

Estado actual del mejoramiento genético en el cultivo del banano (*Musa* AAA, subgrupo *Cavendish*), y plátano (*Musa* AAB)

Jéssika P. Torres S^{1*}; Jorge A. Sandoval F²; Rafael Segura³

¹Supervisora de investigaciones Corporación Bananera Nacional (CORBANA); ²Consultor independiente internacional en banano;

³Director de Investigaciones CORBANA.

***Autor de**

Correspondencia:

Jéssika P. Torres S
jetorres@corbana.co.cr

Contribución:

Científica

Sección:

Recursos Genéticos y
mejoramiento

Recibido:

15 Diciembre, 2023

Aceptado:

15 Enero, 2024

Publicado:

16 Abril, 2024

Cita:

Torres SJP, Sandoval FJA y
Segura R. 2024. Estado
actual del mejoramiento
genético en el cultivo del
banano (*Musa* AAA,
subgrupo *Cavendish*), y
plátano (*Musa* AAB).
*Acorbat Revista de
Tecnología y Ciencia* 1(1):
2
<https://doi.org/10.62498/AR.TC.2402>

RESUMEN

Se presenta información técnica y científica sobre el mejoramiento genético clásico y biotecnológico, aplicado a bananos y plátanos (*Musa* AA, BB, AAA, AAB). El objetivo de este estudio fue realizar una investigación de revisión crítica de literatura sobre el estado actual del mejoramiento genético de las musáceas. Enfermedades como la Sigatoka negra, la Fusariosis del banano, el Virus Bunchy Top del Banano (BBTV), y aspectos abióticos, han generado un interés creciente de trabajo en los programas de mejoramiento a nivel mundial. La evidencia histórica confirma que el mejoramiento en *Musa* no ha sido fácil. El trabajo con tipos de banano Cavendish es aún más difícil, pero actualmente se considera que no es imposible. En la actualidad, existen resultados incipientes, promisorios y avanzados, esto con base en la aplicación de la mejora genética clásica y biotecnológica.

Palabras clave: Bunchy Top, *Fusarium*, *Musa*, Resistencia genética, Sigatoka, Genética.

ABSTRACT

Technical and scientific information is presented on classical and biotechnological genetic improvement, applied to bananas and plantains (*Musa* AA, BB, AAA, AAB). The objective of this study was to carry out a critical literature review on the current state of genetic improvement of Musaceae. Diseases like Black Leaf Streak, Banana fusariosis, Banana Bunchy Top Virus (BBTV), and abiotic aspects, have generated a growing interest of work in the main breeding programs worldwide. Genetic improvement in *Musa* has not been easy; historical evidence confirms it. Working with Cavendish types of bananas is even more difficult but is currently considered that this is not impossible. Nowadays, there are incipient, promising, and advanced results, based in the application of classical breeding programs and biotechnological.

Keywords: Bunchy Top, *Fusarium*, Genetic Resistance, *Musa*, Sigatoka, Genetic.



INTRODUCCIÓN

Entre los principales factores bióticos que limitan la productividad del cultivo de banano, se encuentran enfermedades como la Sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis*), enfermedad del Moko (*Ralstonia solanacearum* Raza 2), la Fusariosis (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 1 y Raza 4 tropical Foc R4T) y el Virus Bunchy Top (BBTV) (Orozco *et al.* 2008). El Foc R4T continúa avanzado en Asia, Oceanía, y África y de manera reciente se comprobó la presencia en el continente americano, específicamente en Colombia en el año 2019, en Perú en el año 2021, y posteriormente, en Venezuela en el año 2023 (Martínez *et al.* 2023).

La historia del mejoramiento genético en musáceas alcanza más de 100 años de arduo trabajo, este se ha realizado con la finalidad de obtener plantas resistentes a plagas y enfermedades, y con mejores adaptaciones a las limitantes abióticas. Con lo cual se busca, además, reunir características agronómicas que favorezcan la producción, la seguridad alimentaria de poblaciones locales, y la obtención de productos de calidad de exportación. Del mismo modo, es una herramienta para resolver problemas que no logran ser controlados con ningún otro tipo de manejo, como los que podría estar generando la variabilidad y el cambio climático.

Con base en lo anterior, el objetivo de este estudio fue realizar una amplia investigación bibliográfica sobre el estado actual del mejoramiento genético del banano (*Musa* AAA) Subgrupo Cavendish y el plátano (*Musa* AAB). Esto con la finalidad de disponer de un documento clave y básico para los investigadores en el cultivo de banano, con el acervo de conocimiento que ha significado el historial del mejoramiento genético y así tener mejor criterio científico para la toma de decisiones en los planes de acción y pasos a seguir por entidades dedicadas a trabajar la mejora genética de esta importante planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo mediante la consulta crítica y detallada de literatura científica física y digital, abordando los temas de la historia del mejoramiento genético desde sus inicios, la importancia que representa, las ventajas que genera el uso de material vegetal con resistencia a enfermedades, las limitaciones que presenta el mejoramiento genético convencional y biotecnológico, los desafíos que se enfrentan en el proceso de mejora, los programas de mejoramiento alrededor del mundo y algunos casos de éxito recientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mejoramiento genético en banano vio sus inicios producto de la necesidad de desarrollar alternativas ante la amenaza de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 1. Por lo que el Colegio Imperial de Agricultura Tropical en Trinidad (ICTA) en 1922, fue el primer programa de mejoramiento genético en esta planta, el cual, años después trabajó en conjunto con la United Fruit Company de Honduras, y, posteriormente, fue transferido a la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) en 1984. Otros programas de mejoramiento genético han sido llevados a cabo por diferentes instituciones a lo largo del tiempo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Programas de mejoramiento genético en banano a nivel mundial, 2023.

Programas de mejoramiento
1. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), Honduras.
2. Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria y el Centro Nacional de Investigación en Yuca y Fruticultura Tropical (EMBRAPA-CNPMF), Brasil.
3. Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo y el Departamento de Producción Hortofrutícola (CIRAD-FLHOR), Isla Guadalupe, Francia.
4. La Universidad de Tecnología de Queensland (QUT), Australia.
5. Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), Nigeria.
6. Organización Internacional de Energía Atómica, Austria.
7. Tropic Biosciences, Reino Unido.
8. KeyGene, Estados Unidos.
9. Academia de Ciencias Agrícolas de Guangdong (GDAAS), China.
10. El Instituto de Investigación del Banano de Taiwán (TBRI), Taiwán.
11. Centro Regional de Investigaciones sobre Bananos y Plátanos (CARBAP), Camerún.
12. Centro Nacional de Investigación del Banano (NRBC), India.

Algunos de los principales desafíos que enfrenta el mejoramiento genético convencional son: la partenocarpia, la necesidad de realizar alta cantidad de polinizaciones, la baja producción de semillas, la baja fertilidad femenina, la presencia de ploidía, las semillas recalcitrantes, la obtención de resultados a más largo plazo, la necesidad de personal capacitado y los altos costos del proceso (Vignesh *et al.*, 2020). Debido a estas limitantes, muchos investigadores han implementado otras estrategias tecnológicas como: la inducción física y química de mutaciones, la variación somaclonal, la transgénesis, las cisgénesis, el uso de marcadores moleculares y la edición genética o de precisión. Las cuales se han utilizado de forma individual, o como complemento del mejoramiento convencional, para el desarrollo de híbridos mejorados de una manera rápida y eficiente. Para efectos de este análisis, se presentan a continuación (Cuadro 2) ejemplos de casos exitosos producto del mejoramiento genético en banano y plátano.

El mejoramiento genético del banano y plátano se convierte en una necesidad prioritaria para el sector productivo, considerando la exigente demanda de los mercados en la disminución del uso de agroquímicos, así como las amenazas bióticas y abióticas que enfrenta el cultivo.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, materiales como los diploides mejorados con resistencia al Foc R4T y a la Sigatoka negra, representan actualmente un importante avance para los programas de mejoramiento genético, en la búsqueda de híbridos que cumplan con los requisitos agronómicos, productivos y de mercado que se exigen actualmente. Asimismo, el uso de las diferentes herramientas biotecnológicas y su complemento con el mejoramiento convencional, sugieren nuevos panoramas para enfrentar las principales limitantes que enfrenta el sector agrícola bananero. Por lo cual, se destaca la necesidad en la búsqueda de herramientas que permitan educar a los consumidores hacia un mercado más diversificado que favorezca la producción sostenible de banano y plátano.

CONCLUSIONES

Este tipo de trabajo es una necesidad considerando la problemática que representan enfermedades como Foc R4T, la Sigatoka negra y el Moko, así como de otras emergentes que podrían surgir considerando factores como el cambio en las condiciones climáticas y de manejo del cultivo.

El mejoramiento convencional en el cultivo de banano y plátano se ha realizado desde hace más de 100 años (1922-2023), por lo que el conocimiento, y las bases científicas con las que hoy en día se cuenta son una valiosa experiencia acumulada, y una de sus principales ventajas.

Cuadro 2. Tipos diploides, triploides y tetraploides, y sus resultados producto del mejoramiento genético.

Cultivar	Genoma	Característica	Programa de mejoramiento	Referencia
M53	AA	Resistencia a Foc R4T	EMBRAPA	Amorim <i>et al.</i> (2021).
SH-3142	AA	Resistencia a Foc R4T	FHIA	Mintoff <i>et al.</i> (2020).
FHIA 25	AAB	Resistencia a Sigatoka negra, Foc R4T y BBTv	FHIA	Martínez <i>et al.</i> (2020).
CIRAD 931	AAA	Resistencia a Foc R1 y Foc R4T	CIRAD	Bakry <i>et al.</i> (2021).
'Formosana'	AAA	Resistencia intermedia al Foc R4T	TBRI	Hou <i>et al.</i> (2022).
'Tai-Chiao No. 5' (TC5)	AAA	Resistente al Foc R4T		
'Tai-Chiao No. 7' (TC7)	AAA	Resistente al Foc R4T		
Pei Chiao	AAA	Resistente al Foc R4T	TBRI	López <i>et al.</i> (2020).
Virupakshi	AAB	Resistente a BBTv.	NRCB	
QCAV-4	AAA	Resistente al Foc R4T	QUT	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2023.
Resistant GAL	AAA	Resistente al Foc R4T	Rahan Meristem	
FHIA 2	AAAA	Resistencia a Sigatoka negra y Foc R4T	FHIA	Martínez <i>et al.</i> (2020).
Pacovan Ken	AAAB	Resistencia a Foc R1, Sigatoka negra y amarilla	EMBRAPA	Amorim <i>et al.</i> (2021).

Un resultado contundente de este trabajo, es que los diploides mejorados son la clave para el desarrollo de híbridos superiores y resistentes a plagas y enfermedades. Se destaca que el uso de herramientas biotecnológicas ha permitido el desarrollo de plantas de banano con resistencia a las principales enfermedades que afectan el cultivo de banano. Por lo que se recomienda la complementariedad entre el mejoramiento genético clásico convencional y el biotecnológico, para mejor desempeño de los programas.

Es necesario un arduo trabajo de aceptación y percepción pública de los nuevos productos del mejoramiento genético. Asimismo, se requiere una fuerte estrategia para dar a conocer a la opinión pública el valor agregado que poseen otros tipos de bananos ya existentes en la naturaleza y/o mejorados genéticamente. Su diversidad abarca diferentes tamaños, sabores, aromas, colores, contenidos nutricionales y otros beneficios afines.

Es necesario fortalecer la cooperación y alianza entre las diversas instituciones y países con producción local y de exportación de banano y plátano, así como dar seguimiento a los avances en el desarrollo de los diferentes programas de mejoramiento genético alrededor del mundo. El mejoramiento genético es una tarea que debe continuar y desarrollarse como una coevolución con los constantes desafíos que enfrentan estos cultivos.

REFERENCIAS

1. Amorin E.; De Oliveira, A.; Santos Silva, M.; Haddad, F.; Fortes, C.; Santos Serejo, J. 2021. Developing hybrid banana varieties with improved properties. Kema, G; Drenth, A. (ed). Burleigh Dodds Science Publishing Limited. Pp. 1-14. doi.org/10.19103/AS.2020.0070.16.
2. Bakry, F. Horry, K. Jenny C. 2021. Making bananas breeding more effective. In. Achieving sustainable cultivation of bananas. Vol. 2. Germplasm and genetic improvement. Kema, G.; Drenth, A. (eds). Burleigh Dodds Science Publishing. Pp. 1-39. <http://dx.doi.org/10.19103/AS.2020.0070.12>.
3. Hou, B; Tsai, Y; Chiang, M; Tsao, S; Huang, S; Chao, C; Chen, H. 2022. Cultivar-specific markers, mutations, and chimerism of Cavendish banana somaclonal variants resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense tropical race 4. *BMC Genomics*, 23(1). <http://10.1186/s12864-022-08692-5>.
4. López, J; Ordoñez, E; González, L. 2020. Complementation of Bananas Conventional Breeding Programs Through Biotechnological Genetic Improvement. *Agricultural, Forestry and Bioindustry Biotechnology and Biodiscovery*. Pp. 25-50.
5. Martínez, G; Rey, J; Pargas, R; Manzanilla, E. 2020. Marchitez por *Fusarium* raza tropical 4: Estado actual y presencia en el continente americano. *Agronomía Mesoamericana*. 31 (1): Pp. 259-276.
6. Martínez, G; Olivares, B; Rey, J., Rojas, J., Cardenas, J., Muentes, C., Dawson, C. 2023. The Advance of *Fusarium* Wilt Tropical Race 4 in Musaceae of Latin America and the Caribbean: Current Situation. *Pathogens*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/pathogens12020277>.
7. Mintoff, S.; Cullen, D.; Kelly, Ch.; Piggott, M. 2020. Plant Crop results from the latest TR4 screening trial in the NT. *Australian Bananas Magazine*. Pp. 20-21.

8. Orozco, M; Orozco, J; Pérez, O; Manzo, G; Farías, J; Da Silva, W. 2008. Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos. *Tropical Plant Pathology*. Vol. 33. No 3: Pp. 189-196.
9. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (SENASICA). 2023. Referencia de materiales vegetales tolerantes a *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T). Pp. 1-17.
https://dj.senasica.gob.mx/Contenido/files/2022/octubre/MaterialesTolerantesFocR4T_7b94277e-fa36-4a3a-8a3d-3645a9bce495.pdf. Consultado el 07 de diciembre del 2023.
10. Vignesh, B; Backiyarani, S; Chandrasekar, A; Saranya, S; Ramajayam, D; Saraswathi, M; Durai, P; Kalpana, S; Uma, S. 2020. Strengthening of banana breeding through data digitalization. Oxford University. Pp. 1-6.