



Guías para la regeneración de germoplasma

Camote

Genoveva Rossel, Catherine Espinoza, Miguel Javier y David Tay

Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú



Introducción

El camote, *Ipomoea batatas* (L.) Lam., es una planta herbácea perenne perteneciente a la familia de las Convolvulaceae. Es una enredadera que crece rápidamente extendiéndose sobre el suelo. Aunque su hábito de crecimiento es principalmente postrado, para propagarse, varía de erecto y semierecto a rastrero.

El camote es el séptimo cultivo alimenticio más importante a nivel mundial, después del trigo, el arroz, el maíz, la papa, la cebada y la yuca. Anualmente en el mundo se producen más de 133 millones de toneladas de camote, más del 95% de ellas en países en desarrollo (www.cipotato.org). Los nombres más comunes para esta planta en América Latina son batata, camote, boniato, batata doce, apichu y kumara.

El camote fue domesticado probablemente hace más de 5000 años en América del Sur o en América Central, aunque recientemente se ha encontrado evidencia de que puede ser esta última el centro de domesticación (Rossel *et al.* 2000).

El Banco de Germoplasma del CIP conserva 6855 accesiones de *Ipomoea batatas* (4616 razas y 2239 entre cultivares mejorados y material de mejoramiento) y 1171 accesiones de otras 67 especies de *Ipomoea*. Las primeras se conservan principalmente vegetativamente en macetas en invernaderos o casas de malla, o en cultivos *in vitro*. Adicionalmente, se conservan en cuartos fríos semillas de especies silvestres relacionadas y de 2556 accesiones de razas.

En una colección de camote generalmente se observa una amplia variación en los hábitos de floración de las diferentes accesiones. En condiciones normales de cultivo, algunos cultivares no florecen; se han desarrollado varias técnicas para promover la floración del camote, entre ellas los fotoperíodos cortos, los injertos, los entramados, etc. Esta guía describe los procedimientos para la regeneración de colecciones de semilla de *Ipomoea batatas* y otras especies silvestres relacionadas.

Selección del ambiente y la época de siembra

Condiciones climáticas

- El camote crece en latitudes desde 40°N hasta 32°S. En el Ecuador se cultiva en altitudes desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm (Huaman 1987)
- Es una planta semitropical; la favorecen las temperaturas entre 20 y 30°C y requiere durante el ciclo de cultivo un mínimo de 5 meses libres de heladas y con abundante luz solar (se recomienda un fotoperíodo de entre 13 y 15 horas luz) y noches cálidas. Las temperaturas más bajas generan lesiones en las raíces
- Una pluviosidad anual entre 750 y 1000 mm es ideal, con un mínimo de 500 mm durante el ciclo de cultivo (Ahn 1993).

Época de siembra

- El camote se puede cultivar durante todo el año si los suelos están bien drenados. En la costa de Perú crece mejor cuando se siembra entre septiembre y noviembre.

Preparación para la regeneración

Cuándo regenerar

- Cuando la germinación de la semilla descienda por debajo del 85%
- Cuando el número de semillas almacenadas sea inferior a 2000
- Cuando se requiera semilla para ensayos de evaluación
- Cuando se va a preparar un duplicado de seguridad de la colección de semillas.

Escarificación de la semilla y germinación

La germinación de las semillas es difícil y requiere escarificación por abrasión mecánica o por tratamiento químico.

- Antes de la escarificación, sumerja las semillas durante ciclos de cinco minutos en tres soluciones desinfectantes: primero en ácido clorhídrico 1N (HCl), seguido de una solución jabonosa y finalmente en etanol al 96%. Escarifique la testa de las semillas con un bisturí o con papel de lija
- Tratamiento químico: coloque las semillas en una malla plástica y sumérlas en ácido sulfúrico concentrado (foto 2) hasta que el color del ácido empiece a oscurecerse (de 10 a 40 minutos). Enjuague con agua corriente durante la noche
- Después de la escarificación, coloque 30 semillas en cajas Petri con papel filtro. Mantenga húmedo el interior de las cajas con agua destilada
- Coloque las cajas en una cámara de germinación a una temperatura de entre 18 y 20°C, una humedad relativa del 80% y un fotoperíodo de 12 horas luz
- Revise las cajas cada 7 días durante 3 semanas
- Registre la fecha de germinación de cada accesión

- Si la germinación media es superior al 85%, proceda a almacenar la accesión, de lo contrario programe otra regeneración de la accesión.

Preparación del material de siembra

- Siembre las plántulas en macetas de turba comprimida (como las macetas Jiffy-7)
- Después de 30 días, transplántelas a macetas de 20 cm de diámetro (foto 3) con suelo compuesto de musgo, tierra marrón oscuro y arena (2:1:1)
- Entre 40 y 65 días después de la siembra inicial, las plantas están listas para realizar los injertos.

Preparación de los porta injertos

- El porta injerto más eficiente es *Ipomoea nil* cv. Kidachi Asagao
- Germine las semillas en cajas Petri con papel filtro. Mantenga húmedo el interior de las cajas con agua destilada
- Después de 8 a 10 días transplante las plántulas a macetas de 20 cm de diámetro con suelo compuesto de musgo, tierra marrón oscuro y arena (2:1:1)
- Las plantas están listas para recibir la pluma a los 40 a 65 días de la siembra.

Rotulación

- Rotule las macetas apropiadamente colocando, por ejemplo, etiquetas autoadhesivas de plástico impermeable con código de barras en estacas plásticas clavadas en las macetas. Las etiquetas deben contener la siguiente información: número de accesión, número de colecta, género y especie, fecha de siembra
- Use etiquetas apropiadas (por ejemplo etiquetas de amarre con código de barras) para identificar las accesiones en la parcela.

Método de regeneración

Distribución espacial de las parcelas, densidad y distancia de siembra

- Siembre 30 semillas de cada accesión (una por maceta) y coloque las macetas sobre mesas en un invernadero, manteniendo una distancia de 25 cm entre macetas.

Porta injertos con abundante floración

- Injerte las plumas de camote en porta injertos que produzcan abundantes flores simultáneamente
- Realice un injerto de tipo púa (de incisión en "V") con una pluma de camote de 15 cm de alto
- Durante unos pocos minutos, rocíe las plantas injertadas con un fungicida
- Fije el injerto con un gancho pequeño o con película autosellante permeable para sellar el injerto (figura 3); cubra la planta con una bolsa de plástico transparente y colóquela a la sombra durante 1 semana
- Después de 3 semanas inicie el tratamiento de días cortos, luego de podar la punta de la pluma
- Los mejores resultados se obtienen cuando la planta porta injertos es joven y las plumas provienen de plantas de camote maduras.

Inducción de la floración

La floración y la formación de frutos son mayores cuando la temperatura oscila entre los 20 y los 25°C y la humedad relativa está por encima del 75%.

- Prepare una cama de floración con una estructura para sostener el plástico negro u otro material oscuro usado para cubrir las plantas
- Transfiera las plantas injertadas del invernadero a la cama de floración
- Para estimular la floración, cubra la cama de floración alrededor de las 16:00 h y remueva la cubierta el día siguiente alrededor de las 08:00 h (foto 5). Continúe con este tratamiento de días cortos durante 1 a 2 meses
- Aplique aspersiones semanales de 1000 ppm de ácido giberélico
- Los botones florales aparecerán unas 3 semanas después del tratamiento de días cortos
- Una vez inducidas, transfiera las plantas a un invernadero para polinización manual o polinización controlada; o a una parcela aislada. En algunos casos, se debe repetir este tratamiento de días cortos para asegurar una floración continua
- El uso de entramados hace que la floración inducida y la producción de semillas sean relativamente eficientes. Estos beneficios están asociados con un crecimiento vegetativo vertical de las plantas, mayor exposición a la luz, menor incidencia de insectos y patógenos del suelo, y facilidad para coleccionar las cápsulas de semilla. Se pueden usar como entramados estructuras tales como trípodes, estacas y malla de alambre.

Polinización

Polinización cruzada

- En el caso de plantas mantenidas en camas en la parcela, un día antes de que las flores abran, amarre todos los pétalos con un gancho o cubra los botones florales con una bolsa de papel glassine para evitar la polinización o contaminación con polen 'extraño'
- Remueva los ganchos o las bolsas de papel cuando remueva las anteras para la polinización
- Emasculé los botones florales de los progenitores femeninos la tarde antes de la antesis y cúbralos con bolsas de papel glassine
- Extraiga el polen de las anteras de los progenitores masculinos y colóquelo en los estigmas de los progenitores femeninos, o frote las anteras removidas sobre el estigma de los progenitores femeninos
- Cubra las flores polinizadas con una bolsa de papel
- Marque las flores con un rótulo indicando el número de accesión de los progenitores, los números de colecta, el género y la especie, y el lugar y fecha de la polinización cruzada.

Polinización abierta

- Transfiera las plantas del invernadero a la parcela, cerca a colmenas donde las abejas y otros insectos las polinicen.

Manejo del cultivo

Evaluación de la fertilización y de la formación de semillas

- Las flores no fertilizadas se caen a los 2 o 3 días después de la polinización
- Las cápsulas de semilla se forman de 30 a 50 días después de la polinización, dependiendo de las condiciones climáticas.

Estacado

- Disponga de suficientes estacas para sostener los tallos del camote que se enroscan y evitar que se mezclen con otras accesiones.

Riego

- Inmediatamente después del trasplante, riegue las plantas una vez por semana. Después de 1 mes, empiece a regar dos veces por semana.

Fertilización

- Aplique fertilizante (N:P:K 15:15:15) mensualmente.

Plagas y enfermedades comunes

- El marchitamiento causado por diferentes especies de hongos patógenos del suelo tales como *Pythium spp.*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*, que atacan las plántulas durante el trasplante
- La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es una plaga importante del camote, la cual transmite virus y otros agentes patógenos
- Los trips pueden atrofiar y reducir el crecimiento de transplantes jóvenes
- El ácaro común o araña de las leguminosas (*Tetranychus urticae*) puede infestar las plantas en los invernaderos; si la infestación es excesiva, las plantas se debilitan severamente y pueden morir
- Se recomienda contactar expertos en sanidad vegetal para que identifiquen los síntomas de las posibles plagas y enfermedades e indiquen las medidas de control apropiadas.

Control de plagas y enfermedades

- Para controlar el marchitamiento fúngico aplique un fungicida
- Para controlar trips y mosca blanca, aplique mensualmente un insecticida
- Para controlar el ácaro común, aplique mensualmente un acaricida o un insecticida.

Cosecha

El fruto del camote es una cápsula más o menos esférica con una punta terminal que puede ser pubescente o glabra. Cada cápsula contiene de una a cuatro semillas ligeramente achatadas por un lado y convexas por el otro. Las semillas son de color de marrón a negro y tienen un diámetro de 3 mm aproximadamente.

- Coseche periódicamente antes de que las cápsulas se abran para evitar pérdidas de semilla, pues no todas las plantas producen semilla al mismo tiempo (foto 6)
- Guarde las semillas cosechadas en bolsas de papel e identifíquelas con etiquetas que tengan código de barras
- Determine el peso de 100 semillas y el peso total de las semillas cosechadas
- Calcule el número de semillas (cuéntelas manualmente si la cantidad es pequeña)
- Registre todos los datos.

Manejo poscosecha

Limpieza de las semillas

- Trille manualmente para remover todos los desechos de las semillas
- Desinfecte las semillas con un desinfectante apropiado manteniendo las semillas tratadas en cajas Petri selladas con Parafilm y almacenadas durante al menos 30 días para detectar si hay emergencia de insectos
- Si no se detectan insectos, continúe con los procedimientos normales de empaque y almacenamiento
- Haga una prueba de germinación para calcular el porcentaje inicial de germinación.

Secamiento de las semillas

- El Método 1 usa gel de sílice como desecante en condiciones de temperatura controlada durante 14 días para reducir el contenido de humedad de las semillas a entre 7 y 10%:
 - Con una balanza de precisión, pese las semillas y el gel de sílice en una proporción de 1 g de semillas por 2 g de gel de sílice
 - Coloque las semillas y el gel de sílice en cajas Petri separadas para facilitar la remoción y renovación del gel (cuando su color cambia de azul oscuro a rosado o azul pálido)
 - Coloque las cajas Petri en bandejas plásticas y cúbralas con bolsas plásticas
 - Coloque las bandejas en una incubadora a 17°C
 - Distribuya las bandejas uniformemente en la incubadora
- El Método 2 usa una cámara de secado:
 - Coloque las bolsas de semilla en la cámara de secado (30°C) durante 20 días hasta que la humedad de las semillas esté entre 7 y 10%.
 - Empaque las semillas inmediatamente para evitar que se rehidraten.

Empaque de las semillas

- Empaque las semillas en bolsas de aluminio laminado colocando unas 1000 semillas por bolsa
- Coloque, en el interior y en el exterior de los paquetes, etiquetas autoadhesivas e impermeables con código de barras y la siguiente información: número de la accesión, número de colecta, tipo de semilla (original, cruce entre hermanos, polinización abierta o auto polinización), año y lugar de recolección o de regeneración de la semilla, número de semillas, fecha de almacenamiento, género y especie
- Llene los recipientes para almacenamiento con las bolsas de semillas y séllelos inmediatamente para proteger las semillas de la humedad relativa alta del ambiente
- Almacene en el cuarto de almacenamiento.

Almacenamiento de las semillas

- Dos tipos de almacenamiento se usan para conservar el germoplasma de camote:
 - Almacenamiento a mediano plazo (10 años) a 0°C (colección activa): se usa para accesiones con un porcentaje de germinación inferior al 60%, o para aquellas accesiones que necesitan ser regeneradas
 - Almacenamiento a largo plazo (50 años) a -20°C (colección base): se usa para accesiones con un porcentaje de germinación superior al 85%
- En las instalaciones de almacenamiento del CIP la meta es almacenar de 1500 a 2000 semillas por accesión para almacenamiento a largo plazo, y una cantidad igual de semilla por accesión para la colección activa.

Monitoreo de la identidad de la accesión

- Verifique la identidad de la accesión usando los descriptores morfológicos de la lista de descriptores de camote publicada por el CIP (CIP/AVRDC/IBPGR 1991; ver referencia más abajo).
- Tome fotos
- Prepare especímenes para el herbario.

Registro de la información durante la regeneración

Registre la siguiente información durante la regeneración:

- Número de la accesión
- Número de colecta [número original asignado a la muestra por el(los) colector(es)]
- Género y especie
- País de recolección (código del país donde se colectó originalmente la muestra)
- Lugar de la regeneración
- Condiciones ambientales (altitud, temperatura, pluviosidad)
- Referencia del campo, parcela, invernadero, casa de malla
- Germinación
- Número de plantas establecidas
- Días de la siembra a la floración
- Método de polinización
- Número de flores polinizadas
- Fecha de polinización
- Número de cápsulas obtenidas
- Fecha de cosecha de las cápsulas
- Fecha de procesamiento
- Número de semillas obtenidas

Referencias y lecturas adicionales

Ahn PM. 1993. Tropical soils and fertilizer use. Intermediate Tropical Agriculture Series. Longman Scientific and Technical Ltd, Reino Unido.

CIP. 1999. Sweetpotato (*Ipomoea batatas*) Germplasm Management Training Manual. Huaman Z, editor. International Potato Center (CIP), Lima, Perú.

CIP, AVRDC, IBPGR. 1991. Descriptors for Sweet potato. Huaman Z, editor. International Board for Plant Genetic Resources, Roma, Italia. Disponible en <http://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversity/publications/pdfs/263.pdf>

Huaman Z. 1987. Current status on maintenance of sweetpotato genetic resources at CIP. En: Exploration, maintenance and utilization of sweetpotato genetic resources. Report of the First Sweetpotato Planning Conference 1987. International Potato Center, Lima, Perú. pp. 101–120.

Rossel G, Kriegner A, Zhang DP. 2000. From Latin America to Oceania: The historic dispersal of sweet potato re-examined using AFLP. CIP Program Report 1999-2000. International Potato Center, Lima, Perú. pp. 315–321.

Reconocimiento

El contenido científico de esta guía fue revisado por K. Abraham, Head of Crop Improvement Division, Central Tuber Crops Research Institute (CTCRI), India y Algerico Mariscal, Director, PhilRootcrops, Filipinas.

Cómo citar esta publicación

Rossel G., Espinoza C., Javier M. and Tay D. 2008. Guías para la regeneración de germoplasma: camote. 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. 9 pp.



1



4



5



6



2



3

1 Planta de camote silvestre [*Ipomoea purpurea* (L.) Roth].

Victor Fernández/CIP

2 Semillas de camote sumergidas en ácido sulfúrico concentrado para su posterior escarificación.

Victor Fernández/CIP

3 Plántula de camote transplantada a una maceta de 20 cm de diámetro.

Victor Fernández/CIP

4 Injerto de una pluma de camote en un porta injerto de *Ipomoea nil* cv. Kidachi Asagao.

Vilma Hualla/CIP

5 Uso de plástico negro para crear condiciones de días cortos e inducir la floración.

Vilma Hualla/CIP

6 Cosecha de semilla de camote.

Victor Fernández/CIP

