

TECNOLOGÍAS PARA CULTIVARES DE *Musa* spp. SOBRE SOPORTE DIGITAL PARA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE

Carmen Pons Pérez*, Lianet González Díaz, Osmany Molina Concepción, Sergio Rodríguez Morales, Lilián Morales Romero y Jorge López Torres.

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Apartado 6, Santo Domingo, CP: 53 000, Villa Clara, Cuba.

**Autora para la correspondencia: bioinformatica@inivit.cu.*

RESUMEN

La producción de alimentos afronta retos y desafíos que imponen la necesidad de diversificar y desarrollar nuevos cultivares con tecnologías que permitan adaptarse al cambio climático, a plagas y otras amenazas emergentes. Los plátanos y bananos poseen una elevada importancia social y económica, ya que contribuyen de manera significativa a la seguridad alimentaria. A pesar de su importancia para un desarrollo sostenible, no siempre se dispone de la información necesaria para elaborar y aplicar una política agrícola adecuada; para ello se realizan investigaciones que aportan entre sus resultados nuevos cultivares con sus tecnologías de producción, las cuales han sido aglutinadas en formato digital con el propósito de contribuir a una agricultura sostenible a través de las tecnologías de la información y la comunicación. Esta herramienta de diseminación de los conocimientos sobre el cultivo de *Musa* spp., concebida desde una óptica científico-educativa-práctica, en un formato accesible para múltiples usuarios, ofrece la posibilidad de consultar un gran cúmulo de información donde se incluyen los avances de las investigaciones desarrolladas por el INIVIT con énfasis en los programas de mejoramiento genético, así como las tecnologías integrales de producción que se recomiendan para este cultivo.

Palabras clave: bananos, divulgación, plátanos, Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

CULTIVARS AND TECHNOLOGIES OF *Musa* spp. ON DIGITAL SUPPORT FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE

ABSTRACT

Food production faces challenges that impose the need to diversify and develop new cultivars with technologies that allow adaptation to climate change, pests and other emerging threats. Bananas and plantain have a high social and economic importance, because they contribute significantly to food security. Despite its importance for sustainable development, the information necessary to develop and implement an adequate agricultural policy is not always available; for this purpose, researches are carried out to provide new cultivars with their production technologies, which have been agglutinated in digital format with the purpose of contributing to a sustainable agriculture through information and communication technologies. This tool for disseminating knowledge about the cultivation of *Musa* spp., conceived from a scientific-educational-practical perspective, an accesible format for multiple users, offers the possibility of consulting a large amount of information that includes the advances of the research

developed by INIVIT with emphasis on genetic improvement programs, as well as the integral production technologies that are applied in this crop.

Keywords: bananas, divulgation, plantain, technologies, Information and Communication Technology (ICT).

INTRODUCCIÓN

Los problemas ambientales y el cambio climático relacionados con la agricultura, la pérdida de biodiversidad y sus efectos sobre la sostenibilidad, así como la búsqueda de cultivares resistentes a plagas y enfermedades han sido uno de los principales desafíos en la historia de los programas de mejoramiento de los plátanos y bananos.

En Cuba este cultivo constituye una prioridad dentro del programa alimentario nacional y el volumen fundamental de sus producciones es para consumo directo de la población. Las tendencias están orientadas a la búsqueda de la estabilidad e incremento de los rendimientos agrícolas. No obstante, las expectativas de crecimiento dependen en gran medida del desarrollo científico-técnico para resolver sus limitantes.

Las instituciones de investigación cubanas generan constantemente nuevas estrategias y métodos que permiten transferir resultados tecnológicos a diversas escalas para garantizar un desarrollo sostenible, pero aún no se logran solucionar los problemas que se presentan en el sector productivo. Por lo que, se impone la búsqueda de alternativas viables que permitan el acceso a la información, según las necesidades del agricultor.

Para dar solución a la problemática se pueden abordar varias opciones, dentro de ellas el diseño e implementación de nuevos programas de formación del personal vinculado al desarrollo agrícola, apoyados en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), así como incrementar la capacitación a los productores a través de estas herramientas, para contribuir a integrarse a los nuevos enfoques y lograr que sean capaces de promover la generación y aplicación de nuevos conocimientos para el desarrollo del sector agropecuario.

Las TIC como herramienta didáctica poseen elevada importancia, y es necesario aprovechar todas sus potencialidades para la formación capital humano. Según Bautista *et al.* (2014), el material didáctico con el uso de las TIC tiene un gran impacto en la educación, aunque señala que lo importante no es la tecnología como tal, sino que los actores formadores puedan apoyarse en el elemento tecnológico para lograr una mayor humanización en el aprendizaje. También, se ha demostrado que con el empleo de estas tecnologías se contribuye a una mayor adopción de los resultados científicos más relevantes alcanzados en las diferentes temáticas objeto de estudio de la institución.

La misión principal del INIVIT es proveer la base científico-técnica fundamental para contribuir a la sostenibilidad y competitividad de las cadenas productivas de las raíces y tubérculos, plátanos, bananos, hortalizas y papaya, con la obtención de nuevos cultivares y variedades adaptadas a las condiciones edafoclimáticas actuales y tecnologías integrales que permitan atenuar las plagas y enfermedades, para clientes tanto nacionales como internacionales, con un alto respeto al medio ambiente; para lo cual ha tenido dentro de sus objetivos la obtención de cultivares de alto rendimiento, resistentes a factores adversos para mitigar el impacto negativo de los cambios climáticos, la generalización de los resultados científicos y la transferencia de paquetes tecnológicos integrales y así lograr incrementar la eficiencia de la producción agrícola en las diferentes forma productivas del país.

Los plátanos y bananos constituyen uno de los principales cultivos objeto de estudio del INIVIT, donde se encuentra la colección de germoplasma de este cultivo, considerada de referencia para América y el Caribe, no sólo por el número de registros, sino también por su diversidad genética (González *et al.*, 2017). Este representa la base fundamental para el Programa de Fitomejoramiento de *Musa* spp. en el país y a partir del cual se han obtenido cultivares comerciales, que actualmente ocupan las mayores áreas productivas a nivel nacional, y sus tecnologías integrales de producción.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto se propuso aglutinar los resultados investigativos obtenidos sobre cultivares y tecnologías integrales de plátanos y bananos en el INIVIT a través de un material informativo y didáctico en formato digital que beneficien el empoderamiento de conocimientos como formas alternativas para la capacitación con la finalidad de contribuir a la creación de capacidades para especialistas, docentes, técnicos, productores y decisores que garanticen una agricultura sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue desarrollado por el colectivo de Bioinformática del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Para la concepción del mismo se utilizaron como premisas los trabajos realizados con anterioridad en esta temática (Pons *et al.*, 2004). Además, se contó con la información generada por los investigadores especializados en el cultivo de *Musa* spp. quienes aportaron sus conocimientos y resultados, así como recomendaron la literatura científico-técnica a consultar: artículos publicados, proyectos, folletos, instructivos técnicos, tesis, plegables, boletines, conferencias, imágenes obtenidas de las investigaciones realizadas en la Institución, entre otros documentos.

A partir de la información recopilada y seleccionada tanto descriptiva como gráfica, se elaboró el guión, y se definió el uso del lenguaje *HTML* sobre una plataforma *Windows*® para desarrollar el material didáctico propuesto. Se utilizaron las técnicas de hipertextos de forma adecuada, con vistas a lograr el enlace de la información entre páginas y dentro de una misma página, de manera que le permitiera al usuario la posibilidad de interactuar con la información que se le ofrece a través de un acceso fácil y rápido al conocimiento almacenado. Para conformar el diseño final se utilizaron los *softwares*: *Macromedia*® *Dreamweaver*®, *Macromedia*® *Fireworks*® y *Adobe Photoshop*®, los cuales brindan excelentes posibilidades para el procesamiento digital de imágenes y la implementación de estas herramientas.

Para acceder a la información que se ofrece se requiere de un espacio disponible en disco de 80 MB como mínimo, lector de CD o dispositivos extraíbles, así como para su navegación se pueden utilizar los *browsers Mozilla Firefox* o *Microsoft Internet Explorer*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado se obtuvo un material didáctico, concebido desde una óptica científico-práctica en el cultivo de *Musa* spp. El diseño de la interfaz visual ha sido resultado del trabajo de los autores y especialistas a partir de las ideas aportadas por los usuarios potenciales.

Se muestra información descriptiva y gráfica, al utilizar las amplias y diversas facilidades que ofrecen los navegadores en *Windows*. Se tuvo en cuenta un uso cuidadoso del lenguaje, sobre todo con especial atención en los términos técnicos que

se emplean. Los enlaces, entre páginas o dentro de una misma página, permiten una interacción más cómoda y rápida con el usuario. Se presentan imágenes procesadas y digitalizadas para mejor comprensión del conocimiento que quiere transmitir.

Además de la información de nuevos cultivares y sus tecnologías, este material didáctico ofrece la posibilidad de consultar amplia documentación actualizada sobre el cultivo del plátano, así como los resultados más relevantes obtenidos en la investigación, y en general, lo más reciente sobre la temática, enriquecida con imágenes procedentes de la aplicación de paquetes tecnológicos en este cultivo que han sido validados en la práctica productiva.

A continuación, se hace una breve descripción de los tópicos que son abordados, según el diseño concebido (Figura 1).



Figura 1. Diseño de la página inicial del cultivo del plátano.

Origen, distribución e importancia: brinda información general sobre el centro de origen y distribución del cultivo, contexto histórico, panorama latinoamericano y su distribución en Cuba.

Características morfotaxonómicas: relaciona datos taxonómicos y se detalla las diferentes partes con un breve texto de cada una de ellas (sistema radical, cormo, yemas laterales, pseudotallo, sistema foliar, inflorescencia, pámpana, fruto y semilla). En la semilla y las flores se muestran imágenes para su mejor identificación.

Condiciones edafoclimáticas: describe los factores edafoclimáticos que influyen en el desarrollo del cultivo (suelo, pH, salinidad, temperatura, luz, condiciones hídricas, vientos). Donde el viento es un factor climático de gran importancia para este cultivo dada las condiciones de Cuba, que resulta muy afectada por los huracanes.

Fisiología: aborda los períodos de crecimiento, fases en su ciclo biológico, ciclo de emisión foliar y de vida de la hoja, entre otros aspectos fisiológicos.

Propagación: se brinda información sobre los principales métodos de multiplicación (tradicional, semiconvencionales, micropropagación convencional y por embriogénesis somática).

Genética y mejoramiento: ofrece información sobre las principales formas de mejoramiento genéticos (hibridación, selección clonal, variación somaclonal, mutación), a través de las cuales se han obtenido nuevos cultivares en la institución que pueden accederse a su descripción a través de enlaces a dichas páginas. Además, este tema está ilustrado con esquemas e imágenes representativas (EcuRed, 2011; González, 2012; EcuRed 2013 y 2015).

Fitotecnia: se describen los factores fundamentales para una adecuada agrotecnia del cultivo.

Plagas y enfermedades: estas páginas brindan importante información sobre las principales plagas y enfermedades del plátano y las medidas para combatirlas, sobre todo los controles biológicos que hoy se emplean (Morales, 2016).

Técnicas biotecnológicas: aborda información sobre la aplicación de dichas técnicas al cultivo del plátano. Además, muestra los resultados obtenidos por el INIVIT en regeneración de plantas, embriogénesis somática (López *et al.*, 2015; Rodríguez *et al.*, 2015), en sistemas de inmersión temporal (Basail *et al.*, 2015 a y b). Posee varios hipervínculos para enlazar información relacionada con el tema como la metodología para la propagación *in vitro* del plátano, esquema utilizado en el INIVIT para aplicar la inducción de mutaciones, a partir del cual se han obtenido nuevos clones, suspensiones celulares, entre otros importantes resultados (Ventura *et al.*, 2015; López *et al.*, 2017).

Cosecha y almacenamiento: contiene información sobre las labores de cosecha y manipulación de y almacenamiento del cultivo.

Instructivo técnico del cultivo: este enlace proporciona la información completa del Instructivo técnico del cultivo del plátano elaborado y actualizado en el (INIVIT, 2017).

Resultados del INIVIT en el cultivo: Se refleja una breve síntesis de los principales resultados obtenidos en los últimos años en el INIVIT relacionados con la mejora genética, biotecnología, fitotecnia y manejo de plagas, a través de nuevas metodologías y tecnologías con vista a elevar los rendimientos de las producciones en este cultivo (Basail *et al.*, 2015; Morales *et al.*, 2015; Espinosa *et al.*, 2016; Ruiz *et al.*, 2016; Simó *et al.*, 2016; Simó *et al.*, 2017 a y b).

En general, su concepción garantiza la independencia, reusabilidad y fácil mantenimiento, tan importante para que el trabajo resultante sea constantemente actualizado según los avances de las TIC, y contiene un amplio caudal de información sobre la investigación científica en un cultivo de interés económico para el país como lo son los plátanos y bananos.

CONCLUSIONES

Se obtuvo un material informativo y didáctico en formato digital sobre plátanos y bananos con un amplio caudal de conocimientos con énfasis en los programas de mejoramiento genético, así como los nuevos cultivares y las tecnologías integrales de producción que se recomiendan para este cultivo. Además, constituye una alternativa para el empoderamiento de conocimientos, mediante la capacitación a especialistas, docentes, técnicos, productores y decisores, que garanticen el buen desarrollo de una agricultura sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

- BASAIL, M.; V. MEDERO; Y. GUTIÉRREZ; M. TORRES; J. LÓPEZ; A. SANTOS; A. RAYAS; M. BAUTA; Y. BEOVIDES y A. ORTEGA. 2015b. Multiplicación *in vitro* de plátano vianda cv. 'INIVIT PV-2011' (*Musa* AAB) en Sistemas de Inmersión Temporal. *Biotecnología Vegetal*, 15 (3):177-180.
- BASAIL, M.; M. MEDERO; Y. TORRES; A. ROBAINA; J. LÓPEZ; A. SANTOS; A. RAYAS; M. BAUTA; Y. BEOVIDES y Y. GUTIÉRREZ. 2015a. Multiplicación del cultivar de plátano vianda 'CEMSA ¾' (AAB) en Sistema de Inmersión Temporal. *Agricultura Tropical*, 1(2):32-41.
- BAUTISTA, M.G; A.R. MARTÍNEZ y R. HIRACHETA. 2014. El uso de material didáctico y las tecnologías de información y comunicación (TIC's) para mejorar el alcance académico. *Ciencia y Tecnología*, 14, pp. 183-194.
- ECURED 2011. Plátano vianda INIVIT PV 06 30. Disponible en https://www.ecured.cu/INIVIT_PV-2011. Consultado 2 de noviembre de 2017.
- ECURED 2012. Anexo: Riego en el plátano. Disponible en https://www.ecured.cu/Anexo:Riego_en_el_pl%C3%A1tano. Consultado 2 de noviembre de 2017.
- ECURED 2013. INIVIT PV-2011. Disponible en https://www.ecured.cu/Platano_vianda_INIVIT_PV_06_30. Consultado 2 de noviembre de 2017.
- ECURED 2015. INIVIT PB-2012. Disponible en https://www.ecured.cu/INIVIT_PB-2012. Consultado 2 de noviembre de 2017.
- ESPINOSA, A; E. ESPINOSA; J. MACHADO; Y. BEOVIDES y O. TRIANA. 2016. Efecto de alternativas órgano-minerales sobre los indicadores de fertilidad química del suelo en sistema extradenso del plátano 'FHIA-21' (AAAB). *Agricultura Tropical*, 2(1): 69-76, 2016.
- GONZÁLEZ, L. 2015. INIVIT PB-2012, Nuevo Clon de Plátano. Boletín el Productor. Año 6 No 1.
- GONZÁLEZ, L.; S. RODRÍGUEZ y H. MOLLINEDA. 2017. Análisis de la variabilidad genética en la colección cubana de cultivares de musáceas. CD Memorias del IV Simposio Internacional de raíces, rizomas, tubérculos, plátanos, bananos y papaya. Del 24 al 27 de octubre de 2017. ISBN: 978-959-295-012-2. <file:///E:/Taller%20RGMB/Resumenes/RGMB-P.05.pdf>.

- INIVIT, 2017. Instructivo técnico de plátanos y bananos. 15 p.
- LÓPEZ, J.; R. ALEMÁN; MONTANO; D. REYNALDO; A. RAYAS; V. MEDERO; M. BASAIL y J.E. PÉREZ. 2015a. Regeneración de plantas por embriogénesis somática del cultivar de plátano vianda 'Zanzíbar' (*Musa* spp.). *Agricultura Tropical*, 1(1):12-21.
- LÓPEZ, J.; R. ALEMÁN; N. MONTANO; D. REYNALDO; A. RAYAS; V. MEDERO; M. BASAIL y J.E. PÉREZ. 2015b. Field evaluation of phenotypic variations in cultivar 'INVIT PV-06-30' (*Musa* AAB) from different explants sources propagated in vitro and from irradiated embryogenic cell suspensions. CD Memorias del III Simposio Internacional de raíces, rizomas, tubérculos, plátanos, bananos y papaya. 20 al 23 de octubre de 2015. ISBN: 978-959-295-011-5. file:///Platanos%20y%20bananos/Reportes/PB-O.03.pdf.
- LOPEZ, J.; A. RAYAS; A. SANTOS; V. MEDERO; Y. BEOVIDES and M. BASAIL. 2017. Mutation Induction Using Gamma Irradiation and Embryogenic Cell Suspensions in Plantain (*Musa* spp.). *Biotechnologies for Plant Mutation Breeding*, ed: Joanna Jankowicz-Cieslak, Thomas H. Tai Jochen Kumlehn; Bradley J. Hill, ISBN 978-3-319-45019-3, ISBN 978-3-319-45021-6 (eBook), DOI 10.1007/978-3-319-45021-6 pp.55-71. Disponible en: www.springer.com/la/book/9783319450193. Consultado 15 de junio de 2017.
- MORALES, L. 2016. El minicomposteo como alternativa para el manejo sanitario de la Sigatoka negra. Plegable técnico. Centro de información INIVIT.
- MORALES, L.; A. DÁVILA; M. FOLGUERAS; T. LESCOT y C. ABADIE. 2017. Híbridos de bananos y plátanos de FHIA son evaluados en Cuba. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, FHIA Informa. Carta Informativa Trimestral, septiembre, Año 25. No. 3, p. 3-5. Disponible en: http://www.fhia.org.hn/downloads/fhia_informa/fhia_informa_septiembre_2017.pdf. Consultado 25 de enero de 2018.
- MORALES, L.; A. DÁVILA y C.R. ROMEO. 2015. Empleo de plaguicidas naturales en el manejo de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet.) en plantaciones de bananos. *Protección Vegetal*, Vol. 30. Número Especial (diciembre): 46.
- PONS, C. J.C. VENTURA; D.L. GONZÁLEZ; O. MOLINA; H. RODRÍGUEZ; M. HERNÁNDEZ; S. RODRÍGUEZ; J. LÓPEZ; J. GONZÁLEZ; V. MEDERO; T. RAMÍREZ; L. GONZÁLEZ; A. RAYAS; R. FILIPIA; L. RUIZ; R. PÉREZ y J. GARCÍA. 2004. MusaCD, versión electrónica del cultivo del plátano (*Musa* spp.) en Cuba. Congreso Científico del INCA (14:2004, nov 9-12, La Habana) Memorias. CD-ROM INCA. ISBN 959-7023-27-X.
- RODRÍGUEZ, D.; J. LÓPEZ; A. RAYAS; N. MONTANO; A. SANTOS; M. BASAIL; D. REYNALDO; Y. BEOVIDES y V. MEDERO. 2015. Embriogénesis somática en el cultivar de plátano 'FHIA-25' (AAB) a partir de ápices meristemáticos. *Rev. Colomb. Biotechnol.*, Vol. XVII No. 2: 65-75.
- RUIZ, L.A.; D. ARMARIO; R. RIVERA; A. ESPINOSA; J.E. SIMÓ y E. ESPINOSA. 2016. Efecto de dosis de nitrógeno, fósforo y potasio combinadas con micorrizas en el cultivo del banano. *Agricultura Tropical*, 2(1):1-8.
- SIMÓ, J.E.; R. RIVERA y L.A. RUIZ. 2017b. Las micorrizas en la nutrición del banano (*Musa* spp.). Editorial Académica Española is managed by: OmniScriptum AraPers GmbH Bahnhofstraße 28, D-66111 Saarbrücken. ISBN 978-620-2-23856-4.

- SIMÓ, J.E.; L.A. RUIZ y R. RIVERA. 2017a. Inoculación de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y relaciones suelo Pardo-abonos orgánicos en la aclimatación de vitroplantas de banano. *Cultivos Tropicales*, 38(3):102-111.
- SIMÓ, J.E.; L.A. RUIZ; R. RIVERA y E. ESPINOSA. 2016. Necesidad de reinoculación micorrízica en el trasplante del banano en áreas con precedente de canavalia inoculada con HMA. *Centro Agrícola*, 43 (2): 28-35.
- VENTURA, J.C.; J. LÓPEZ; S. RODRÍGUEZ; V. MEDERO; L. GONZÁLEZ; V. VENTURA; D. REINALDO; M. TORRES; N. MONTANO; J.R. GÁLVEZ; M. OLIVA y O. TRIANA. 2015. Obtención de mutantes de porte bajo por irradiaciones en el cultivar 'Zanzíbar' (*Musa* spp, grupo AAB). *Agricultura Tropical*, 1(1): 39-50.