



Guías para la regeneración de germoplasma

Banano

Kodjo Tomekpe y Emmanuel Fondi

Centre Africain de Recherches sur Bananiers et Plantains (CARBAP), Camerún



Introducción

El banano y el plátano (*Musa spp.* L.) son hierbas perennes monocotiledóneas gigantes que se encuentran en los trópicos húmedos y subhúmedos en altitudes de bajas a medias. Se originaron principalmente en el sureste de Asia, con centros secundarios de diversidad en África Occidental y Central (subgrupo *Plantain*) y en las tierras altas de África Oriental (subgrupo *Lujugira*). Pertenecen al género *Musa*, el cual comprende más

de 1000 variedades en cuatro secciones: Australimusa, Callimusa, Rhodochlamys y Eumusa (Simmonds y Shepherd 1955). La mayoría de las especies de *Musa* cultivadas pertenecen a la sección Eumusa y producen frutos que son uno de los principales productos alimenticios básicos en el comercio internacional y que son aún más importantes como fuente de carbohidratos en las economías alimenticias locales de muchos países en desarrollo.

La mayoría de los cultivares se derivan de dos especies: *Musa acuminata* Colla (genoma A) y *Musa balbisiana* Colla (genoma B). La mayoría de los bananos comestibles son triploides ($2n = 3x = 33$), aunque existen unos cuantos cultivares diploides y algunos tetraploides.

Los bananos y los plátanos se clasifican también de acuerdo con el uso y el modo de preparación del fruto (consumo como postre, para cocinar, para fabricar cerveza, para procesar o para obtener fibra). El banano dulce se consume fresco, sin procesar, pero la mayoría de los bananos se cocina, especialmente los plátanos de pulpa anaranjada.

Los bananos y los plátanos cultivados son partenocárpicos y se propagan vegetativamente. Se conservan en colecciones de campo como plantas en crecimiento activo o *in vitro* por proliferación del tejido. Los parientes silvestres (normalmente no partenocárpicos) se conservan de la misma manera.

Los bananos y los plátanos tienen un órgano bajo tierra (el cormo) que produce raíces, brotes e hijuelos (colinos o chupones), y un pseudotallo con hojas. El cormo o rizoma es un tallo verdadero. Los colinos se desarrollan inicialmente en el cormo, como brotes de los meristemos laterales en la base de las hojas. Un colino tiene diferentes estados de desarrollo (Stover y Simmonds 1987): mirón, puyón o aguja, y bandera u orejón. Para la regeneración se recomiendan los colinos puyones (hijuelo de 50 a 150 cm de alto con hojas lanceoladas) y en segundo lugar los colinos mirones (un brote verde grande que acaba de emerger del suelo (foto 2)).

Entre los hijos seguidores, se selecciona un hijuelo o cogollo para suceder a la planta madre. A un grupo de colinos de un mismo progenitor se le llama familia. El ciclo de cultivo se inicia con la siembra y termina con la cosecha del fruto de la misma familia. A la segunda cosecha de la misma familia se le denomina el primer cultivo de hijos seguidores (Gowen 1995).

Selección del ambiente y la época de siembra

Condiciones climáticas

El cultivo de banano se ve favorecido por las siguientes condiciones climáticas:

- Tierras bajas húmedas tropicales entre los 20°N y los 20°S
- Altitudes entre los 100 y los 500 msnm
- Temperaturas medias mínimas por encima de los 19°C (la temperatura promedio óptima es 27°C)
- Áreas con más de 100 mm de lluvias mensuales (Robinson y de Villiers 2007).

Sin embargo, el banano se puede cultivar en un rango climático mucho más amplio en los trópicos, siendo el tipo de suelo y los niveles de pluviosidad los factores que más limitarían la selección del sitio.

Época de siembra

Si hay suficiente humedad, se puede sembrar durante todo el año. La siembra se debe hacer al inicio del período lluvioso.

Preparación para la regeneración

Cuándo regenerar

Las colecciones de campo se deben regenerar cada 4 años para restaurar las colecciones pues la acumulación de plagas y enfermedades reducen el vigor de la planta. La regeneración también permite hacerle ajustes al diseño de siembra y a la densidad de siembra óptima pues las plantas de banano que van naciendo emergen a diferentes distancias de la familia de su progenitor.

Selección y preparación del campo

- Las colecciones de campo de banano se mantienen indefinidamente. Se requiere el doble del espacio que ocupa la colección (es decir, si una colección de 700 accesiones ocupa 3 ha, usted necesitará 6 ha disponibles) para dejar algunas áreas en barbecho, lo cual es esencial para el desarrollo adecuado de las accesiones
- Los mejores suelos para el cultivo de banano son los limos fértiles bien drenados con una buena capacidad de retener agua y un alto contenido de materia orgánica (Purseglove 1972)
- Seleccione parcelas donde no se haya cultivado banano durante los 2 años anteriores, o donde se haya sembrado un cultivo no hospedero, como la piña, en el ciclo anterior
- Seleccione suelos con un drenaje adecuado y donde no haya problemas de encharcamiento.

Método para la regeneración

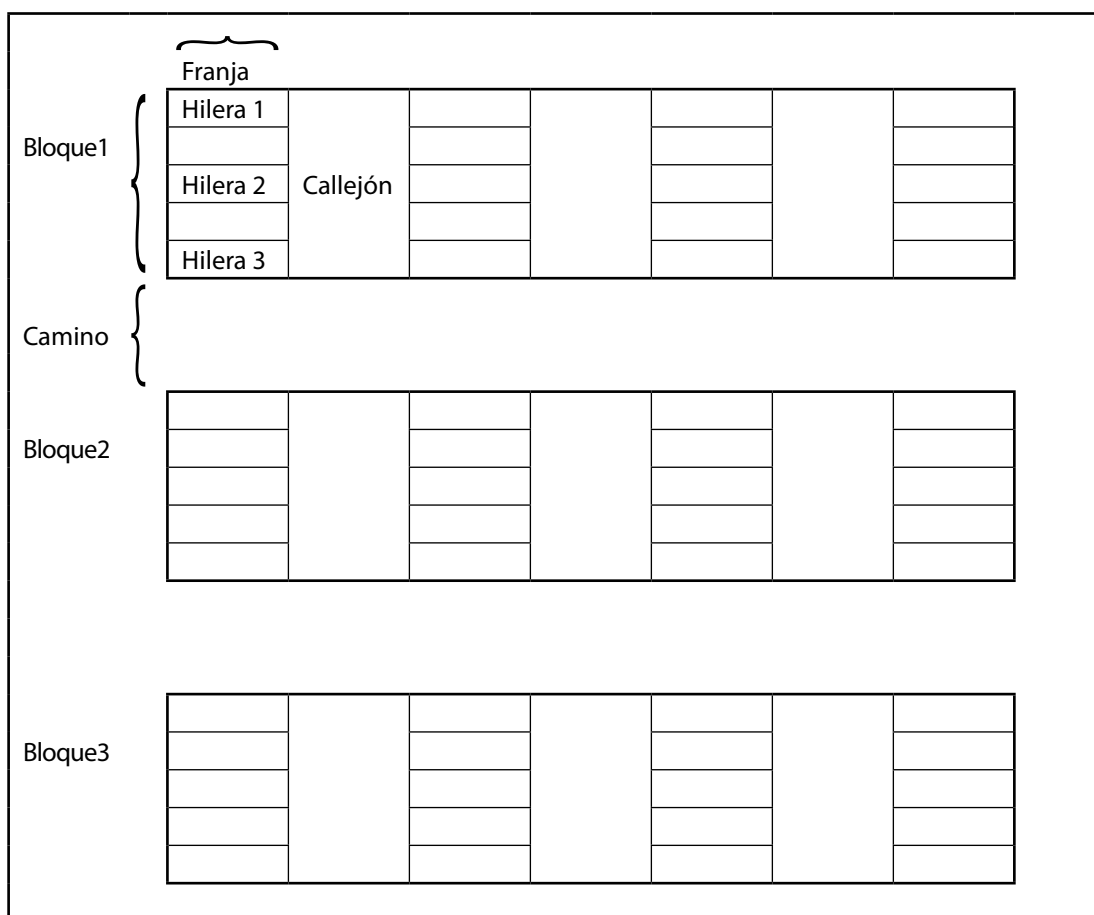
Tanto los bananos partenocárpicos comestibles como sus parientes silvestres se regeneran vegetativamente. Por tanto, la identidad genética permanece inalterada de un ciclo a otro. Para salvaguardar la biodiversidad en su totalidad, es necesario regenerar todas las accesiones.

Distribución espacial de las parcelas, y densidad y distancia de siembra

El diseño de siembra de una colección de banano/plátano debe tener en cuenta la constitución genómica de las variedades y el tipo de uso que se da a las accesiones. Elabore un plano del campo (digital y en papel) como el que se incluye a continuación, a manera de muestra.

Divida el lote en bloques principales separados entre sí por caminos de 6 m de ancho. Los bloques deben corresponder al grupo genómico o al subgrupo principal, como plátano. Asigne un nombre a los bloques y luego:

- Subdivida los bloques en franjas
- Subdivida los bloques una vez más en franjas perpendiculares a los bloques. Las franjas corresponden a los diferentes subgrupos
- Siembre en hileras individuales; siembre 5 plantas en cada hilera
- Deje una distancia de 3 m entre hileras y de 2 m entre plantas de la misma hilera



Fuente del material de siembra

- El mejor material de siembra son los colinos puyones o los orejones colectados de la accesión que se va a regenerar (foto 3), los cuales no desarrollan hojas anchas sino después de que han alcanzado 1 m de altura.

Selección del material de siembra

- Seleccione las plantas durante la floración o al final del ciclo de cultivo
- Las plantas no deben mostrar variaciones indeseables en las características del cultivar
- Se debe evitar seleccionar plantas con síntomas de las siguientes enfermedades:
 - Moko del banano causado por *Ralstonia solanacearum* Smith, filotipo II
 - Marchitez bacteriana causada por *Xanthomonas vasicola* pv. *Musacearum*
 - Mal de Panamá (Raza 1 y 2) y otros grupos vegetativamente compatibles (VGCs) de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*
 - Virus del cogollo racemoso del banano (*Banana bunchy top virus*, BBTV)
 - Virus del mosaico de la bráctea del banano (*Banana bract mosaic virus*, BBrMV).
- El campo de donde se va a extraer el material de siembra debe estar relativamente limpio de plagas y enfermedades (especialmente nematodos, picudo negro y otras enfermedades virales o bacterianas). Realice regularmente inspecciones de monitoreo al campo.

Preparación del material y método de siembra

- Recorte los colinos del progenitor y quíteles las raíces y el tejido enfermo, en el campo, antes de transportarlos (foto 4). Retire cualquier parte sospechosa que tenga un color diferente. Descarte el colino si en un cuarto a un tercio del vástago presenta galerías oscuras o decoloradas, tejido muerto o cualquier otro daño.
- Antes de limpiar cada colino, desinfecte el machete en una solución de hipoclorito de sodio al 5%, o de yodo al 20%, para evitar la diseminación de enfermedades (marchitez bacteriana y *Fusarium*).
- Corte el pseudotallo en cruz de 10 a 15 cm arriba del cormo para examinar si hay anillos o líquidos de color no típico, o si hay manchas parduscas. Elimine los colinos que presenten estas características.
- Para evitar la reinfestación del picudo negro del banano, tan pronto termine de preparar los colinos, transpórtelos inmediatamente a un sitio distante del cultivo para reducir el riesgo de que el picudo negro oviposite el material de siembra.
- Coloque etiquetas de identificación en los colinos de cada accesión y asegúrese de que las tengan antes de llevárselos del campo.
- Cuando se vayan a sembrar los colinos directamente o en una parcela de multiplicación, sumérjalos en agua caliente (30 segundos en agua hirviendo o 20 minutos en agua a una temperatura de 50°C) para matar huevos del picudo negro y nematodos, si fuera necesario.
- Siembre los colinos directamente en suelo suelto utilizando un azadón o una pala en los sitios donde se haya arado profundamente.
- Si no se ha arado profundamente, siembre los hijuelos en huecos cuadrados (40 x 40 x 40 cm).

Rotulación

- Coloque avisos metálicos de identificación en las hileras de cabecera para identificar las accesiones (foto 5).

Manejo del cultivo

Fertilización

Las prácticas de fertilización varían dependiendo del clima, del cultivar, del rendimiento, de la fertilidad del suelo y del sistema de producción. Antes de la siembra tome una muestra de suelo compuesta de cada bloque o de cada cambio de tipo de suelo. Analice la muestra para determinar el pH del suelo y los niveles de micronutrientes. Los resultados indicarán si es necesario hacer una aplicación de cal (dolomítica o calcítica), potasio y fósforo antes de la siembra. El rango normal de pH está entre 5.8 y 6.5. Por debajo de este rango se requiere la aplicación de cal. Dependiendo del nivel de rendimiento esperado y de los resultados de los análisis de suelo, se recomienda la aplicación superficial de nitrógeno y potasio.

Control de malezas

Las malezas se pueden eliminar manual o químicamente.

- Dos semanas antes de la siembra, aplique un herbicida de acción postemergente, sistémico, no selectivo (como el glifosato). Limpie manualmente una vez al mes durante la etapa inicial de crecimiento del cultivo

- Aplique un herbicida cuando las plantas estén lo suficientemente altas para permitir la aspersión directa, pero realice la aplicación cuidadosamente pues las plantas de banano son sensibles a los herbicidas.

Cobertura vegetal

Utilice cobertura vegetal para reducir la evapotranspiración y para aumentar el contenido de materia orgánica del suelo. El pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.) se emplea comúnmente como cobertura en África Central, especialmente en plantaciones de plátanos y bananos diploides. Es rico en potasio y mejora la fertilidad del suelo.

Poda y deshijado

- Poda una vez al mes para eliminar las hojas marchitas y reducir la presión de enfermedades foliares
- Deshije con regularidad para mantener un solo colino sucesor a la vez. El deshijado se debe llevar a cabo manteniendo el diseño de siembra inicial.

Riego

Se requiere riego durante la estación seca para mantener las plantas vigorosas.

Plagas y enfermedades comunes

Las principales plagas del banano son los nematodos, el picudo negro del banano, el falso medidor del tomate (*Chrysodeixis acuta*) y los trips.

Las principales enfermedades incluyen el Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*), el marchitamiento bacteriano causado por *Xanthomonas vasicola* pv. *Musacearum*, Erwinia o la pudrición acuosa del pseudotallo, la Sigatoka negra y amarilla (*Mycosphaerella*), el Virus del mosaico del pepino (*Cucumber mosaic cucumovirus*, CMV), el Virus del cogollo racimoso del banano (*Banana bunchy top virus*, BBTV) y el Virus del mosaico de la bráctea del banano (*Banana bract mosaic virus*, BBrMV). No distribuya accesiones contaminadas con virus.

Control de plagas y enfermedades

- Las prácticas culturales apropiadas, como el barbecho, la nutrición balanceada y el control de malezas, ayudan a minimizar la presión por enfermedades
- Los principales plaguicidas que necesita el cultivo son los insecticidas y los nematicidas (unas dos aplicaciones por año)
- La Sigatoka se controla podando las hojas infectadas y aplicando fungicidas. Las enfermedades virales son las principales amenazas a la colección y se controlan con prevención –principalmente controlando la fuente y la calidad del material introducido en la colección. Las plantas infectadas se deben desenterrar y destruir tan pronto se identifiquen.

Cosecha

No hay semillas involucradas en la regeneración del banano. En la madurez (cuando aparece la primera fruta madura en el racimo), se hace la descripción y, en el caso de los tipos de banano comestibles partenocárpicos, las frutas se utilizan para el consumo. En los tipos silvestres, se corta la planta entera y se coloca en un espacio entre las hileras.

Manejo poscosecha

Los colinos se pueden almacenar durante varias semanas en un lugar seco, a la sombra, hasta que se termine la siembra.

Regeneración de banano silvestre

Los procedimientos para la regeneración de banano silvestre son los mismos que para los tipos comestibles.

Monitoreo de la identidad de la accesión

Comparación con la información de pasaporte y las características morfológicas

Las accesiones se caracterizan utilizando formularios de descriptores mínimos adaptados de la publicación 'Descriptores para el banano' (IPGRI-INIBAP/CIRAD 1996). Con frecuencia, las fotos y los formularios sirven de material de referencia.

Otras fuentes de referencia para comparación incluyen: Musalogue (Daniells *et al.* 2001) y la base de datos del sistema de información de germoplasma de *Musa* (MGIS, de su sigla en inglés).

Compare las siguientes características:

- Apariencia general de la planta
- Características de los racimos
- Características de los brotes masculinos

Una accesión se declara genuina a su tipo si sus características son iguales a las de la fuente de referencia. En los casos en que haya disparidad con la referencia, se declara como una accesión mal rotulada o fuera de tipo. Si está mal rotulada, se busca su identidad verdadera, mientras que si se declara fuera de tipo, se destruye y la accesión correcta se reintroduce en la colección.

Registro de la información durante la regeneración

Colecte la siguiente información durante la regeneración y regístrela en el sistema de documentación del banco de germoplasma:

- Nombre y datos georreferenciados o mapa del sitio donde se realizó la regeneración
- Nombre del colaborador
- Número de referencia del campo/la parcela/el vivero/el invernadero
- Número de la accesión, código de la accesión en el instituto, código ITC; identificación de la población
- Fuente de los colinos
- Anormalidades en la planta madre y el colino
- Referencia de multiplicaciones o regeneraciones previas (si no se conoce la generación)
- Preparación de los materiales de siembra (tratamientos previos)
- Fecha y densidad de siembra
- Distribución espacial de las parcelas en el campo
- Detalles sobre el manejo del cultivo en campo (riego; fertilización; control de malezas, plagas y enfermedades; estreses registrados y otras prácticas)
- Condiciones ambientales del sitio de regeneración (altitud, precipitación, tipo de suelo, otras características)

- Emergencia en campo (número de plantas germinadas)
- Número de plantas establecidas
- Número de días desde la siembra hasta la floración
- Evaluación agronómica; características agromorfológicas
- Comparación con los materiales de referencia (registre todos los números de identificación o las referencias de las muestras tomadas de esta parcela de regeneración)
- Otras características

Referencias y lecturas adicionales

Daniells J, Jenny C, Karamura D, Tomekpe K. 2001. Musalogue: Diversity in the genus *Musa*. IPGRI/INIBAP/CTA, Rome, Italy. Available from: <http://www.bioversityinternational.org/pdfs/704.pdf>. Date accessed: 2 December 2008.

Gowen RS. 1995. Bananas and Plantains. Chapman and Hall, London, UK. pp. 382–402.

IPGRI/INIBAP, CIRAD. 1996. Descriptors for Banana (*Musa spp.*). IPGRI, Rome, Italy/INIBAP, Montpellier, France/CIRAD, France. 55 pp. Available from: <http://www.bioversityinternational.org/fileadmin/bioversity/publications/pdfs/326.pdf>. Date accessed: 2 December 2008.

Lassoudiere A. 2007. Le bananier et sa culture. Editions Quae, Versailles Cedex, France. 383 pp.

Purseglove JW. 1972. Tropical Crops. Monocotyledons. Vol. 2. Longman, London, UK.

Robinson JC, de Villiers EA. 2007. The cultivation of banana. ARC-Institute for Tropical and Subtropical Crops, Nelspruit, South Africa/Du Roi Laboratory, Letsitele, South Africa. 258 pp.

Simmonds NW, Shepherd K. 1955. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. *Journal of the Linnean Society of London, Botany* 55:302–312.

Stover RH, Simmonds NW. 1987. Bananas. Longman Scientific and Technical, New York, USA. 468 pp.

Reconocimientos

El contenido científico de esta guía fue revisado por Sebastião de Oliveira e Silva, Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMPF), Brasil, Wayne Hancock, Bioversity International, Etiopía, y Jeff Daniells, Department of Primary Industries and Fisheries, Queensland, Australia.

Cómo citar esta publicación

Tomekpe K. and Fondi E. 2008. Guías para la regeneración de germoplasma: banano. En: Dulloo M.E., Thormann I., Jorge M.A. and Hanson J., editors. Crop specific regeneration guidelines [CD-ROM]. CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP), Rome, Italy. 10 pp.



1



2



3



4



5

1 La descripción es un paso importante en la regeneración: planta en la mejor etapa para observación.

Emmanuel Fondi

2 Planta progenitora con colinos que serán usados para la regeneración.

Emmanuel Fondi

3 Colino puyón obtenido de una planta progenitora para la regeneración.

Emmanuel Fondi

4 Limpieza de un colino para eliminar plagas y enfermedades transmitidas por el suelo.

Emmanuel Fondi

5 Aviso metálico para identificar la accesión.

Emmanuel Fondi

