PN-ABD-714
63522

Serie de Evaluación de Tecnología No. 9

Evaluación de Tecnología Agronómica para producción de Papa a partir de Semilla Botánica

J.P. Malagamba

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP)

1983

Serie de Evaluación de Tecnología No. 9

EVALUACION DE TECNOLOGIA AGRONOMICA PARA PRODUCCION DE PAPA A PARTIR DE SEMILLA BOTANICA

J. P. Malagamba

Centro Internacional de la Papa (CIP)
Apartado 5969, Lima, Perú
1983

SERIE SOBRE EVALUACION DE TECNOLOGIA

El propósito de la Serie sobre Evaluación de Tecnología es dar a conocer a los científicos de los programas nacionales de papa, las tecnologías generadas por el Centro Internacional de la Papa (CIP); para que éstas sean evaluadas bajo condiciones locales.

Cada tecnología es presentada con los resultados más relevantes y con suficiente información de los materiales y procedimientos que pueden ser usados en la evaluación. Se sugieren varios experimentos, incluyendo sus diseños y colección de datos experimentales.

A través de esta serie, el CIP está mejorando el proceso de transferencia de tecnología a los científicos de los programas nacionales de papa, facilitando de esta manera la adaptación de la tecnología a las condiciones de los agricultores. Es importante para el esfuerzo que el CIP está haciendo para mejorar la producción de papa, que los científicos nacionales informen los resultados de sus evaluaciones tecnológicas. Esta información ayudará a orientar las investigaciones del CIP lo cual favorecerá el desarrollo de tecnologías más apropiadas para las necesidades y condiciones de los agricultores.

Primo Accatino
Coordinador, Transferencia de
Tecnología

SEMILLA BOTANICA DE PAPA: TECNOLOGIA Y ALTERNATIVAS

En un área dada, el primer paso para determinar el potencial de la semilla botánica de papa es seleccionar una progenie de semilla botánica de papa adaptada a las condiciones predominantes en esa área.

La semilla de polinización libre de una progenie uniforme es muy útil para fines de investigación ya que puede ser obtenida fácilmente. A pesar de que la semilla híbrida usualmente produce rendimientos más altos que la semilla de polinización libre, aquélla es más difícil de obtener.

Para cultivar papa a partir de semilla botánica se deben considerar dos alternativas primarias: la semilla botánica puede ser sembrada directamente en el campo, o puede ser cultivada en un almácigo para trasplantarla posteriormente al campo. Cualquiera de los métodos puede ser usado a fin de producir papa de consumo o para producir tubérculos-semillas para sembrar durante la siguiente temporada.

La experiencia obtenida en el CIP indica que la siembra directa de la semilla botánica en el campo implica un riesgo alto. La siembra directa requiere un manejo más intensivo y hábil y mejores condiciones de suelo y humedad que la producción de papa mediante trasplante de plántulas.

Dos etapas requieren especial atención cuando se produce papa por trasplante: la producción de plántulas en los viveros, y el trasplante y establecimiento en el campo.

ETAPA DE PRODUCCION DE PLANTULAS

Producción de Semilla

La semilla botánica de papa, dependiendo de la progenie, germina rápidamente cuando es sembrada seis meses o más después de cosechar las bayas. Para romper la latencia antes de este período, se sumerge la semilla durante 24 horas en una solución de ácido giberélico de 1500 ppm (1,5 g de ácido giberélico por litro de agua).

EVALUACION DE TECNOLOGIA AGRONOMICA PARA PRODUCCION DE PAPA A PARTIR DE SEMILLA BOTANICA

J. P. Malagamba

INTRODUCCION

En esta publicación se presentan, como procedimientos estándar para ser evaluados, diversas prácticas de campo que son importantes en la producción de papa a partir de semilla botánica. El propósito es desarrollar una tecnología que sea apropiada para uso de los agricultores en condiciones locales.

Cultivar papa a partir de semilla botánica es ventajoso en áreas 1) donde las condiciones climáticas permiten la producción de papa durante tres o cuatro meses del año, 2) donde el costo de los tubérculos-semillas representa una alta proporción de los costos de producción de la cosecha, 3) donde los rendimientos de papa son bajos debido a la baja calidad de los tubérculos-semillas, y 4) donde la mano de obra calificada en prácticas de cultivo de hortalizas es abundante y barata. La presencia de estos cuatro factores básicos incrementará el uso potencial de la semilla botánica y deben ser considerados antes de empezar las actividades de investigación.

Debido a diferencias climáticas y a la disponibilidad de los elementos requeridos, el conocimiento agronómico sobre semilla botánica debe ser adaptado a las condiciones ya presentes. En esta publicación se explican los diferentes pasos comprendidos en la producción de papa a partir de semilla botánica, para indicar problemas en los que se tiene experiencia, y proponer algunas alternativas[1] para evaluación. En el Anexo A se presentan, como sugerencias, algunos experimentos.

[1] Para mayor información referirse a "Potato Production from True Seed" por Primo Accatino y Jorge Patricio Malagamba, CIP, 1982.

Características de los Almácigos

La mayoría de las plántulas de hortalizas para trasplante es producida en almácigos en un vivero, o en bandejas hechas de madera o plástico.

En áreas de cultivo de hortalizas se pueden encontrar diferentes tipos de almácigos. Uno consiste en varios surcos de 10 a 15 cm de profundidad; las semillas se siembran a ambos lados de cada surco, justo encima de la línea del agua. Otro tipo de almácigo es un pedazo de tierra (usualmente rectangular) bien preparado y nivelado, donde el contenido de materia orgánica del suelo es mayor que en el resto del campo. Esto es logrado normalmente con aplicaciones de estiércol, compost, u otros materiales orgánicos. En este pedazo de tierra, la semilla es esparcida o sembrada en surcos poco profundos. Estas características son las mismas de los almácigos para la producción de plántulas de papa. En el Perú, las plántulas de papa han sido cultivadas satisfactoriamente en diferentes tipos de almácigos; sin embargo, estas plántulas pueden tener mayores necesidades de nutrimentos y de buena estructura de suelo que las plántulas de otros cultivos.

Las condiciones climáticas, particularmente la temperatura, también son importantes durante este período de crecimiento de las plántulas. La temperatura mínima adecuada para el crecimiento debe fluctuar entre 10°C y 20°C, cuando la temperatura máxima no excede de 30°C. Con temperaturas fuera de este promedio, se produce falta de uniformidad y pérdida de vigor de las plántulas.

En áreas de temperaturas altas, es necesario proteger los almácigos durante el comienzo del crecimiento, colocándolos a la sombra de un árbol, o cubriéndolos con ramas, hojas, u otros materiales. La sombra reduce considerablemente la temperatura del almácigo, pero no debe reducir la luz solar más del 20% al 30%, el extremo de causar etiolación. La sombra debe ser retirada 10 ó 15 días antes del trasplante (25 a 30 días después de la siembra). La exposición directa a la luz solar dará como resultado plántulas más vigorosas que sobrevivirán en mejores condiciones después del trasplante. En áreas de lluvias fuertes, se puede colocar un tendido de polietileno debajo del material usado para producir sombra.

Una adecuada estructura protectora hecha de malla de alambre, película de plástico y hojas, con postes de soporte, puede ser colocada entre 50 y 100 cm sobre el almácigo. Algunas veces es necesario rodear el vivero con una verja para evitar la entrada de pequeños animales. Si la siembra se realiza cuando las temperaturas mínimas son menores de 10°C, podrá ser necesario calentar el ambiente de los almácigos mediante la construcción de un pequeño túnel de plástico, o utilizar facilidades de invernadero si están disponibles.

Un buen ejemplo de cómo aumentar la temperatura de los almácigos es observar los métodos usados por agricultores locales que cultiven otras hortalizas (por ejemplo tomate, apio, berenjena) durante el mismo período.

Substratos de los Almácigos

Este es un aspecto en el que se recomienda investigar la adaptación. Son extremadamente variables los materiales probables que pueden ser usados como substrato de almácigo y, por tanto, lo son sus características y necesidades. La estructura del substrato de un almácigo es un factor muy importante. Las plántulas se desarrollan mejor cuando sus raíces crecen en un medio bien aireado, que permita un buen drenaje. El medio se adhiere a la raíz y forma un bloque de enraizamiento (un bloque de substrato del almácigo que rodea las raíces) al alzar las plántulas para el trasplante.

Los suelos con alto contenido de materia orgánica son excelentes substratos que podrían no necesitar fertilización adicional. En algunas áreas de agricultura intensiva, la preparación de compost es una práctica común. El compost bien preparado tiene suficientes propiedades para el desarrollo de las plántulas y puede ser usado ya sea solo o mezclado con el suelo, en cantidades más bien abundantes, para mejorar la estructura y la fertilidad del suelo. Según su naturaleza y los procedimientos de preparación, el compost puede ser salino, lo cual podría retardar el crecimiento de las plántulas. En esos casos, el exceso de sal debe ser eliminado por medio de lavado antes de usar el compost (Anexo A, Ejemplo 1).

El estiércol es también usado para mejorar las características de los almácigos. El estiércol fresco, (o cualquier material orgánico que se descomponga cuando se usa como substrato o como componente del substrato)

es dañino para el crecimiento de las plántulas. Sólo es recomendado el material bien descompuesto (inclusive el estiércol) o aquél que por su composición es bien estable (por ejemplo, tiene un alto contenido de lignina). El estiércol que ya está completamente descompuesto tiene excelentes propiedades como mejorador de almácigo, cuando se mezcla con el suelo en proporciones correctas.

En localidades donde esté disponible el musgo, se puede usar una mezcla de 1:1 por volumen de musgo con arena más fertilizantes. Se agregan a la mezcla las siguientes cantidades de nutrimentos, por kilogramo de mezcla: 100 mg de N, 300 mg de P_2O_5 y 100 mg de K_2O. Para el N se recomienda la forma de nitrato. Evítese usar úrea. El superfosfato (20% P_2O_5) es una buena fuente de P y el cloruro de potasio (60% K_2O) es una buena fuente de K. Estos fertilizantes se agregan muy cuidadosamente para lograr una distribución uniforme (Anexo A, Ejemplo 2).

En áreas con una alta población de nematodos parásitos (por ejemplo, Meloidogyne) la aplicación de productos químicos con acción tanto nematicida como insecticida, tales como el carbofurán 10G en dosis de 5 g/m^2, puede ser efectiva sin perjuicio para las plántulas. Los productos químicos deben ser distribuidos sobre los almácigos y agregados a la capa de la superficie antes de sembrar. Los viveros al aire libre pueden ser protegidos contra los daños ocasionados por gusanos trozadores (Agrotis) rodeando los almácigos con un polvo insecticida, como el Sevín. Para otros insectos que se alimentan de las hojas, aplicar insecticida a las hojas.

Para fines experimentales, el efecto de la esterilización de los almácigos puede ser comparado con el método más práctico de aplicar fungicidas recomendados para eliminar las enfermedades predominantes originarias del suelo.

Siembra de TPS

Se siembra la semilla en surcos llanos de 0,5 a 1 cm de profundidad y 5 cm de distancia entre surcos. Esto asegurará una alta eficiencia en el manejo de las plántulas de papa, y un trasplante más seguro. Los surcos son trazados con un instrumento apropiado y la semilla se distribuye cada 1,5 cm en cada surco. Diez días después de la emergencia, se ralean las plántulas y se deja entre ellas una separación de aproximadamente 3 cm.

Es necesario regar cuidadosamente durante el período de producción de las plántulas. Cuando en el almácigo se aplica riego por surcos, sólo la humedad debe llegar hasta la zona radicular.

Emergencia de las Plántulas y su Crecimiento

La emergencia de las plántulas usualmente ocurre entre 5 y 10 días después de la siembra. En climas cálidos la emergencia de las plántulas toma más tiempo. La temperatura óptima para la emergencia de las plántulas está entre 15°C y 20°C.

El crecimiento de las plántulas progresa lentamenta durante los primeros 20 días después de la siembra. Después de este período, que coincide con el desarrollo del primer par de hojas, la tasa de crecimiento aumenta muy rápido, y en unos pocos días más las plántulas están listas para el trasplante (alrededor de 35 días después de la siembra).

La tempratura tiene un fuerte efecto en la tasa de crecimiento de las plántulas. Las plántulas de la misma progenie reaccionan en formas distintas a las temperaturas que no sean óptimas, lo cual conduce a una severa falta de uniformidad y a un período más largo de producción de plántulas.

TRASPLANTE Y ESTABLECIMIENTO EN EL CAMPO

Cuando las plántulas hayan desarrollado su quinta hoja tienen de 8 a 10 cm de altura, y están listas para trasplantar de los viveros al campo.

Las siguientes recomendaciones asegurarán un trasplante exitoso:

1. El suelo en el campo debe estar bien preparado, fertilizado de manera apropiada, y regado al momento del trasplante. Las necesidades de fertilización dependen del tipo de suelo, de la fuente de nutrimentos y del método de aplicación, y deben haber sido determinadas por experimentación. Según la experiencia en el CIP, los mejores resultados son obtenidos al agregar el fertilizante al suelo en una franja a lo largo del surco. Las cantidades de nitrógeno son divididas en aplicaciones parciales: al momento del trasplante y en cada operación de aporque.

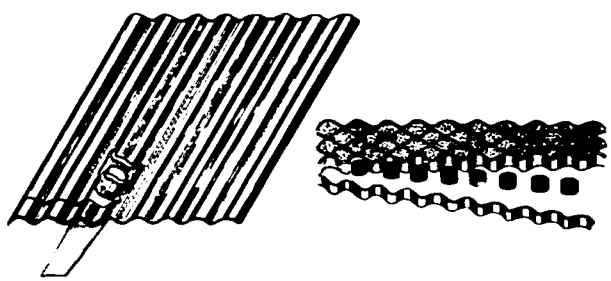
Para reducir el estrés del trasplante, se debe mantener al mínimo la diferencia de contenido de humedad entre el suelo del almácigo y el del campo. Por lo tanto, el contenido de humedad del suelo durante los primeros días debe ser suficiente para permitir un rápido establecimiento de las plántulas. Además, el tiempo empleado para remover las plántulas de los almácigos y colocarlas en el suelo debe ser tan corto como sea posible.

2. Las plántulas se trasplantan con la mayor cantidad posible de substrato adherido a sus raíces. Este bloque de substrato de almácigo reduce al mínimo los daños a las raíces cuando las plántulas son removidas de los almácigos. Se obtiene excelente resultado al cultivar las plántulas en mezclas apropiadas dentro de pequeños recipientes hechos de papel, plástico, hojas de plátano, u otros materiales (Fig. 1). También se pueden preparar pequeños bloques (5 x 5 x 5 cm) para colocar una o dos plántulas. El compost, el musgo y otros materiales orgánicos mezclados con el suelo en proporción volumétrica de 1:1 son materiales excelentes para preparar los bloques de enraizamiento. Un marco barato de madera con particiones móviles también puede ser usado para hacer bloques de enraizamiento.

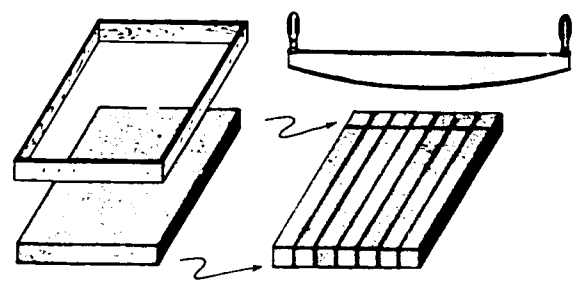
Se llena el marco con la mezcla ya húmeda y se siembran dos o tres semillas en el centro del bloque a una profunidad de 0,5 cm. En 35 a 40 días los bloques pueden ser llevados al campo y trasplantados sin exponer las plántulas a un mayor estrés. Los bloques deben ser plantados en hileras separadas 0,20 m entre sí.

Ya que los distintos materiales tienen diferentes propiedades de adherencia, se recomienda buscar substratos adecuados para los bloques de enraizamiento y modos alternativos de producirlos cuando se necesiten (Anexo, Ejemplos 3 y 4).

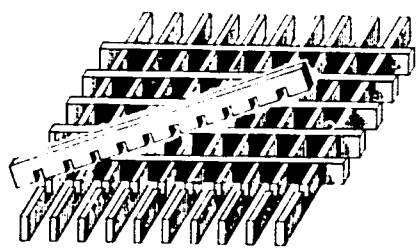
3. En áreas de poca lluvia, la disponibilidad de agua es crítica. Al momento del trasplante y durante los primeros días siguientes es muy importante mantener un adecuado contenido de humedad del suelo para reducir las pérdidas de plántulas. En áreas irrigadas, se trasplantan las plántulas a un lado del surco y a un nivel ligeramente más alto que el del agua. A este nivel se abren huecos individuales para colocar las plántulas.



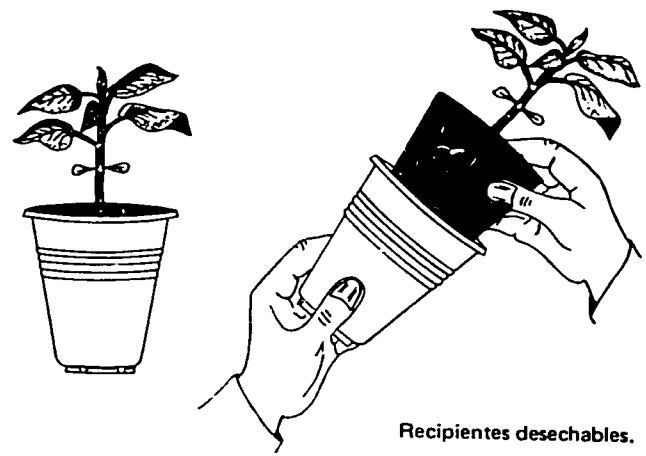
Hojas corrugadas (cortadas en franjas de 6 cm).



Marco de madera y herramienta para cortar los bloques.



Marco con particiones móviles de madera o metal.



Recipientes desechables.

Figura 1. Materiales para preparar los bloques de enraizamiento.

4. La temperatura tiene una gran influencia en el establecimiento de las plántulas. En climas cálidos, se debe trasplantar en horas de la tarde para facilitar la recuperación de la plántula y para prevenir su marchitamiento. Asimismo, en estos climas, la combinación del sombreamiento durante los primeros 25 días con la exposición directa a la luz solar durante los últimos 15 a 20 días, proveerán a las plántulas con la fuerza necesaria para tolerar el estrés del trasplante.

Para reducir la temperatura del suelo durante el período de establecimiento de las plántulas provenientes de semilla botánica en climas cálidos, se puede usar una cobertura protectora de paja para cubrir los surcos, o usar otra forma de protección colocada sobre las plántulas durante los primeros 10 días después del trasplante para mejorar la sobrevivencia de las plántulas (Anexo A, Ejemplo 5).

5. En climas fríos, la recuperación de la tasa de crecimiento después del trasplante puede tomar un largo tiempo. Algunas progenies de semilla botánica, sin embargo, tienen la habilidad de recuperarse más rápido cuando las temperaturas son más frías.

Las coberturas protectoras de plástico para cubrir los surcos son excelentes para aumentar la temperatura del suelo y para mejorar el establecimiento de las plántulas y su crecimiento en climas más fríos. La cobertura de plástico también mantendrá el contenido de humedad del suelo por períodos más largos después de la irrigación y restringirá el desarrollo de maleza. Se hacen los surcos y se coloca el plástico sobre el surco donde las plántulas van a ser trasplantadas. Para trasplantar las plántulas se hacen huecos en las coberturas de plástico a la correspondiente distancia de trasplante y se colocan dos o tres plántulas en cada hueco a 10 cm de profundidad. Se puede realizar un simple experimento para observar las ventajas de este método usando dos progenies, si es posible de distintas reacciones de adaptación a la temperatura (Anexo A, Ejemplo 6).

6. Se recomienda hacer un primer aporque pequeño a las plántulas a los 10 a 15 días después del trasplante, particularmente en suelos pesados, para proveerle mejores condiciones a la zona de enraizamiento. Para los otros aporques se escoge una etapa adecuada de la planta, tal como se hace con

plantas de tubérculo-semilla. Un aporque apropiado es especialmente importante en trabajos con semilla botánica.

7. Las plántulas de semilla botánica son sensibles a los herbicidas. Aquéllos recomendados como postemergentes pueden afectar la sobrevivencia de las plántulas de papa. Sin embargo, cuando se requiere el uso de herbicidas, se deben evaluar aquellos disponibles para empleo en otras hortalizas propagadas por trasplante (Anexo A, Ejemplo 7). Los herbicidas de contacto, rápidamente inactivados (tales como el paraquat), aplicados dos días antes del trasplante, han dado buenos resultados en el control de maleza sin afectar las plántulas de papa. Se aplica el herbicida al suelo surcado y regado una semana antes para permitir que germinen las semillas.

8. Bajo condiciones de estrés por calor, el trasplante de papa como cultivo asociado o como un cultivo de relevo aumenta la sobrevivencia de las plántulas. El beneficio de este sistema depende, sin embargo, del tipo de cultivo asociado con papa ya que se debe considerar una adecuada combinación de reducción de la radiación y duración del cultivo asociado. Cuando se trabaja bajo estas condiciones, donde los cultivos asociados son una práctica común, es necesario investigar localmente las mejores asociaciones (Anexo, Ejemplo 8). En el CIP, el cultivo de relevo ha demostrado tener éxito en el mejoramiento de la sobrevivencia de las plántulas en áreas cálidas y húmedas, cuando la papa de semilla botánica fue trasplantada entre surcos de maíz maduro, soya y Crotalaria. Estos cultivos han sido retirados cuando las plántulas de papa se han establecido en el campo.

ANEXO A

Ejemplo 1. Diferentes Substratos de Almácigos

Se pueden comparar diversos substratos de almácigos preparados con materiales localmente disponibles usando igual número de semillas por bandeja (por ejemplo, 100 semillas) con dos a cuatro repeticiones. El control debe ser el substrato usado por los agricultores para cultivar plántulas de otras hortalizas.

Tratamiento 1: Musgo (si hay disponible), arena y fertilizantes.
Tratamiento 2: Compost preparado localmente.
Tratamiento 3: Mezcla de compost (50%) y suelo (50%) más fósforo adicional (por ejemplo, 200 mg P_2O_5 por cada kg de mezcla).
Tratamiento 4: Substrato del agricultor (control).
Tratamiento 5: Substrato del agricultor más P_2O_5 (por ejemplo, 200 mg por kg de substrato).
Tratamiento 6: Suelo.

Ejemplo 2. Niveles de Fertilización

Los mejoramientos por adición de fertilizantes pueden ser evaluados mediante comparación con los substratos más comunes utilizados por los agricultores para cultivar otras hortalizas. Esto es particularmente importante cuando se sabe que los suelos de la zona son deficientes en algunos elementos. Por ejemplo, si el fósforo disponible en el suelo es bajo (por causas diferentes de un pH bajo) como es el caso de muchos suelos volcánicos que tienen buenas condiciones estructurales para almácigos, se pueden aplicar y evaluar niveles crecientes de P. Si fuera necesario, se pueden añadir otros elementos en una dosis común. Se debe sembrar un número igual de semillas en cada bandeja.

	P en el substrato (mg/kg)
Tratamiento 1:	0 (control)
Tratamiento 2:	50
Tratamiento 3:	100
Tratamiento 4:	200
Tratamiento 5:	300
Tratamiento 6:	400

En los experimentos 1 y 2, a los 35 ó 40 días de sembradas las plántulas pueden ser evaluadas en su vigor, altura, peso y otras características. Para esto se usan aquellas plántulas ubicadas en el centro de bandeja. Dependiendo de la uniformidad de crecimiento, 25 plántulas por bandeja es una cantidad adecuada de muestras. La clase de datos que deben ser registrados de estos experimentos se presenta en el Anexo B.

Ejemplo 3. La Formación de Bloques de Enraizamiento por Diferentes Proporciones de Materiales Orgánicos.

Se mezclan cuidadosamente diferentes proporciones de suelo y materiales orgánicos recomendados (musgo, compost, etc.) y una dosis común de fertilizantes (100, 300, 100 mg de N, P, K, respectivamente por kg de mezcla). Se pueden evaluar sus propiedades para producir buenas plántulas y para servir de substrato en la elaboración de bloques de enraizamiento (ver en el Anexo B, el registro de los datos).

	Suelo (%)	Material orgánico (%)
Tratamiento 1:	100	0
Tratamiento 2:	75	25
Tratamiento 3:	50	50
Tratamiento 4:	25	75
Tratamiento 5	0	100

Los bloques de enraizamiento pueden ser preparados usando un marco de madera con divisiones internas (se sugiere usar las medidas 5 x 5 x 5 cm), y se evalúa el vigor y la altura de las plántulas a los 35 días después de la siembra. También, en esa fecha, se observa la capacidad de las distintas mezclas para mantener su forma cuando son manejadas en el trasplante.

Las plántulas producidas en bandejas separadas pero usando la misma mezcla, como en el Tratamiento 3, pueden ser usadas como control para evaluar: 1) posibles mejoras en la sobrevivencia de las plántulas al trasplante y 2) el período de establecimiento en el campo.

Ejemplo 4. Evaluación de Métodos para Mejorar el Establecimiento de las Plántulas.

Los recipientes de plástico, papel, u otros materiales, llenados con substrato pueden ser comparados con bloques de enraizamiento y otros métodos de producción de plántulas bajo estrés. Una mezcla de 1:1 de suelo y materiales orgánicos recomendados (compost, musgo) más fertilizantes (100, 300, 100 mg de N, P, K, respectivamente, por kg de mezcla) puede ser usada para los diferentes tratamientos. Los siguientes tratamientos pueden ser comparados:

Tratamiento 1: Plántulas cultivadas en recipientes.
Tratamiento 2: Plántulas cultivadas en bloques de enraizamiento.
Tratamiento 3: Plántulas cultivadas en almácigos o en bandejas y trasplantadas con raíces descubiertas.

La diferencia en sobrevivencia es evaluada 20 días después del trasplante.

Ejemplo 5. Reducción de la Temperatura del Suelo, en Climas Cálidos, durante el Establecimiento en el Campo.

Se pueden evaluar diferentes métodos para reducir la temperatura del suelo en climas cálidos: cubrir los surcos con coberturas hechas con materiales disponibles localmente, tales como paja, cáscaras de café, hojas secas, y usar partes de hojas de plátano o manojos de paja para cubrir las plántulas trasplantadas. El tamaño de la parcela es tres surcos de 6 m de largo por cada repetición, con cuatro repeticiones por tratamiento, en un diseño de bloque al azar.

Tratamiento 1: Cobertura de paja, cáscara y hojas secas sobre los surcos durante el ciclo completo de crecimiento.
Tratamiento 2: Partes de hojas de plátano (dobladas en el centro) o manojos de paja que cubren durante 5 días las plántulas trasplantadas.
Tratamiento 3: Partes de hojas de plátano (dobladas en el centro) o manojos de paja que cubren durante 10 días las plántulas trasplantadas.
Tratamiento 4: Partes de hojas de plátano (dobladas en el centro) o manojos de paja que cubren durante 20 días las plántulas trasplantadas.
Tratamiento 5: Control.

Ejemplo 6. Efecto de la Cobertura Protectora de Plástico en el Establecimiento de las Plántulas y su Crecimiento en ambientes Fríos.

Se usan dos progenies que tengan distintas reacciones de adaptación a la temperatura, para observar el efecto benéfico del plástico al cubrir los surcos en ambientes fríos.

Tratamiento 1: Progenie A, cobertura protectora de plástico.
Tratamiento 2: Progenie A, suelo descubierto.
Tratamiento 3: Progenie B, cobertura protectora de plástico.
Tratamiento 4: Progenie B, suelo descubierto.

Los tratamientos pueden ser arreglados en el campo en un diseño de parcelas divididas, usando progenies como subunidades. Cada subunidad consiste en cuatro surcos de 6 m de largo, con cuatro repeticiones. (El autor puede suministrar una guía para el trazado del campo a quien la solicite.)

Ejemplo 7. Efecto de los herbicidas.

Tres herbicidas distintos usados después del trasplante, en las dosis recomendadas, pueden ser aplicados en tres períodos distintos. El tamaño de parcela es cuatro surcos de 6 m.

Tratamiento 1: Herbicida A, 5 días después del trasplante.
Tratamiento 2: Herbicida A, 10 días después del trasplante.
Tratamiento 3: Herbicida A, 15 días después del trasplante.
Tratamiento 4: Herbicida B, 5 días después del trasplante.
Tratamiento 5: Herbicida B, 10 días después del trasplante.
Tratamiento 6: Herbicida B, 15 días después del trasplante.
Tratamiento 7: Herbicida C, 5 días después del trasplante.
Tratamiento 8: Herbicida C, 10 días después del trasplante.
Tratamiento 9: Herbicida C, 15 días después del trasplante.
Tratamiento 10: Control sin aplicaciones.

Se establecen cuatro repeticiones de cada tratamiento, usando un diseño de parcela dividida. Se evalúa la sobrevivencia de las plántulas 15 días después de la correspondiente aplicación. El control de maleza se evalúa a través de observaciones y contando las malezas en cada parcela 30 días

después del trasplante. Si fuera necesario, se pueden incluir tres controles, en los que sólo se aplicará agua, correspondientes a las tres fechas de aplicación de los herbicidas. (Los interesados en una guía para el trazado del campo pueden solicitarla al autor.)

Ejemplo 8. Cultivos de Relevo para Mejorar el Establecimiento de las Plántulas.

El mejoramiento del establecimiento de las plántulas de papa puede ser evaluado mediante relevos con el cultivo más común de la zona o con el que precede a la papa (o que podría preceder) en el sistema de cultivo. Las plántulas de papa pueden ser trasplantadas entre surcos de ese cultivo a espacios regulares. El cultivo asociado puede cosecharse 10, 20 y 30 días después del trasplante de las plántulas. El tamaño de la parcela, es cinco surcos de 10 m, con cuatro repeticiones por tratamiento, en un diseño de bloque al azar.

Tratamiento 1: Período de relevo de 10 días.
Tratamiento 2: Período de relevo de 20 días.
Tratamiento 3: Período de relevo de 30 días.
Tratamiento 4: Período de relevo de 40 días.
Tratamiento 5: Control.

El tipo de información que se debe registrar en los ejemplos 7 y 8 se presenta en el Anexo B.

ANEXO B

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP)

REGISTRO DE DATOS PARA LOS EJEMPLOS 1 Y 2

Tratamiento	Repetición	Germinación a los 15 días (%)	Vigor[a] a los 35 días	Altura[b] a los 35 días (cm)	Peso fresco (g) de 25 plántulas a los 35 días				Estolones a los 35 días (No.)	Tubérculos[c] a los 35 días (No.)
					Parte aérea	Raíces	Estolones	Tubérculos[c]		
1	I									
	II									
	III									
	IV									
	Promedio									
2	I									
	II									
	III									
	IV									
	Promedio									
3	I									
	II									
	III									
	IV									
	Promedio									
4	I									
	II									
	III									
	IV									
	Promedio									
5	I									
	II									
	III									
	IV									
	Promedio									
6	I									
	II									
	III									
	IV									
	Promedio									

[a] Vigor: 1 = Pobre (plántula pequeña, tallo débil, enanismo); 2 = Moderado; 3 = Bueno; 4 = Excelente (plántula alta, tallo fuerte, 5 a 6 hojas, lista para trasplantar).

[b] Promedio de 25 plántulas.

[c] La formación de tubérculos normalmente empieza antes de 30 días o como reacción al estrés (calor, carencia de humedad y de nutrimentos).

REGISTRO DE DATOS PARA LOS EJEMPLOS 3 Y 4

Tratamiento	Repetición	Vigor[a]	Altura (cm)	Uniformidad[a]	Compactación[b]	Establecimiento en el campo (% de sobrevivencia)	Peso fresco (g) de 50 plántulas			
							Parte aérea	Raíces	Estolones	Tubérculos
1	I									
	II									
	III									
	IV									
	Promedio									
2	I									
	II									
	III									
	IV									
	Promedio									
3	I									
	II									
	III									
	IV									
	Promedio									
4	I									
	II									
	III									
	IV									
	Promedio									
5	I									
	II									
	III									
	IV									
	Promedio									
N	I									
	II									
	III									
	IV									
	Promedio									

[a] Vigor y uniformidad: 1 = Pobre; 2 = Moderado; 3 = Bueno; 4 = Excelente.

[b] Compactación: 1 = Adecuada; 2 = Inadecuada. Se refiere a la resistencia de la plántula con su substrato para la manipulación y el transporte.

REGISTRO DE DATOS PARA EL EXPERIMENTO 5

Area de la parcela . . . . . m^2

Fecha de trasplante

Tratamiento	Repetición	Sobrevivencia[a] (días)		Vigor[b] (días)		Madurez[c]	Rendimiento (kg/parcela)	
		15	30	15	30		Total	Mercadeable
1. Prog. A, cobertura protectora	I							
	II							
	III							
	IV							
	Promedio							
2. Prog. B, cobertura protectora	I							
	II							
	III							
	IV							
	Promedio							
3. Prog. A, suelo desnudo	I							
	II							
	III							
	IV							
	Promedio							
4. Prog. B, suelo desnudo	I							
	II							
	III							
	IV							
	Promedio							

[a] Sobrevivencia: Número de plantas muertas por parcela.

[b] Vigor: 1 = Pobre (plántula pequeña, tallo débil, enanismo); 2 = Moderado; 3 = Bueno; 4 = Excelente (plántula alta, tallo fuerte, 5 a 6 hojas, lista para trasplantar).

[c] Madurez: Se toma a los 70 días después del trasplante y se repite luego si es necesario. Calcular los días que van del trasplante a la maduración.

REGISTRO DE DATOS PARA EL EXPERIMENTO 6

Tratamiento	Repetición	Sobrevivencia de las plántulas		Eficacia del tratamiento
		No.	%	
1 Herb A, 5 días después del trasplante	I			
	II			
	III			
	IV			
	Promedio			
2. Herb. A, 10 días después del trasplante	I			
	II			
	III			
	IV			
	Promedio			
3. Herb. A, 15 días después del trasplante	I			
	II			
	III			
	IV			
	Promedio			
4. Herb. B, 5 días después del trasplante	I			
	II			
	III			
	IV			
	Promedio			
5. Herb. B, 10 días después del trasplante	I			
	II			
	III			
	IV			
	Promedio			
6 Herb. B, 15 días después del trasplante	I			
	II			
	III			
	IV			
	Promedio			
7 Herb. C, 5 días después del trasplante	I			
	II			
	III			
	IV			
	Promedio			
8. Herb. C, 10 días después del trasplante	I			
	II			
	III			
	IV			
	Promedio			
9. Herb. C, 15 días después del trasplante	I			
	II			
	III			
	IV			
	Promedio			
10. Testigo	I			
	II			
	III			
	IV			
	Promedio			

REGISTRO DE DATOS PARA LOS EXPERIMENTOS 7 Y 8

Area de la parcela . . . . . .

Fecha de trasplante . . . . . .

Tratamiento	Repetición	Sobrevivencia[a]		Vigor[b] (días)		Rendimiento (kg/parcela)		Otras observaciones
		No.	%	15	30	Total	Mercadeable	
1	I							
	II							
	III							
	IV							
	Promedio							
2	I							
	II							
	III							
	IV							
	Promedio							
3	I							
	II							
	III							
	IV							
	Promedio							
4	I							
	II							
	III							
	IV							
	Promedio							
Testigo	I							
	II							
	III							
	IV							
	Promedio							

[a] Sobrevivencia: Número de plantas muertas por parcela.

[b] Vigor: 1 = Pobre; 2 = Moderado; 3 = Bueno; 4 = Excelente.