54 x 13
➔ semilla (largo, ancho y grosor) mm	12–13 × 10 x 3–4	11,57 x 9,39 x 3,29
peso de 100 semillas gr	23	23,5

adaptado de: Debouck *et al.*, 2020



**SIRGEAC**  
COLOMBIA 2021

**AGROBIODIVERSIDAD,**  
un mundo de oportunidades en tiempos de crisis.

*P. (vulgaris X dumosus)* (G 36387)--- *P. dumosus* (G 35719)

*P. hygrophilus* (G40815)-----  
*P. dumosus* (G35684)

*P. chiapasanus* (G40790)---  
*P. dumosus* (G35684):

*P. chiapasanus* (G40790) -----  
*P. oligospermus* (G40542):

*P. albicarminus* (G40901)-----  
*P. oligospermus* (G40542):



fotos: Sabogal – Carvajal ,2019, 2020



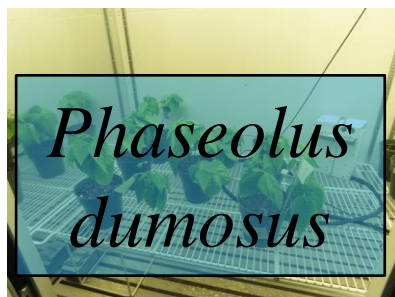
**SIRGEAC**  
COLOMBIA 2021

**AGROBIODIVERSIDAD,**  
un mundo de oportunidades en tiempos de crisis.

# Conclusiones



fotos: Sabogal –  
Carvajal ,2021



fotos: Pastor  
Corrales y  
Schwartz, 1994



El injerto permite tener varias plantas adultas sin tener que sacrificar más semillas originales



Es preciso seguir investigando con el fin de identificar otras especies compatibles como portainjertos



**SIRGEAC**  
COLOMBIA 2021

**AGROBIODIVERSIDAD,**  
un mundo de oportunidades en tiempos de crisis.

**Componente Vegetal**

## PROGRESS IN SEED PRODUCTION OF *Phaseolus albicarminus* Debouck & N. Chaves, BY USE OF GRAFTING

Sabogal-Carvajal, R., Gereda, J.M., Mestizo, A., Ypiales, J., Santaella, M. & Debouck, D.G.  
Genetic Resources Program, Alliance Bioversity International - CIAT, 763537, Cali, Colombia. Email: [rsabogal@cgiar.org](mailto:rsabogal@cgiar.org).

*Phaseolus albicarminus* is a wild bean species (Papilionoideae: Phaseoleae) kept in CIAT genebank (accession G40901) at recently described (Debouck et al. 2020) but is unavailable for further research due to lack of seeds for distribution. Originally collected in the county of Tarrazú, province of San José, Costa Rica in 2012 (Araya-Villalobos et al. 2014), the material bloomed and set seeds in the CIAT station of Santa Rosa (county of Popayán, Cauca, Colombia; coordinates: lat. N 02° 31' 02.6", long. W 76° 38' 04.8", elev. 1,765 masl). To increase the number of original plants for seed production, a grafting technique has been assayed. Grafting has been used successfully in beans, namely, to multiply interspecific crosses (Gursumay et al. 2010), or to understand physiological disorders or reactions (Izquierdo & Hosfield 1982, White & Castillo 1989).

*Phaseolus dumosus* Macfadyn, a species that is naturally distributed as a weed in the Colombian Andes (Schmit & Debouck 1991) and tolerant to many fungal diseases, as well as anthracnose and angular leaf spot, has been used as rootstock. The accession G25684 (from the county of San Cristóbal de las Casas, Chiapas, Mexico; coord.: lat. N 16° 45' 3.92", long. W 92° 40' 11.63", elev. 2,113 masl) was selected because of its possible adaptation to the ecological conditions of the station of Tenerife (county of Cerrito, Valle del Cauca, Colombia; coord.: lat. N 03°41'30", long. W 76°04'23", elev. 2,160 masl), into which the cultivation was planned. The seed of *P. dumosus* was planted in June 2, 2020, after rinsing the testa with sodium hypochlorite (2%) for 3 seconds and water. At 7 days the seedling was planted in a 1.5-liter pot filled with a mix 1:1 of humus and coconut fiber; it was placed in a growth chamber with 16 hours day-length, light intensity of 480 μmoles, and 20°C in temperature and 80% relative humidity (light period) and 14°C and 90% humidity (dark period). At 15 days, a shoot of *P. albicarminus* (5 cm long, diameter of 1.2 mm) was cleft grafted on the *P. dumosus* rootstock, using a plastic tube (2.0 cm long, 3.0 mm diameter) to maintain close proximity of both plant parts (Figure 1c). Eight days after grafting, growth of the *P. albicarminus* shoot resumed, while the plant material was kept in the growth chamber.

Five months after grafting, the plant material was planted in the soil at the Tenerife station. Three months later (or eight months after grafting), floral buds were noted, with anthesis occurring nine months after grafting, the pollen was tested for viability resulting in more than 70% (Figure 1f). Thirty-eight days after anthesis, the first pods were formed. Two pods, each with one seed towards the pod beak (Figures 1j, 1l), were harvested, about one year after grafting. Some characteristics were compared (Table 1), with the same material in its site of origin in Costa Rica, reaching the conclusion that the grafting technique of *P. albicarminus* on *P. dumosus* allows a normal development of the plant, demonstrating it is an alternative for regeneration in the germplasm banks. The evolution of the graft is shown in Figure 1.

Traits	(Tarrazú, province of San José, Costa Rica, elev. 1,827 masl)	(Cerrito, Valle del Cauca, Colombia, elev. 2,160 masl)
terminal leaflet (length & width) mm	76.84 x 45.49	90 x 48
pedicel (long & diameter) mm	10-21 x 1 or less	18 x 0.7
plant size cm	4.6	4.2
pod (length & width) mm	47.78 x 12-16	54 x 13
seed (length, width & thick) mm	12-13 x 10 x 3-4	11.57 x 9.93 x 3.29
100-seed weight g	23	23.5

**Figure 1.** Evolution of the grafting of *P. albicarminus* over *P. dumosus*. (a) Definition and sowing of rootstock (seed). (b) Germination of rootstock. (c) Union of rootstock with plastic capillary. (d) Transfer and transplanting the graft to the Tenerife station. (e) Flower buds and first open flowers. (f) viable pollen grains. (g) view of vegetative development and abundant flowering. (h) Point of union one year after grafting. (i) First fruits in formation. (j) Fruits in filling and physiological maturity. (k) first seed harvested. (l) Photos: Jairo Ypiales, Julio Ramirez and Ramiro Sabogal Carvajal.

**Table 1.** Comparison of traits of *Phaseolus albicarminus* between original collection site and place of regeneration.

**Acknowledgments**  
This work has been supported by the Global Crop Diversity Trust. The authors thank the following persons for various support during this research: S. Gómez, J. Martínez, J.C. Ramirez, G. Rosero, F. Wenzl and all the staff of the Genetic Resources Program of CIAT, especially the team genotyping regeneration levels. The growth chambers have been purchased thanks to a grant provided by the Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) of Germany.

**References**  
Araya-Villalobos, R., Toro Chico, D., Martínez Uspigra, R., & Debouck, D. G. (2014). *Phaseolus albicarminus*, a new and wild bean species from Costa Rica. *Hereditas from Centro International de Agricultura Tropical (CIAT)*.  
Debouck, D.G., Chaves-Berrios, R., & Ypiales, J. (2020). *Phaseolus albicarminus* (Leguminosae, Papilionaceae). A new wild bean species from the southern border of southern central Costa Rica. *Phytotaxa*, 440(1), 1-14. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.440.1.1>  
Gursumay, A., Sait, S., & Karamoglu, A. (2010). Grafting in beans: In common bean breeding. *Canadian Journal of Plant Science*, 90(1), 109-120. <https://doi.org/10.1139/CJPS-90-1-109>  
Izquierdo, J. A., & Hosfield, G. L. (1982). A simplified procedure for testing seed viability and the evaluation of germination rate. *Annals of Applied Biology*, 95(2), 257-272. <https://doi.org/10.1017/S0021871802000206>  
Schmit, M., & Debouck, D. (1991). Observations on the origin of *Phaseolus polyanthus* Gouan. *Ann. Bot.* 48 (4): 573-582.  
White, J. W., & Castillo, I. A. (1989). Relative Effect of Root and Shoot Genotypes on Yield of Common Bean under Drought Stress. *Crop Science*, 29(2), 363. <https://doi.org/10.2135/cropsci1989.292363a>

**AGROBIODIVERSIDAD, un mundo de oportunidades en tiempos de crisis.**



<https://www.sirgeac.net/>

**Componente Vegetal**

## INCREMENTO EXITOSO DE SEMILLAS DE *Phaseolus tuerckheimii* Donnell-Smith

Sabogal-Carvajal, R., Mestizo, A., Ypiales, J., Gereda, J.M., Santaella, M. Santos, L.G. y Debouck, D.G.  
Programa de Recursos Genéticos, Alianza Bioversity International - CIAT, 763537, Cali, Colombia. Email: [rsabogal@cgiar.org](mailto:rsabogal@cgiar.org).

Las especies silvestres a menudo son reportadas como difíciles y por ende costosas de multiplicar en el trabajo de los bancos de germoplasma (Pucknett et al. 1987). A continuación se presenta un ejemplo que demuestra que esta afirmación merece una consideración adicional. La multiplicación de semillas de *Phaseolus tuerckheimii* Donnell-Smith (1913, p. 54), se realizó en la estación experimental de Tenerife (Colombia, Valle del Cauca, Cerrito, lat. N 03°41'30", long. W 76°04'23", elevación 2,160 msnm). El propósito era obtener 2,000 semillas viables y sanas para la conservación a largo plazo, el duplicado de germinación, en el menor tiempo posible y bajo los estándares de calidad (Gereda et al. 2018, p. 18). *P. tuerckheimii* es una especie de frijol silvestre de la sección *Brevilegumeni* (Freitag y Debouck 2002). Es una liana perenne de hasta 10 m de altura, con hábito de crecimiento indeterminado y más de 25 racimos laterales. Los registros indican que prospera en los bosques montanos de América Central, desde Chiapas, México hasta Chiriquí, Panamá (Freitag y Debouck 2002). Sus semillas son de comportamiento ortodoxo. La accesión G40578 es una colecta realizada por uno de los autores (DGD-1617) en Sacatepéquez, Guatemala, en diciembre de 1985; la población se encontró a 1,820 msnm (Debouck 2020). Los intentos de obtener semillas en Palmira (lat. N 03°30'19", long. W 76°21'16", elev. 980 msnm) y Popayán (lat. N 02°31'02.6", long. W 76°38'04.8", elev. 1,765 msnm) fracasaron.

Dado que esta accesión puede requerir bajas temperaturas para la floración y fructificación, se consideraba que la estación de Tenerife podría funcionar. Para ello, el 2 de septiembre de 2019 se trasplantó una planta de la estación de Popayán en Tenerife justo en el lado de un poste móvil que permitía a la planta trepar libremente por él. La idea del poste móvil (Figura 1a) era proporcionar altura a la planta, que se espera que florece abundantemente, pero en la parte superior (como se observó en el sitio de recolección), y al mismo tiempo permitir algunas operaciones básicas como la toma de datos, el control de enfermedades o plagas y la cosecha. El poste puede ampliarse añadiendo tubos de PVC adicionales en el extremo, el contrapeso lo proporcionan botellas de plástico recicladas llenas de agua o piedras, y colocadas en una cesta de alambre. La cesta de alambre está a 1 m del pivote. A medida que la planta crece y gana biomasa, se pueden añadir más botellas para mantener el poste en posición vertical. Si el operador desea tener acceso a la planta, las botellas se retiran progresivamente para permitir un descenso lento (Figura 1e). La planta comenzó a florecer el 18 de noviembre de 2019 (2.5 meses después del trasplante). En junio de 2020, se habían cosechado un total de 4,191 semillas o 239.7 gr y se ha comprobado positivamente su viabilidad y su estado sanitario. En julio de 2020 la biomasa de peso fresco de la parte aérea alcanzó los 50.7 kg (5.2 kg de peso seco); y esto provocó daños en el poste móvil en varias ocasiones. Esto sugiere que es necesario una estructura de poste más fuerte.

Gracias a la abundante disponibilidad de semillas, esta especie puede ser probada en cuanto a reacción a plagas, dada su fuerte pubescencia. Las perspectivas de transferencia directa de genes en especies cultivadas como el frijol común parecían, porque *P. tuerckheimii* pertenece al otro clado (Porch et al. 2013). Sin embargo, la activación o el silenciamiento de genes a través de la edición de germoplasma (Hickey et al. 2019) prometen ser una forma alternativa de utilizar *P. tuerckheimii* una vez que se conozca mejor su genética.

**Figure 1.** Estructura de soporte para el cultivo de *Phaseolus trepador*: a) la estructura de soporte, poste vertical móvil en una sola planta de la accesión G40578, completamente desarrollada, en julio de 2020. c) abejero in situ trabajando en *P. tuerckheimii*, de semillas de G40578. e) el poste en posición horizontal para aplicaciones y cosechas seguras.

**Agredimientos**  
Este trabajo fue financiado por el Global Crop Diversity Trust. Los autores agradecen a los siguientes personas su apoyo durante esta investigación: M. Cuervo, I. Domínguez, H. Escobar, S. Gómez, F. Gil, J. Martínez, C. Perenguez, G. Rosero, F. Wenzl y todo el personal del Programa de Recursos Genéticos del CIAT, especialmente al equipo de regeneración de germoplasma de frijol.

**Referencias**  
Debouck, D.G. (2020). *Cahiers de phytogéographie – section Brevilegumeni*. Freitag, International Center for Tropical Agriculture, Cali, Colombia. 88 p. Available from: <http://ictp.cgiar.org/what-we-do/crop-conservation-and-use/in-program-files>. (accessed on 23 June 2020).  
Freitag, G.F. & D.G. Debouck. 2002. Taxonomy, distribution, and ecology of the genus *Phaseolus* (Leguminosae: Papilionaceae) in North America, Mexico and Central America. *SIDA Bot. Misc.* 23: 1-300.  
Gereda, J., R. Sabogal, D. G. Debouck and F. Wenzl. 2018. Handbook of procedures of the regeneration and characterization of genetic resources of beans at CIAT. Genetic Resources Program. International Center for Tropical Agriculture, Cali, Colombia. 102p.  
Hickey, J. A., A. Walker, A. Robinson, S.A. Jackson, S.C.M. Leah Bertoli, M. Torcar, G.L. Godwin, B.J. Hayes & R.H. Wurtl. 2018. Breeding crops to feed 10 billion. *Nature Biotechnology* 1: 1-11.  
Pucknett, D.L., N.A. Smith, J.T. Williams & N. Martin-Antolínez. 1987. Gene banks and the world's food. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA. 247p.  
Porch, T.O., J.S. Beaver, D.G. Debouck, S. Jackson, J.D. Kelly & H. Dempewolf. 2013. Use of wild relatives and closely related species to adapt common bean to climate change. *Agronomy* 3: 433-441.  
Smith, J.D. 1913. Undescribed plants from Guatemala and other Central American Republics. *XIXVII. Bot. Gaz.* 56 (3): 51-62.

**AGROBIODIVERSIDAD, un mundo de oportunidades en tiempos de crisis.**



<https://www.sirgeac.net/>

**Componente Vegetal**

## SUCCESSFUL SEED INCREASE OF *Phaseolus chiapasanus* Piper

Gereda, J. M., Mestizo, A., Ypiales, J., Sabogal, R., Santaella M., Santos L. G. y Debouck D.G.  
Genetic Resources Program, Alliance Bioversity International - CIAT, Cali, COLOMBIA E mail: [jgereda@cgiar.org](mailto:jgereda@cgiar.org).

*Phaseolus chiapasanus* is a wild bean of its own: it has the largest flowers in the genus (30x35 mm), big pods (120x20 mm) and discoid seeds (diam. 12 mm, 27.6 g/ 100 seeds), and upon drying all vegetative and reproductive plant parts turn black (Freitag & Debouck 2002). Its tricolporate pollen is unique, showing some affinity with the genus *Sipmidoitropsis* (Piper) (Delgado-Salinas et al. 1982). It also has affinities with the sections *Brevilegumeni* and *Xanthotricha* (Delgado-Salinas et al. 2006), but its unique morphology justifies a separate section *Chiapasana* A. Delgado (1985). As most species of the genus, its karyotype is 2n=2x=22 (Mercado-Ruaro & Delgado-Salinas 1996). Although originally described from Chiapas in Mexico (Piper 1921), it also occurs in Oaxaca and Veracruz (Debouck 2014). So far no records exist for western Guatemala. It is a tall liana up to 10 m high, climbing in a humid lower montane tropical transition forest, where deforestation is high because of coffee plantations. It is thus interesting to have a few accessions in genebanks (four accessions exist in CIAT genebank) in order to know more about its potential. In addition, it is important to develop regeneration capacity, of which some details are reported hereafter.

Given the original ecology (accession G40794 was collected in Santiago Xanica county from Oaxaca, Mexico, at 1,400 masl) the material was planted in Tenerife (Colombia, Valle del Cauca, Cerrito, lat. N 03°41'30", long. W 76°04'23", elev. 2,160 masl), in a screen house with plastic roof and anti-aphids mesh wall where the mean temperature was 25.7°C (15.1°C-34°C), and a mean relative humidity of 59.8% (36.6%-90.9%). A total of 30 plants were established in a row (Figure 1). After 2 years and 20 days (750 days in total), 1,614 seeds were obtained (approved for viability (92%) and health, according to the standards of CIAT genebanks; Gereda et al. 2018) (Figure 2). Flowering (with pollen viability of 95.6%) started 121 days after planting and was continuous while peaking three times in a year. The development of the pod from anthesis to maturity lasted 64 days. Hand pollination significantly increased the seed set (Figures 2 and 3).

**Figure 3.** Features of the biological cycle of *P. chiapasanus* (G40794) in Tenerife station; clockwise from upper left: (a) close-up of one day after anthesis with lilac color of petals fading and a black spot at the sinus of the standard upper margin, (b) exposure of stigma by pressing the lower leg, (c) bringing pollen on the stigma with help of pencil point, (d) tuberos root systems and lower stems of three plants in a row.

**Figure 1.** Row of *P. chiapasanus* plants established in a mesh-house in Tenerife; left scale 1 m high.


**Figure 2.** Evolution of seed production over time.

**Figure 3.** Biomass produced in g (fresh weight) between the underground and aerial parts of four plants of *P. chiapasanus* sown in Tenerife 1,056 days after planting.

**ACKNOWLEDGMENTS**  
The authors thank the following individuals for help at various steps of this research: L.A. Cruz-Liberos, M. Cuervo, I. Domínguez, C. Franco, H. Escobar, S. Gómez, F. Gil, J. Martínez, C. Perenguez, G. Rosero and F. Wenzl. This work has been supported by the Global Crop Diversity Trust. The growth chambers have been purchased thanks to a grant provided by the Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) of Germany.

**REFERENCES**  
Debouck, D.G. 2014. *Cahiers de phytogéographie – section Chiapasana* A. Delgado. International Center for Tropical Agriculture, Cali, Colombia. 8p. Available from: <http://ictp.cgiar.org/what-we-do/crop-conservation-and-use/in-program-files>. (accessed on 27 August 2020).  
Delgado-Salinas, A.O. 1985. Systematics of the genus *Phaseolus* (Leguminosae) in North and Central America. Ph.D. Thesis, Univ. of Texas-Austin, Texas, USA. 388p.  
Delgado-Salinas, A., R. Biber & M. Lavin. 2006. Phylogeny of the genus *Phaseolus* (Leguminosae): a recent diversification in an ancient landscape. *Syst. Bot.* 31 (4): 779-791.  
Delgado-Salinas, A., E. Martínez-Hernández & P. Fernández-Ontón. 1982. Estudio del polen de *Phaseolus chiapasanus* Piper (Leguminosae: Phaseolaceae). *Bot. Soc. Bot. México* 43: 25-34.  
Freitag, G.F. & D.G. Debouck. 2002. Taxonomy, distribution, and ecology of the genus *Phaseolus* (Leguminosae-Papilionaceae) in North America, Mexico and Central America. *SIDA Bot. Misc.* 23: 1-300.  
Gereda, J., R. Sabogal, D. G. Debouck and F. Wenzl. 2018. Handbook of procedures of the regeneration and characterization of genetic resources of beans at CIAT. Genetic Resources Program. International Center for Tropical Agriculture, Cali, Colombia. 102p.  
Mercado-Ruaro, P. A. & Delgado-Salinas. 1996. Karyological studies in several Mexican species of *Phaseolus* L. and Vigna Savi (Phaseolaceae, Fabaceae). In: "Advances in legume systematics. Part 8. Legumes of economic importance". B. Picketing & J.M. Lock (eds.). Royal Botanic Gardens, New England, Pp. 83-87.  
Piper, C.V. 1921. Two new legumes from Mexico and Costa Rica. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 34: 41-42.

**AGROBIODIVERSIDAD, un mundo de oportunidades en tiempos de crisis.**



<https://www.sirgeac.net/>



# Referencias (1)

- Araya Villalobos, R., Toro Chica, O., Martínez Umaña, K., & Debouck, D. G. (2014). *Phaseolus albicarminus*, a new and rare wild bean species from Costa Rica. Retrieved from Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) website: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/biblioteca/Phaseolus\\_albicarminus\\_a\\_new\\_and\\_rare\\_wild\\_bean\\_species\\_from\\_Costa\\_Rica.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/Phaseolus_albicarminus_a_new_and_rare_wild_bean_species_from_Costa_Rica.pdf)
- Baggett, J.R., W.A. Frazier & E.K. Vaughan. 1965. Tests of *Phaseolus* species for resistance to *Fusarium* root rot. *Plant Disease Reporter* 49 (7): 630-633.
- Debouck, D. G., Chaves Barrantes, N., & Araya Villalobos, R. (2020). *Phaseolus albicarminus* (Leguminosae, Phaseoleae), a new wild bean species from the subhumid forests of southern central Costa Rica. *Phytotaxa*, 449(1), 1–14. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.449.1.1>
- Gurusamy, V., Bett, K. E., & Vandenberg, A. (2010). Grafting as a tool in common bean breeding. *Canadian Journal of Plant Science*, 90(3), 299–304. <https://doi.org/10.4141/CJPS09077>
- Izquierdo, J. A., & Hosfield, G. L. (1982). A simplified procedure for making cleft grafts and the evaluation of grafting effects on common bean. *HortScience.*, 17, 750–752. Retrieved from <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=catalco.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=058986>

## Referencias (2)

- Mahuku, G.S., C. Jara, C. Cajiao & S. Beebe. 2002. Sources of resistance to *Colletotrichum lindemuthianum* in the secondary gene pool of *Phaseolus vulgaris* and in crosses of primary and secondary gene pools. *Plant Disease* 86 (12): 1383-1387.
- Mahuku, G.S., C. Jara, C. Cajiao & S. Beebe. 2003. Sources of resistance to angular leaf spot (*Phaeoisariopsis griseola*) in common bean core collection, wild *Phaseolus vulgaris* and secondary gene pool. *Euphytica* 130 (3): 303-313.
- Pastor Corrales, Marcial Antonio, Schwartz, Howard F. (eds.). 1994. Problemas de producción del frijol en los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. 734 p. + Figuras a color (p. 735-805). (Publicación CIAT no. 230)
- Schmit, V. & D.G. Debouck. 1991. Observations on the origin of *Phaseolus polyanthus* Greenman. *Econ. Bot.* 45 (3): 345-364.
- White, J. W., & Castillo, J. A. (1989). Relative Effect of Root and Shoot Genotypes on Yield of Common Bean under Drought Stress. *Crop Science*, 29(2), 362. <https://doi.org/10.2135/cropsci1989.0011183X002900020026x>
- Zaiter, H. Z., Coyne, D. P., & Clark, R. B. (1987). Temperature, Grafting method, and rootstock influence on iron-deficiency chlorosis of bean. *Journal of the American Society for Horticultural Science.*, 112, 1023–1026. Retrieved from <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=catalco.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=058993>



# Muchas gracias por su atención

## Equipo de regeneración de germoplasma de fríjol



foto: Marcela Santaella ,2021



**SIRGEAC**  
COLOMBIA 2021



**AGROBIODIVERSIDAD,**  
un mundo de oportunidades en tiempos de crisis.