

Mejoramiento genético tradicional optimizado de *Musa* spp. utilizando técnicas biotecnológicas

Josue Ortega^{1*}, Blanca Moreno¹, Antonio Mena¹, Suresh Prabhakaran², Liana Nice²

¹Nature Source Improved Plants División *In vitro*, Rancho el Rocío sn, Cantón el Carmen, frontera Hidalgo Chiapas, México.

²Nature Source Improved Plants División Genetics, 95 Brown St. Ste 1036, Ithaca Nueva York, Estados Unidos de América.

***Autor de**

Correspondencia:

Josue Ortega
jortega@nsiplants.com

Contribución:

Científica

Sección:

Recursos Genéticos y
mejoramiento

Recibido:

15 Diciembre, 2023

Aceptado:

15 Enero, 2024

Publicado:

15 Abril, 2024

Cita:

Ortega J, Moreno B, Mena
A, Prabhakaran S y Nice L.
2024. Mejoramiento
genético tradicional
optimizado de *Musa* spp.
utilizando técnicas
biotecnológicas. *Acorbat
Revista de Tecnología y
Ciencia* 1(1): 03
[https://doi.org/10.62498/AR
TC.2403](https://doi.org/10.62498/AR
TC.2403)



RESUMEN

NSIP es un importante proveedor de plantas *In vitro* para la producción industrial bananera en América Latina. NSIP está desarrollando un programa optimizado de mejoramiento genético para apoyar a la industria bananera actual, restableciendo al banano como un cultivo híbrido. NSIP está buscando diversidad genética natural existente en los progenitores de Cavendish para desarrollar nuevas variedades de banano. El programa tiene como objetivo crear una mejora continua de rasgos importantes relacionados con la productividad, así como tolerancia a *Fusarium oxysporum* TR4. NSIP utilizará tecnologías analíticas de mejoramiento avanzado, así como una amplia experiencia en propagación *In vitro*, para ayudar a crear soluciones ante la amenaza que representa esta enfermedad.

Palabras Clave: Mejoramiento genético optimizado, cultivo de tejidos vegetales, *Fusarium oxysporum* TR4, Genética.

ABSTRACT

Nature Source Improved Plants (NSIP) is a company dedicated to providing optimized plant breeding and *in vitro* propagation services to companies with presence in the seed and food industry. NSIP is a major supplier of *in vitro* planting materials to the Latin American banana production industry. To further support the banana industry, NSIP is developing an optimized banana breeding program. This program enables banana genetic improvement by reinventing banana as a hybrid crop. To do this, NSIP is accessing the natural genetic diversity existing in the progenitors of Cavendish to develop new banana varieties. The program aims to create continuous improvement for important traits related to field productivity and tolerance to *Fusarium oxysporum* TR4. NSIP will utilize advanced analytical and breeding technologies, as well as extensive experience *in vitro* propagation, to help create solutions to the threat posed by *Fusarium oxysporum* TR4.

Keywords: Optimized Breeding, Plant tissue culture, *Fusarium oxysporum* TR4, Genetic.

INTRODUCCIÓN

Los Bananos (*Musa* spp.) son un importante cultivo alimentario básico para cientos de millones de personas en el mundo (FAOSTAT, 2023). México produce alrededor de 2,4 millones de toneladas que se exportan a diferentes destinos comerciales como Estados Unidos. Chiapas es el estado con el mayor volumen de la producción nacional generando de manera permanente muchos empleos directos e indirectos en los productores de la zona (SIAP, 202). Se estima, que del 20-30% de las plantas sembradas en la región del Soconusco Chiapas provienen de plántulas *In vitro* producidas por NSIP (dato interno). La principal ventaja para el productor bananero es que las plantas *In vitro* son de alto valor fitosanitario debido a que están libres de enfermedades de tipo bacteriano, fúngico y viral. Las plantas obtenidas por este sistema son réplicas exactas entre sí y fieles copias de la planta progenitora. Además, el número de individuos obtenidos por este método es muy superior al obtenido por cualquier otro método de propagación, por unidad de propágulo (Hasnain *et al.*, 2022).

Actualmente, la variedad Cavendish se ha convertido en la más consumida y exportada, representando casi la mitad de todas las variedades cultivadas en todo el mundo y casi el 100% de los plátanos frescos comercializados internacionalmente (FAOSTAT, 2023). La planta de banano es estéril, por lo que solo puede replicarse plantando raíces o esquejes de plantas existentes, lo que resulta en muy poca o ninguna diversidad genética en las plantaciones de banano (Reay, 2019); esto la hace vulnerable a plagas y enfermedades (Villao *et al.*, 2019).

Fusarium oxysporum f.sp. *cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T) es un hongo patógeno considerado como una de las plagas más destructivas de las musáceas, misma que ha provocado la desaparición de miles de hectáreas de cultivo de banano en países productores del mundo. Foc R4T ha sido detectado recientemente en Colombia y Perú (Chen *et al.*, 2019). Su dispersión en América Latina es una amenaza potencial para el sector bananero de México debido a que ocasionaría una gran afectación en la producción y exportación de este cultivo causando un impacto social, así como cuantiosas pérdidas económicas en las zonas productoras (SENASICA, 2023; FAOSTAT, 2023).

Una alternativa para mejorar el cultivo del banano es el cruzamiento interespecífico de parentales elite con distintos niveles de ploidía (Villao *et al.*, 2019). Esta estrategia es utilizada en un amplio intervalo de cultivos para favorecer la compatibilidad meiótica entre plantas (Heslop-Harrison *et al.*, 2023). Los híbridos obtenidos de este tipo de cruas generalmente presentan mayor vigor híbrido, frutos

con mejores características, resistencia a plagas y enfermedades, así como características nuevas no observables en los fenotipos parentales (Li *et al.*, 2021).

Por otra parte, un factor clave en el mejoramiento de banano es la caracterización del número de cromosomas de los parentales e híbridos con el objetivo de corroborar el nivel de ploidía y el estado híbrido de las plantas (Heslop-Harrison *et al.*, 2023). En las plantas se emplean distintas metodologías para el estudio de los cromosomas, que van desde las técnicas moleculares hasta el uso de métodos clásicos como el cariotipo, siendo este la única comprobación exacta de los niveles de ploidía en el germoplasma de *Musa* (Dolezel *et al.*, 1998).

Debido a lo anterior, NSIP empresa líder en biotecnología Vegetal con divisiones en Nueva York, Estados Unidos y Chiapas, México, ha combinado de manera única los campos de genómica, investigación operativa y matemáticas avanzadas para desarrollar mejoramiento genético rápido y eficiente de distintos cultivos, entre ellos el banano. NSIP también aplica tecnologías de optimización a la producción vegetal y es uno de los mayores productores de plantas *In vitro* (incluido el banano) para producción comercial en América Latina.

En mayo de 2022, NSIP y la Asociación Agrícola de Productores de Plátano del Soconusco (AAPPS) formaron una alianza para la aplicación de tecnologías de mejoramiento genético que permita obtener híbridos de banano con rasgos deseables relacionados a la producción y resistencia a enfermedades. Durante el 2023, NSIP ha identificado un conjunto clave de germoplasma de banano (diploides y tetraploides) proveniente de diferentes partes del mundo. Posteriormente, estos parentales serán usados para realizar cruces con el objetivo de establecer el programa de mejoramiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El programa comprende tres etapas importantes para su desarrollo:

Primera etapa: Uso de los algoritmos de NSIP para la optimización y selección de los parentales sobresalientes para hacer grupos de mejoramiento genético, el establecimiento *In vitro* de los parentales, así como el desarrollo de una metodología para cuantificar el número de cromosomas en bananos con diferente nivel de ploidía.

Segunda etapa: Esta etapa se divide en la optimización de cruzas para desarrollar nueva variación genética en banano, así como en la propagación *In vitro* de estos materiales para establecerlos en campo.

Tercera etapa: Establecimiento en campo de las nuevas variedades potenciales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es importante mencionar que el programa de mejoramiento genético se encuentra en sus primeros pasos de desarrollo. No obstante, los alcances obtenidos establecerán la base para futuros esfuerzos de mejoramiento, que incluye la identificación de germoplasma, el desarrollo de nuevos híbridos, además de la producción *In vitro* a larga escala de plantas de banano para su establecimiento en campo de manera experimental y posteriormente comercial.

Los alcances obtenidos respecto a la primera etapa de la investigación se muestran a continuación. Se identificaron variedades de banano con diferente distanciamiento genético y con características agronómicas de interés comercial similares a Cavendish y Gros Michel además de tolerancia o resistencia a Foc R4T. Chen *et al.* (2019) mencionan que la optimización y selección del germoplasma en un programa de mejoramiento genético de banano es un aspecto crucial para el desarrollo de variedades más resistentes, productivas y adaptadas a distintas condiciones ambientales. Nuestro estudio genético incluyó datos genómicos de accesiones provenientes de diferentes partes del mundo para su uso en el programa de mejoramiento genético.

Con base en los resultados anteriores, se han obtenido y propagado variedades de Banano en el laboratorio de investigación y desarrollo de NSIP. Los resultados logrados hasta ahora respaldan los esfuerzos para propagar material *In vitro* de los parentales a usar en los cruzamientos con el objetivo de generar nuevas variedades híbridas de banano.

Durante el 2023, se han realizado los primeros alcances en la estandarización de la técnica que nos permita cuantificar el número de cromosomas en plantas de Banano. Para esto, se han utilizado diferentes plantas control y técnicas que han permitido visualizar y cuantificar directamente cromosomas en un microscopio óptico.

CONCLUSIONES

La optimización y el mejoramiento predictivo son herramientas poderosas para utilizar de manera objetiva la diversidad mundial de bananos y mejorar el cultivo. NSIP utilizando el conjunto de tecnologías puede abordar las necesidades actuales de diseño existentes y novedosas para el cultivo.

El programa de mejoramiento genético de banano iniciado por NSIP representa un emocionante comienzo en la búsqueda de soluciones innovadoras para fortalecer la industria bananera. Es fundamental reconocer que, en la actualidad, el programa se encuentra en sus primeros pasos de desarrollo. Aunque aún en una fase incipiente, sus perspectivas ofrecen un potencial significativo para mejorar la resistencia, calidad agronómica y rendimiento de las variedades de banano.

A medida que avanza este proyecto, se espera que la colaboración entre investigadores, agricultores y comunidades siga siendo crucial para garantizar el éxito a largo plazo. La anticipación de resultados prometedores destaca la importancia de seguir respaldando y monitoreando este programa, con la esperanza de que sus avances puedan contribuir de manera significativa a la sostenibilidad y el progreso de la industria bananera.

REFERENCIAS

1. Chen A, Sun J, Matthews A, Armas-Egas L, Chen N, Hamill S, Mintoff S, Tran-Nguyen LTT, Batley J, Aitken EAB. 2019. Assessing variations in host resistance to *Fusarium oxysporum* f sp. *cubense* Race 4 in *Musa* species, with a focus on the subtropical race 4. *Frontiers in Microbiology* 10: 1-13.
2. Dolezel, J.; Dolezelova, M. y Roux, N. 1998. A novel method to prepare slides for high resolution chromosome studies in *Musa* spp. *Infomusa* 7:3-4.
3. FAOSTAT. 2023. <https://www.fao.org/faostat/>. Consulta el 13 de octubre del 2023.
4. Hasnain A, Naqvi SAH, Ayesha SI, Khalid F, Ellahi M, Iqbal S, Hassan MZ, Abbas A, Adamski R, Markowska D, Baazeem A, Mustafa G, Moustafa M, Hasan ME, Abdelhamid MMA. 2022. Plants in vitro propagation with its applications in food, pharmaceuticals, and cosmetic industries; current scenario and future approaches. *Frontiers in Plant Science* 13:1-21.
5. Heslop-Harrison J, Schwarzacher T, Liu Q. 2023. Polyploidy: its consequences and enabling role in plant diversification and evolution. *Annals of Botany* 131:1-10.
6. Li M, Ding N, Lu T, Zhao J, Wang Z, Jiang P, Li L. 2021. Evolutionary contribution of duplicated genes to genome evolution in the ginseng species complex. *Genome Biology and Evolution* 13:1-13.

7. Reay D. 2019. Climate-smart bananas. In D. Reay (Eds.), *Climate-smart food*. Springer International Publishing. Edinburgh, Reino Unido, pp. 81–91.
8. SENASICA. 2023. https://dj.senasica.gob.mx/AtlasSanitario/storymaps/foc_r4t.html. Consulta el 17 de octubre del 2023.
9. SIAP 2022. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Consulta el 16 de octubre del 2023.
10. Villao L, Chávez T, Pacheco R, Sánchez E, Bonilla J, Santos E. 2023. Genetic improvement in Musa through modern biotechnological methods. *Revista Bionatura* 8: 1-13.