

PN-ABD-707
63509

Serie de Evaluación de Tecnología No. 8

Evaluación de Tecnología para la Producción de Tubérculos - Semillas de Semilla Botánica de Papa

S. G. Wiersema



CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP)

Apur. Postal 5969 Lima - Perú. Cables CIPAPA - Lima.
Télex: 25672 PE. Teléfonos: 354354 - 366920

1983

Reimpresión, 1985

Serie de Evaluación de Tecnología No. 8

EVALUACION DE TECNOLOGIA
PARA LA PRODUCCION DE TUBERCULOS-SEMILLAS
DE SEMILLA BOTANICA DE PAPA

S.G. Wiersema

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.

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.

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

Cuando los científicos nacionales evalúan las tecnologías presentadas en esta serie, pueden obtener información sobre la aplicabilidad de esas tecnologías en sus propios países. Si, como parte importante de ese trabajo, le envían al CIP información sobre los resultados obtenidos en esas evaluaciones, el CIP podrá desarrollar cada vez mejores tecnologías que sean más apropiadas para las necesidades de los agricultores.

Primo Accatino
Director Asociado
Transferencia de Tecnología

EVALUACION DE TECNOLOGIA
PARA LA PRODUCCION DE TUBERCULOS-SEMILLAS
DE SEMILLA BOTANICA DE PAPA

S.G. Wiersema

INTRODUCCION

La producción de papa de tubérculos-semillas provenientes de semilla botánica combina el desarrollo rápido de las plantas que normalmente se logra con tubérculos-semillas, con los altos niveles de salud de la semilla botánica. Los tubérculos-semillas provenientes de semilla botánica podrían ser producidos por programas nacionales de multiplicación de tubérculos-semillas como "semilla básica", o también por agricultores individuales o por cooperativas. Como es fácil distribuir la semilla botánica a cualquier zona de cultivo de papa, se pueden producir los tubérculos de primera generación como semilla en la proximidad de zonas donde se produce papa de consumo, y evitar el transporte de tubérculos-semillas sobre largas distancias.

Este sistema de producción de tubérculos-semillas puede representar un potencial en zonas donde los tubérculos-semillas de buena sanidad no estén disponibles, o donde son muy caros pero las condiciones de crecimiento son favorables para la producción de papa.

FUENTES DE SEMILLA BOTANICA

Se puede obtener semilla botánica de bayas recogidas de variedades comerciales (semilla de polinización libre). La semilla de cruzamientos (semilla híbrida) puede tener un potencial grande por sus mayores posibilidades de resistencia a enfermedades y posiblemente mayor rendimiento, pero todavía se está investigando sobre medios eficaces de producción de semilla híbrida. La semilla de polinización libre puede ser producida a bajo costo, y con ella se han logrado buenos rendimientos de tubérculos. Es importante que

las bayas sean recolectadas de las mejores variedades locales. Después de extraer las semillas de las bayas, hay que eliminar las semillas pequeñas y de color oscuro porque éstas tienen germinación y crecimiento deficientes.

TECNICAS DE PRODUCCION DE TUBERCULOS-SEMILLAS DE SEMILLA BOTANICA

Las técnicas deben orientarse hacia la producción de grandes cantidades de tubérculos sanos de primera generación provenientes de semilla botánica. Un gran número de tubérculos de primera generación es importante para poder limitar el número de multiplicaciones que son necesarias para obtener una cierta cantidad. Con cada multiplicación se reduce el nivel de salud de los tubérculos. El número de multiplicaciones posibles, en una región dada, depende de la tasa de degeneración, de la salud de los tubérculos cultivados en la zona, y del nivel de salud de los tubérculos de plántulas de primera generación.

Aunque la semilla botánica está libre de la mayoría de las enfermedades propias de la papa, los tubérculos provenientes de plántulas (tubérculos de primera generación) no están necesariamente libres de enfermedades. Durante su crecimiento, las plántulas pueden ser visitadas por insectos que pueden transmitir enfermedades virósicas. Los tubérculos pueden, además, ser infectados por patógenos del suelo como ocurre con la marchitez bacteriana. Por eso, es importante que los tubérculos de primera generación sean producidos en un área protegida contra enfermedades.

Los tubérculos de primera generación provenientes de semilla botánica pueden ser producidos en el campo o en almácigos. Las ventajas de la producción en almácigos son las condiciones óptimas de crecimiento, de las cuales resulta un alto nivel de salud. Además, la producción puede ser independiente de la temporada principal de cultivo lo cual permite varias cosechas por año.

PRODUCCION, EN ALMACIGOS, DE TUBERCULOS DE PRIMERA GENERACION PROVENIENTES DE SEMILLA BOTANICA

La Estructura del Almacigo

Para el manejo de las plántulas es conveniente tener almácigos de 1 m de ancho. La profundidad del almacigo no necesita ser de más de 25 cm debido a

que el sistema radicular de las plántulas es más bien superficial. En zonas con precipitaciones abundantes será posiblemente necesario utilizar almácigos elevados encima del nivel del suelo con su drenaje adecuado. Una manera de mejorar el drenaje es agregar una capa de piedras pequeñas debajo del substrato en conexión con los canales de drenaje. También puede utilizarse un techo transparente (por ejemplo, de plástico) para evitar que las lluvias fuertes afecten a las plántulas.

Substrato de Almacigo

Las plántulas de papa necesitan un substrato que contenga un alto porcentaje de materia orgánica y una cantidad muy limitada de arcilla. Demasiada arcilla endurece el substrato. Un substrato adecuado, medido en volúmenes, puede ser:

- 4 partes de arena
- 4 partes de materia orgánica (por ejemplo, compost, musgo)
- 0 a 2 partes de suelo franco u orgánico.

Cuando los componentes del substrato contienen sal, tienen que ser lavados. Los componentes deben ser bien mezclados, mojándolos durante el proceso de mezclado. Se puede fumigar el substrato para controlar enfermedades con la finalidad de mejorar la sobrevivencia de las plántulas; la aplicación de "Basamid" en una dosis de 40 g/m² ha dado buenos resultados. Después de la aplicación de Basamid, tiene que haber varias semanas de aireación antes de que se pueda sembrar semilla botánica.

Fertilización

La cantidad de nitrógeno y potasio aplicada antes de sembrar debe ser mínima para evitar una alta concentración de sales que da como resultado un crecimiento pobre de las plantas. Normalmente, la reacción a fosfato es fuerte en el crecimiento de la planta y no se han observado efectos negativos de cantidades grandes de fosfato. Por esta razón, se puede aplicar la cantidad total requerida de fosfato antes de sembrar mientras que el nitrógeno y el potasio pueden ser distribuidos en varias aplicaciones de acuerdo con las necesidades del crecimiento. Lo que sigue es un ejemplo de aplicación de fertilizante en Lima:

a) Antes de sembrar, se mezclan con el sustrato:

400 g de superfosfato simple (20% P_2O_5) por m^2 , o
175 g de superfosfato triple (46% P_2O_5) por m^2 .

b) Después de que emergen las plantas, cuando todavía están pequeñas, se pueden aplicar fertilizantes foliares. Adicionalmente se pueden aplicar el nitrógeno y el potasio disueltos en agua (utilizando, por ejemplo, una regadera).

Las siguientes cantidades pueden ser aplicadas semanalmente:

No. de semanas después de emergencia	Nitrato de amonio (33% de N) g/ m^2	Sulfato de Magnesio y Potasio (22% K_2O 18% MgO) g/ m^2
1	0	0
2	5	10
3	10	10
4	20	20
5	25	30
6	25	40
7	25	40
8	25	40
9	15	40
10	15	30
11	10	0
12	10	0

Se puede continuar con una aplicación semanal de 10 g de nitrato de amonio hasta que la planta empiece a madurar. Esto es un ejemplo de aplicación de fertilizante y las cantidades recomendables en cada lugar dependen de las condiciones locales como la fertilidad del sustrato y el desarrollo de las plantas.

Cuando sólo se consiguen fertilizantes compuestos de NPK, al comienzo se debe utilizar un fertilizante con un alto nivel de fosfato, como el 10-30-10.

Si se aplica el fertilizante con agua de riego, esto puede tener como efecto que se quemen las hojas. Como medida de prevención, se deberían lavar las hojas con agua limpia después de cada aplicación de fertilizante.

Siembra

La semilla se puede sembrar directamente en los almácigos. Este sistema exige menos mano de obra que el sistema de trasplante. Antes de sembrar, se trata la semilla botánica durante 24 horas con ácido giberélico en una concentración de 1 500 ppm para romper la latencia. Para mantener el suelo a una temperatura de 15 a 25°C, que es lo que se requiere para una germinación adecuada de la semilla botánica, se puede utilizar sombra para bajar la temperatura o plástico para elevarla. Al sembrar, los almácigos deben tener un substrato de 15 a 20 cm de profundidad.

Distancia entre Plantas

Una población alta de plantas tiene un efecto positivo sobre el número de tubérculos utilizables producidos por unidad de área. Los estudios de densidad de población en el CIP muestran que la población óptima de plantas (después del raleo) debería ser por lo menos de 100 plantas por m². Para obtener esta densidad de población, se puede sembrar la semilla botánica a 10 cm de distancia entre hileras y a 2 ó 3 cm entre semillas. Luego, se ralean las plantas en cada hilera dejando más o menos 10 cm entre las plantas. Así se obtiene una distancia final de 10 x 10 cm entre las plantas.

Raleo

La finalidad del raleo es mejorar la capacidad de producción y la homogeneidad de la población y de sus tubérculos.

Hay que eliminar tanto las plántulas atípicas como las de crecimiento pobre. Es preferible ralear dos veces para evitar una competencia innecesaria entre las plantas, por ejemplo, un primer raleo entre una y dos semanas después de la emergencia y otro final una a dos semanas más tarde.

Aporque

El aporque tiende a incrementar el número de tubérculos por planta. Puede, además, proporcionar una mejor protección contra las plagas (por ejemplo, la polilla de la papa). Se puede efectar el aporque agregando a los almácigos una capa de substrato de 4 a 6 cm de altura, dividiendo esa cantidad en dos operaciones de aporque. Se debe terminar de aporcar antes de que las plantas lleguen a tocarse unas con otras.

Sombra

La sombra se debe utilizar solamente para reducir la temperatura del suelo para la germinación. El seguir sombreando durante el crecimiento da como resultado plántulas débiles y alargadas. Se debe eliminar la sombra poco a poco después de una a tres semanas cuando las plantas se hayan establecido.

Cosecha

La cosecha proporciona otra oportunidad de selección. Deben ser eliminados los tubérculos atípicos. Si hay segregación de la progenie en cuanto al color, éste se puede usar para separar los tubérculos en diferentes categorías. Esto, evidentemente, es sólo necesario cuando los mercados comerciales requieren uniformidad en el color del tubérculo.

PRODUCCION DE TUBERCULOS-SEMILLAS EN EL CAMPO

En una pequeña parcela se pueden producir tubérculos provenientes de semilla botánica si las condiciones de suelo y de clima son adecuadas para hacer el trasplante. También puede ser necesario un almácigo para producir las plántulas debido a que, en la mayoría de los casos, las condiciones de campo no permiten la siembra directa de semilla botánica.

Para trasplantar plántulas, se selecciona una pequeña parcela donde el abastecimiento de agua y el control de enfermedades y plagas puedan ser manejados con eficiencia. Para optimizar el número de tubérculos producidos por unidad de área, las plántulas se deben poner a poca distancia unas de otras (por ejemplo, a 50 cm entre los surcos y a 10 cm dentro del surco).

Los tubérculos también pueden ser producidos en el almácigo, tal como es común en el cultivo de varias hortalizas. Se deben eliminar las plantas atípicas durante el crecimiento y seleccionar los tubérculos en la cosecha.

ALMACENAMIENTO

Para reducir el período de almacenamiento, puede tener ventajas la producción, fuera de temporada, de tubérculos de primera generación provenientes de semilla botánica. Si la cosecha de tubérculos de semilla botánica se programa para más o menos tres meses antes de la época normal de siembra en el campo, cuando ésta llegue habrán brotado los tubérculos y estarán listos para la siembra. El brotamiento puede ser algo irregular debido a que los tubérculos representan genotipos diferentes. Si se desbrotan cuando el brote más largo por tubérculo mida aproximadamente 0,5 cm y después se les deja, en prebrotamiento, en luz indirecta por 2 a 4 semanas, se obtendrán normalmente tubérculos-semillas satisfactoriamente brotados y habrá menos variación en el tamaño de los brotes.

Cuando los tubérculos tienen que estar almacenados por un período más largo (4 a 6 meses), se requiere almacenamiento en luz difusa para limitar pérdidas de peso al reducir el crecimiento de los brotes. Los tubérculos con dominancia apical tienen que ser desbrotados temprano en el período de almacenamiento antes de que los brotes lleguen a ser demasiado gruesos. Se puede de esta manera evitar que se dañen las yemas de los ojos de los tubérculos durante el proceso de desbrotado.

MULTIPLICACION

La multiplicación de los tubérculos de primera generación provenientes de semilla botánica puede servir dos propósitos:

- a) incrementar la cantidad de tubérculos-semillas,
- b) aumentar el tamaño del tubérculo-semilla en comparación con el tamaño de los tubérculos de primera generación provenientes de semilla botánica y producidos en almácigos.

Unas pocas multiplicaciones reducen considerablemente el espacio requerido de almácigo. Basándose en los resultados obtenidos en el CIP, se ha calculado que, sin multiplicación, sería necesario emplear alrededor de 100 m² de almácigo para producir la cantidad suficiente de tubérculos-semillas para una hectárea. Con una multiplicación de campo se podría reducir esta área a aproximadamente 30 m² y con dos multiplicaciones a, más o menos, 3 m².

Para determinar cuántas multiplicaciones son posibles desde el punto de vista de la salud del tubérculo-semilla, se evalúa, después de cada multiplicación, la proporción de plantas enfermas. Sin embargo, la decisión final sobre el número de multiplicaciones posibles debería basarse en la capacidad de producción de los tubérculos-semillas obtenidos, más bien que sólo en el aspecto de salud.

UTILIZACION DE TUBERCULOS PEQUEÑOS

Es importante saber el tamaño mínimo de los tubérculos que pueden ser utilizados, porque los tubérculos de primera generación provenientes de semilla botánica son generalmente pequeños.

En el CIP, se multiplicaron en el campo, con resultados satisfactorios, tubérculos de la categoría de 1 a 5 g. Las desventajas de sembrar tubérculos pequeños en vez de tubérculos grandes son las siguientes: emergencia más lenta, crecimiento inicial del follaje más lento, y mayor susceptibilidad a condiciones adversas como inundaciones, enfermedades, heladas, etc. Las ventajas, sin embargo, son: un mayor número de brotes por unidad de peso, lo cual se traduce en menor peso total de semilla por hectárea. Además, los tubérculos pequeños tienen una alta tasa de multiplicación en relación con su peso. (Véase la Tabla 1.)

Cuando se siembran tubérculos pequeños, es necesario adaptar las prácticas agronómicas. Como el desarrollo del follaje es limitado, se puede dejar menos espacio entre los surcos (por ejemplo, 60 cm) y los tubérculos pueden ser sembrados a una distancia de 10 a 15 cm entre uno y otro (tratándose de tubérculos de 5 a 10 g). Alternativamente, al sembrar estos tubérculos pequeños, se pueden colocar dos o tres tubérculos por sitio o posición, dejando más espacio entre los sitios. El rendimiento por tallo de plantas

derivadas de tubérculos pequeños puede ser algo más bajo que el de tubérculos más grandes, pero esto se compensa en cierta medida con un mayor número de tallos por unidad de área.

Tabla 1. Efecto del tamaño del tubérculo-semilla sobre la cantidad de semilla y la tasa de multiplicación. Los datos se basan en los resultados obtenidos en el CIP.

Categoría de tubérculo (g)	Cantidad de semilla (t/ha)	Rendimiento (t/ha)	Tasa de multiplicación
1-10	0,5	16,5	33
10-20	0,8	18,1	23
40-60	1,9	19,8	10

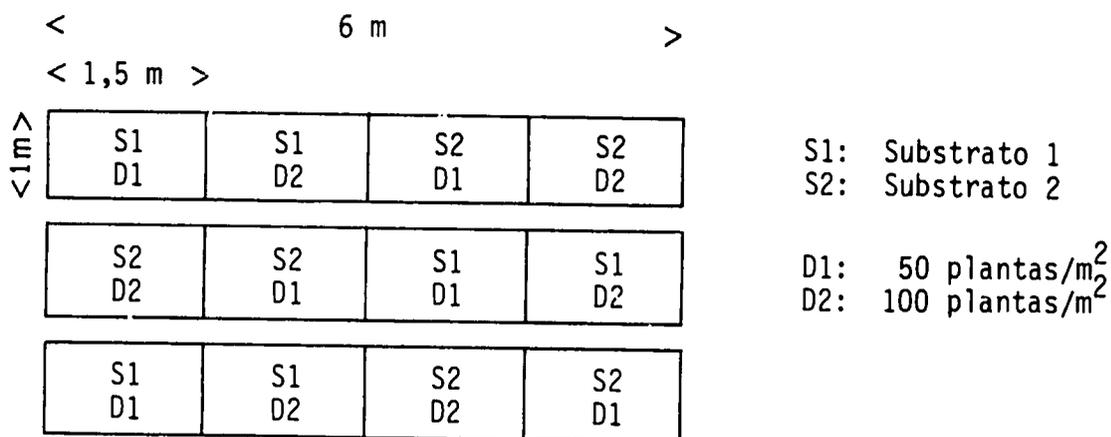
EXPERIMENTOS SUGERIDOS PARA EVALUAR LA TECNOLOGIA Y PARA ADAPTARLA A LAS CONDICIONES LOCALES

Experimentos en Almacigos

- 1) Substrato de almacigo: Como tratamiento, se usan diferentes substratos, por ejemplo:
 - substrato 1: 50% de arena, 40% de musgo, 10% de suelo,
 - substrato 2: 50% de arena, 40% de compost vegetal, 10% de suelo,
 - substrato 3: 50% de arena, 50% de compost vegetal.

- 2) Densidad de plantas en el almacigo: Se puede ensayar con las siguientes densidades:
 - densidad 1: 50 plantas/m² (14 x 14 cm de distancia entre las plantas después de ralear),
 - densidad 2: 100 plantas/m² (10 x 10 cm de distancia entre las plantas después de ralear),
 - densidad 3: 150 plantas/m² (8 x 8 cm de distancia entre las plantas después de ralear).

Diseño para un experimento en almácigo con dos sustratos y dos densidades de plantas



Experimento de Campo

Siembra de material para producción de papa de consumo

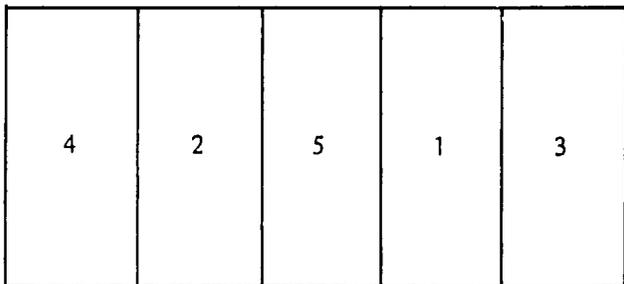
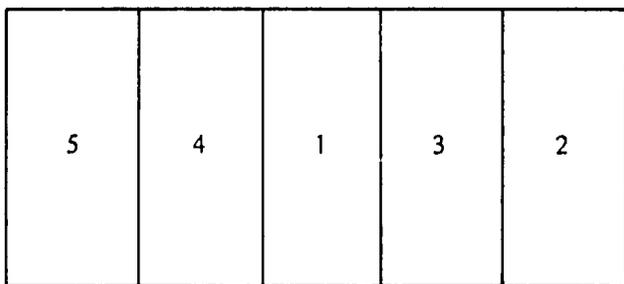
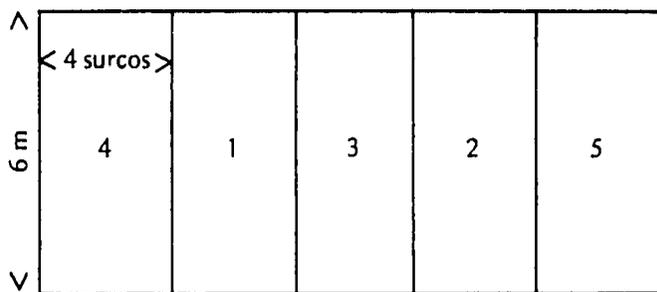
En este experimento se puede comparar material alternativo de siembra al alcance de un agricultor. El experimento podría comprender los siguientes tratamientos:

- Material de siembra 1: Plántulas; distancia de 15 cm, 3 trasplantes por sitio.
- Material de siembra 2: Tubérculos provenientes de semilla botánica de 5-10 g; distancia de 15 cm, 2 tubérculos por sitio.
- Material de siembra 3: Tubérculos provenientes de semilla botánica de 10-20 g; distancia de 15 cm, 1 tubérculo por sitio.
- Material de siembra 4: Tubérculos provenientes de semilla botánica de 20-40 g; distancia de 25 cm, 1 tubérculo por sitio.
- Material de siembra 5: Tubérculos-semillas normalmente usados por el agricultor; sembrados con el mismo peso por hectárea que los tubérculos de 20-40 g provenientes de semilla botánica.

En todos los tratamientos, se utiliza la misma distancia entre los surcos.

Los tubérculos para este experimento pueden ser producidos mediante el experimento en el almácigo.

Diseño del experimento de campo



Material

Distancia

- | | |
|---|----------------|
| 1: trasplantes | 15 cm |
| 2: tubérculos de 5-10 g provenientes de semilla botánica | 15 cm |
| 3: tubérculos de 10-20 g provenientes de semilla botánica | 15 cm |
| 4: tubérculos de 20-40 g provenientes de semilla botánica | 25 cm |
| 5: semilla de los agricultores | Véase el texto |

**HOJA DE DATOS PARA EXPERIMENTOS EN ALMACIGOS,
CON SEMILLA BOTANICA**

Tamaño de parcela:

Fecha de siembra:

	Replicaciones (Repeticiones)	Tratamientos				Fecha	Observaciones
		S ₁ D ₁	S ₁ D ₂	S ₂ D ₁	S ₂ D ₂		
1) % germinación final	I						
	II						
	III						
2) No. de plantas después del último raleo	I						
	II						
	III						
3) No. de plantas al momento de máximo follaje	I						
	II						
	III						
4) No. de plantas al cosechar	I						
	II						
	III						
5) No. de tubérculos de 1-10 g	I						
	II						
	III						
6) No. de tubérculos de 10-20 g	I						
	II						
	III						
7) No. de tubérculos de 20-40 g	I						
	II						
	III						
8) No. de tubérculos > 40 g	I						
	II						
	III						
9) Peso total de tubérculos (g)	I						
	II						
	III						

**HOJA DE DATOS PARA EXPERIMENTOS DE CAMPO
CON TUBERCULOS DE PLANTULAS**

Tamaño de parcela: Fecha de siembra:	Replicaciones (Repeticiones)	Tratamientos					Fecha	Observaciones
		1	2	3	4	5		
1) % emergencia 1 semana	I							
	II							
	III							
2) % emergencia 2 semanas	I							
	II							
	III							
3) % emergencia 3 semanas	I							
	II							
	III							
4) % cobertura de suelo 4 semanas	I							
	II							
	III							
5) % cobertura de suelo 6 semanas	I							
	II							
	III							
6) % cobertura de suelo 8 semanas	I							
	II							
	III							
7) No. de tallos principales	I							
	II							
	III							
8) Peso (kg) de tubérculos < 20 mm	I							
	II							
	III							
9) Peso (kg) de tubérculos de 20-45 mm	I							
	II							
	III							
10) Peso (kg) de tubérculos > 45 mm	I							
	II							
	III							

INSTRUCCIONES PARA LA RECOLECCION DE DATOS

Experimento en Almacigos

- 1) Porcentaje de semillas que germinan.
- 2)-4) En diferentes etapas del crecimiento se cuenta el número de plantas debido a que éstas son eliminadas por competencia, plagas y enfermedades. Indicar en la columna de "Observaciones" por qué cree que las plantas desaparecen. La eliminación de plantas por competencia es deseable ya que por lo general los genotipos débiles son eliminados.
- 5)-9) Los efectos del tratamiento pueden ser juzgados satisfactoriamente de acuerdo con el número de tubérculos por grado de tamaño además del peso total de tubérculos por parcela.
Los tubérculos separados por tamaño pueden ser usados para el experimento de campo.

Experimento de Campo

- 1)-3) Cuando la emergencia es rápida, los intervalos entre conteos pueden ser más cortos.
- 4)-6) Porcentaje del área del suelo que está cubierta con follaje verde. Esto es una indicación del vigor de la planta y de desarrollo del cultivo. Dependiendo del desarrollo del cultivo pueden cambiar los intervalos de observación. Hacer una observación en el momento que uno de los tratamientos haya llegado al 100% de cobertura del suelo.
- 7) El número de tallos principales (originados directamente en el tubérculo) puede ser contado con exactitud al cosechar. Alternativamente, el número de tallos al nivel del suelo puede ser contado durante el crecimiento.
- 8)-10) Peso en kilogramos de tubérculos por grado de tamaño. Cosechar solamente dos surcos centrales de cada parcela para así evitar los efectos de los bordes.

Si es posible, coleccionar información meteorológica en los dos experimentos, incluyendo temperatura min. y max., precipitación pluvial, etc.