

PN-ARD-702
63504

Serie de Evaluación de Tecnología No. 11

**Evaluación de Clones del CIP
Mejorados por Resistencia al
Nematodo del Quiste de la Papa**
(Globodera pallida)

J. Franco y M. Scurrah



CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP)

1985

EVALUACION DE CLONES DEL CIP MEJORADOS POR RESISTENCIA
AL NEMATODO DEL QUISTE DE LA PAPA
(Giobodera pallida)

J. Franco y M. Scurrah

Centro Internacional de la Papa (CIP)

1985

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 de Investigación
Regional y Capacitación

CONTENIDO

	Páginas
INTRODUCCION	3
MATERIAL GENETICO DE PAPA PARA DISTRIBUCION O EXPORTACION	3
PARCELAS DE MULTIPLICACION	4
Objetivo	
Diseño	
Hoja de Datos (Forma CIP N° 142-N)	
EVALUACION DE RESISTENCIA EN MACETAS	7
Objetivo	
Materiales	
Procedimiento	
Evaluación de los Clones	
Hoja de Datos (Forma CIP N° 181-N)	
VERIFICACION DE RESISTENCIA EN MACETAS	11
Objetivo	
Materiales	
Procedimiento	
Evaluación	
PARCELA DE ADAPTACION	12
Objetivo	
Diseño	
Hoja de Datos (Forma CIP N° 145)	
PARCELA DE RENDIMIENTO	13
Objetivo	
Diseño	
Hojas de Datos (Formas CIP N° 145 y CIP N° 146-N)	
PRUEBA DE LINEAS AVANZADAS EN CAMPOS INFESTADOS	16
Objetivo	
Diseño	
Hojas de Datos (Formas CIP N° 144 y CIP N° 145)	
RESUMEN	18
DEFINICIONES	18
Agrónomos, as	
Familia de Tubérculos	
Parcelas de Multiplicación, Observación y de Rendimiento	
Nematológico, a	
Resistencia	
Tasa de Multiplicación de la Población de Nematodos (TMPN)	
Tolerancia	
Viabilidad	
ANEXOS	21
Hojas de datos	

EVALUACION DE CLONES DEL CIP MEJORADOS POR RESISTENCIA
AL NEMATODO DEL QUISTE DE LA PAPA
(Globodera pallida)

J. Franco y M. Scurrah

INTRODUCCION

El objetivo de esta publicación de la Serie de Evaluación de Tecnología es unificar criterios y diseños para evaluar eficientemente material genético de papa con resistencia a Globodera spp. y también facilitar la labor de recolección de datos.

A continuación se describen detalladamente las pruebas, en secuencia lógica. Además se presenta el modelo de los formularios preparados para el registro de datos, y se definen los términos principales que se emplean en el texto.

MATERIAL GENETICO DE PAPA PARA DISTRIBUCION O EXPORTACION

El material que el CIP distribuye para ser evaluado por resistencia a G. pallida, representa genotipos agrupados por familias, los cuales han pasado una o varias pruebas preliminares de resistencia, pero ninguna prueba de campo.

Este material se obtiene de la siguiente manera: después de extraer semilla de diversos cruzamientos, éstos son evaluados en el campo y en pruebas de resistencia, para seleccionar familias con frecuencias altas de genotipos resistentes y con buenas características agronómicas. La semilla de estas familias se siembra de nuevo, bajo condiciones de cuarentena y se reinicia el proceso de selección. En el momento de cosechar los tubérculos de cada genotipo, se dividen en dos juegos:

Juego A - para pruebas de resistencia

Juego B - para almacenar.

Los tubérculos del Juego A se siembran en macetas inoculadas con nematodos para identificar los genotipos que muestren resistencia. Los genotipos resistentes son sembrados nuevamente en invernadero de cuarentena, utilizando como semilla los tubérculos almacenados (Juego B). Para obtener una cantidad adecuada de tubérculos se cortan esquejes de las plantas jóvenes hasta lograr cinco macetas por cada genotipo. Cuando estas plantas son cosechadas constituyen el material de exportación (ver Figura 1).

Sin embargo, en este caso, y basándose en características agronómicas, se elimina gran cantidad de genotipos ya que no hubo una selección previa; mientras que por resistencia (Juego A) el número que se elimina es menor debido a la selección preliminar.

El CIP generalmente exporta cinco tubérculos por cada clon. También exporta a pedido especial un número pequeño de clones previamente seleccionados por poseer buenas características agronómicas y resistencia a determinados patotipos.

PARCELAS DE MULTIPLICACION

Estas parcelas se establecen durante el primer año o campaña agrícola, con el material exportado por el CIP.

Objetivo

Como lo dice el nombre, el objetivo principal es multiplicar para obtener más tubérculos-semillas de cada genotipo, pero a su vez también sirve para eliminar aquellos que por su forma, color, falta de vigor, o rendimiento inferior al promedio, no son aceptados en la región. Los datos de rendimiento son sólo preliminares ya que los tubérculos sembrados, por provenir de macetas, son pequeños y por lo tanto no expresan su real potencial.

Diseño

En el diseño mostrado en la Figura 2 (a), los caminos o calles facilitan la observación de cada clon durante todo el período vegetativo.

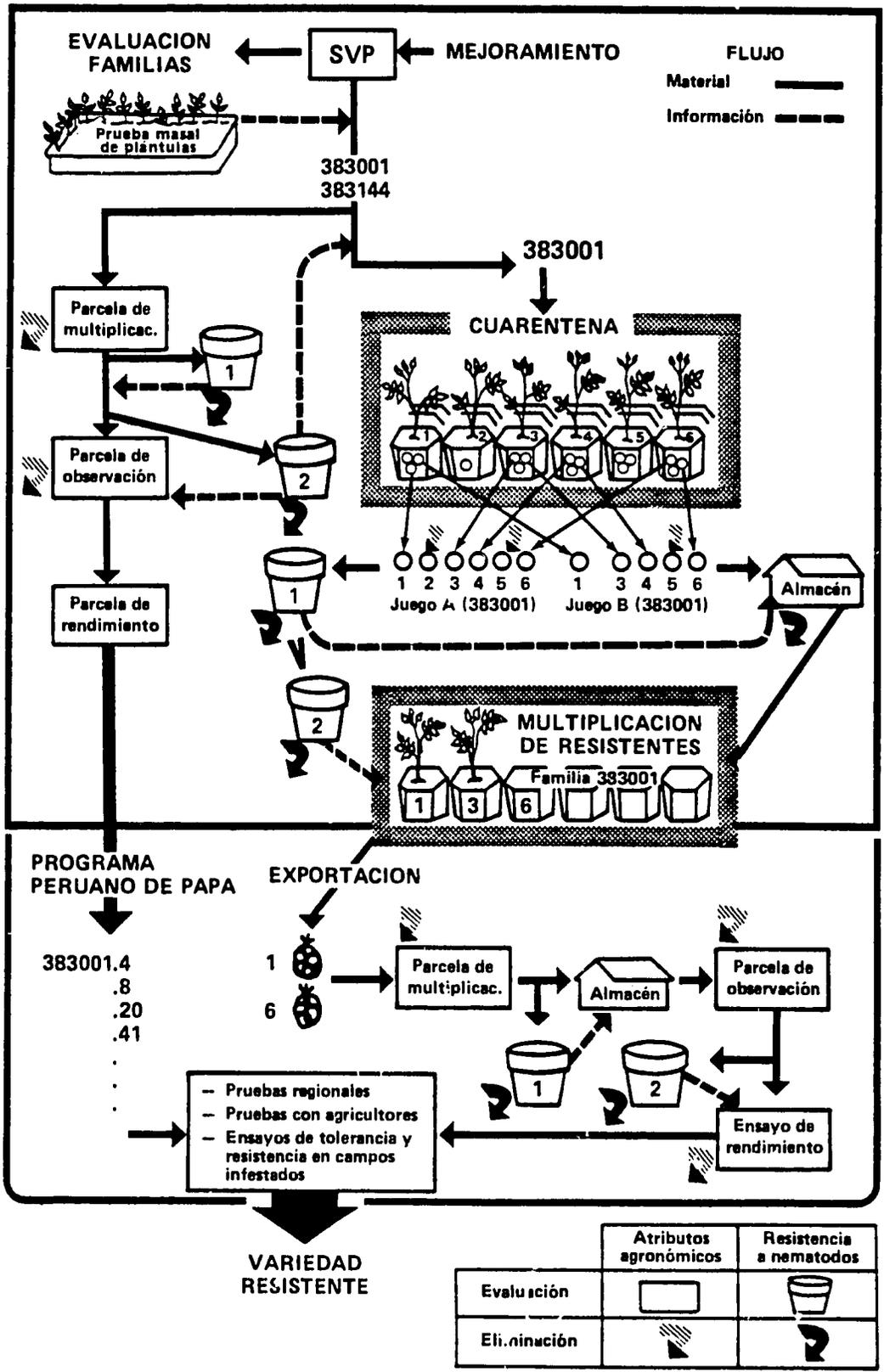


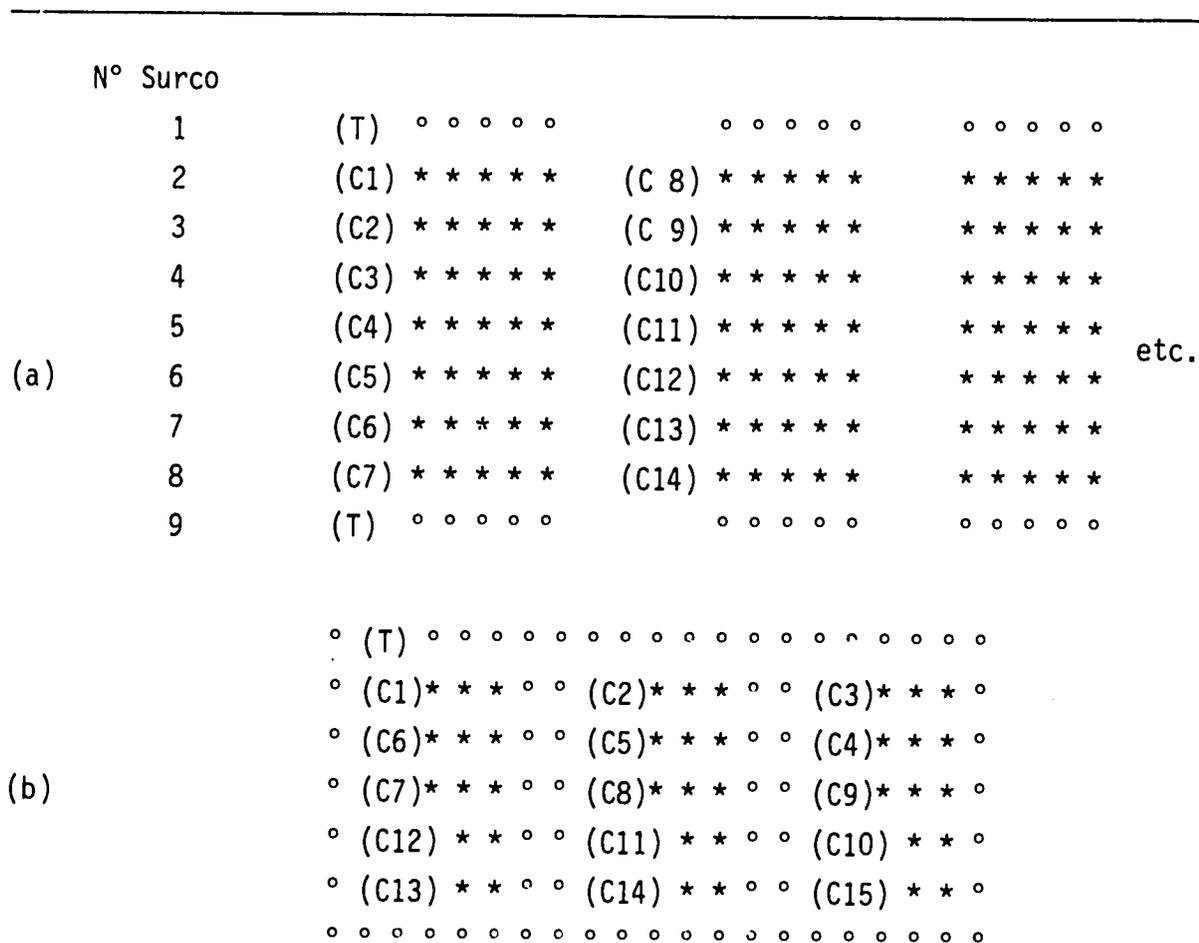
Figura 1. Proceso de evaluación de familias y clones para resistencia a *Globodera pallida*.

Se recomienda utilizar un campo aislado o libre de vectores de virus, con suelo de buena textura y con disponibilidad de riego. La fertilización debe ser adecuada y el control de insectos muy riguroso.

Se siembran los cinco tubérculos por cada clon.

También se puede sembrar "a surco corrido" tal como se muestra en la Figura 2 (b). En este caso es importante sembrar el último tubérculo de un clon a 0,5 m de distancia del primer tubérculo del siguiente clon o, alternativamente, sembrar entre un clon y otro un tubérculo de una variedad de color rojo o morado.

Figura 2. Diseños recomendados para las parcelas de multiplicación.



o Testigo: cultivar susceptible más común (de preferencia con tubérculos de color).

* Clon en prueba (5 tubs./clon).

Para prevenir errores, los croquis deben ser elaborados en el momento de la siembra y se deben revisar bien antes de enterrar la semilla. Es muy útil identificar cada clon con una estaca. Si los tubérculos enviados son muy pequeños, la experiencia del CIP sugiere que es mejor sembrarlos en pequeñas macetas y luego trasplantar al campo cuando las plantas tengan 10-15 cm de altura. De lo contrario se pierden muchos tubérculos porque la germinación no es uniforme.

Hoja de Datos (Forma CIP N° 142-N)

En primer lugar se deben anotar los datos 1 a 8 de la hoja informativa de la parcela. Luego se van anotando las diversas labores culturales que se realicen durante la campaña agrícola.

Los datos necesarios de evaluación se dan en la hoja Parcela de Multiplicación y Adaptación (Forma CIP N° 145). Los valores para aspectos cualitativos están en el envés de la hoja. (La columna "peso comercial" se deja en blanco.) Es útil incluir el número de tubérculos-semillas obtenidos: esto ayuda en la planificación futura. De inmediato se deben separar seis tubérculos (o más si es necesario) de cada clon seleccionado para la prueba de resistencia a los patotipos locales. Este material se somete a condiciones que estimulen la brotación. El resto del material se debe desinfectar y guardar en un almacén ventilado y, si es posible, con luz difusa, cuidando que no se contamine con áfidos.

EVALUACION DE RESISTENCIA EN MACETAS

Esta prueba se realiza en macetas pequeñas inoculadas con nematodos. Normalmente, está a cargo de un nematólogo. El éxito de una prueba de resistencia depende de utilizar tubérculos bien brotados y de no descuidar el régimen de riego, ya que es muy importante en macetas pequeñas.

En esta prueba, las plantas provenientes de tubérculos sembrados en macetas y mantenidas bajo condiciones controladas, se someten a una cantidad estandarizada de inóculo. La prueba es confiable y permite evaluar un buen número de clones, pero para ejecutarla se necesita cierto entrenamiento, instalaciones y materiales tales como inóculo, macetas, tubérculos y suelo apropiado.

Objetivo

El objetivo principal de esta prueba es comprobar si la resistencia incorporada a nuevos clones es efectiva contra las poblaciones predominantes del nematodo del quiste (G. pallida).

Materiales

A continuación se describen los materiales necesarios para llevar a cabo esta prueba.

Inóculo. El inóculo consiste en quistes viables y se obtienen de campos infestados naturalmente. La infestación del suelo en el campo se estima observando la presencia de hembras maduras sobre las raíces de variedades reconocidas como susceptibles.

Para separar los quistes del suelo, primero se deja secar éste y luego se mezcla con agua en un recipiente. El suelo se sedimenta y los quistes flotan junto con algunos materiales orgánicos del suelo. La parte que flota se debe recolectar sobre un pedazo de muselina o papel de filtro para permitir que seque completamente. Una vez seco se desmenuza y se coloca encima de una hoja de papel. Los quistes, como son esféricos, se recolectarán por rodamiento en la hoja de papel. Luego se guardan en vasos especiales o en platos de petri y se colocan en un lugar fresco hasta el momento de usarlos, cuando se verifica su viabilidad total (ver más adelante).

Con esta información se calcula el número de quistes para usar como inóculo, con una densidad de 20 huevos viables más estados juveniles por gramo de suelo de la maceta.

Macetas. Las macetas deben ser de 7 a 10 cm de diámetro (160 a 200 gramos) para que se pueda evaluar el mayor número posible de plantas. El número de macetas está determinado por el número de clones y tubérculos (repeticiones por clon) para evaluar.

En estas macetas, que pueden ser de barro o de plástico, cerca de 90% de las raíces se enrolla alrededor de la masa de tierra moldeada por la maceta. Así se puede evaluar fácilmente la infestación de nematodos.

Tubérculos. Los tubérculos por evaluar deben estar bien brotados para que las plantas emerjan rápidamente. De lo contrario, la prueba fallará. Para una prueba se necesitan 2 a 3 tubérculos por variedad o clon. La evaluación es más segura cuando se usan tres repeticiones.

Los tubérculos grandes se pueden partir tomando las precauciones necesarias para controlar la descomposición o contaminación de los mismos. También se pueden usar ojos de tubérculo: para ello se cortan los ojos, con un cuchillo especial, cuatro días antes de sembrarlos. Una vez hechos los cortes se dejan en su posición en el tubérculo para que suberice el corte y se retiran luego. De este modo un tubérculo grande sirve para tres o cuatro repeticiones.

Suelo. Se usa cualquier suelo orgánico que proporcione buen crecimiento a la planta en la maceta. Se agrega 25 a 30% de arena para facilitar el movimiento de los nematodos y una cantidad adecuada de fertilizantes (NPK). El suelo no debe contener otros nematodos pues los resultados serían ambiguos o confusos.

Procedimiento

Inoculación. Las macetas se llenan hasta 75% de su capacidad. Sobre la superficie del suelo de cada una se distribuye uniformemente el número de quistes viables suficientes para tener la densidad adecuada de 20 huevos y estados juveniles por gramo de suelo. Se cuentan los quistes antes de la inoculación o se utiliza un recipiente que contenga la cantidad indicada de quistes.

Siembra. Se siembra un tubérculo por maceta y se cubre con suelo. En un marbete previamente preparado se identifican, en cada maceta, el clon de papa y la fecha de siembra. Para garantizar los resultados se siembran como testigo dos macetas con plantas susceptibles por cada 50 a 100 macetas de evaluación. Se recomienda, en lo posible, establecer tres repeticiones por clon en prueba.

Riego. Es necesario proporcionar riego y sombra. Sin ellos, el suelo de las pequeñas macetas se seca rápidamente y el estado juvenil de los nematodos puede morir antes de invadir las raíces, o éstas no se desarrollan bien. Las macetas pueden ser enterradas en musgo, arena, o aserrín, para reducir la evaporación y mantener la humedad constante.

Momento de evaluar y punto de referencia. Después de 8 a 10 semanas con temperaturas entre 10 y 25°C, las hembras rompen la corteza de la raíz y quedan visibles para la evaluación. Para saber si la prueba ha sido exitosa y si ya es tiempo de evaluar la resistencia de los clones, se observan las plantas susceptibles (testigo).

La prueba tiene éxito cuando las plantas susceptibles (testigo) están fuertemente infestadas (+++) y no tiene éxito cuando las mismas presentan pocas hembras o no presentan una sola.

Evaluación de los Clones

Se cuenta el número de hembras en la superficie de la masa de raíces y suelo moldeada por cada maceta con el clon en prueba. Cuando hay más de 20 hembras se hace una estimación de la cantidad. Si se establecieron repeticiones, se toma el valor más alto observado de número de hembras. El CIP utiliza la escala que se indica en la hoja de evaluación.

El nivel de resistencia se puede definir arbitrariamente y de acuerdo con las necesidades locales. Por ejemplo, puede ser definido como cinco hembras por maceta con clones en prueba. Este valor quiere decir que plantas con menos de cinco hembras por maceta se consideran resistentes y plantas con seis o más hembras por maceta se descartan como susceptibles.

Aunque esta evaluación tiene una alta correlación ($\pm 80\%$) con el número total de hembras en todo el sistema radicular de la planta, puede ser importante hacer una investigación más precisa para verificar la resistencia de las plantas no descartadas.

La evaluación se puede anotar en el marbete que tiene cada maceta. Las plantas pueden ser descartadas, o devueltas a la maceta para hacer una segunda evaluación. Pero, en general, una sola evaluación es suficiente.

Hoja de Datos (Forma CIP N° 181-N)

Se utiliza la hoja Evaluación de Resistencia en Macetas (Forma CIP N° 181-N), que considera el empleo de hasta tres poblaciones de nematodos con tres repeticiones para cada una. Se emplea la escala indicada en el reverso de la misma hoja y se registrará la reacción de los clones conforme a ella. Deberán mantenerse clones con resistencia R y PR.

VERIFICACION DE RESISTENCIA EN MACETAS

Esta prueba aunque algo similar a la anterior es más precisa y se realiza únicamente con material seleccionado. Es una prueba opcional y se recomienda que la realice un nematólogo.

Objetivo

Verificar y determinar mediante la tasa de multiplicación del nematodo, el tipo, o el nivel, o ambos aspectos, de la resistencia de los clones seleccionados en la prueba anterior (evaluación de resistencia en macetas).

Materiales

Son los mismos que se describen en la prueba anterior. Sin embargo, es importante precisar el valor de la densidad del inóculo, constituida por el número de quistes y su viabilidad total ya que este valor representará la población inicial (P_i).

Procedimiento

El establecimiento de esta prueba y los cuidados son similares a los de la prueba anterior. La diferencia está en que las plantas en estudio deben dejarse hasta su madurez fisiológica. Ocurrida ésta, se deben suprimir los riegos para que el suelo de las macetas seque completamente y permita su lavado para extraer los quistes que se encuentren. Antes de la extracción de los quistes del suelo de cada maceta por el método ya descrito o con el embudo de Fenwick, el suelo seco se debe tamizar (0,5 cm de abertura) para eliminar los tubérculos formados y facilitar el desprendimiento de los quistes que se encuentran adheridos a las raíces. Los

quistes extraídos deben ser contados cuidadosamente para determinar la población final de quistes (N° de quistes/maceta).

Luego, se determina la viabilidad total (VT) por quiste mediante el siguiente método: con una navaja de disección o por trituración se abren unos 25 quistes tomados al azar y se observan los huevos y estados juveniles. La masa que resulta se suspende en agua y de la suspensión se toma una muestra proporcional al volumen, para realizar el conteo de huevos y estados juveniles, con ayuda de un microscopio.

Con estos datos se estima la población final (Pf) de huevos y estados juveniles por gramo de suelo mediante la expresión:

$$p_f = \frac{(N^\circ \text{ de quistes/maceta}) \times (VT/\text{quiste})}{g \text{ suelo/maceta}}$$

Evaluación

Conocida la población inicial (P_i = inóculo) y determinada la población final de quistes por maceta y la de huevos más estados juveniles se calcula la tasa de multiplicación por la relación P_f/P_i . De ser P_f menor que P_i , la tasa de multiplicación será < 1 ; consecuentemente no ocurrió multiplicación del nematodo (no hubo formación de hembras) y el clon poseerá una resistencia total ($P_f/P_i \leq 1$). Si esta relación es > 1 pero más o menos 10 veces menor que la obtenida para los testigos, el clon poseerá una resistencia parcial.

PARCELA DE ADAPTACION

Estas parcelas se establecen únicamente con material seleccionado durante el segundo año o campaña agrícola.

Objetivo

El objetivo de la parcela de adaptación es medir el potencial de rendimiento del clon para la zona en prueba. Para ello se utiliza la semilla obtenida de las parcelas de multiplicación.

Diseño

Se recomienda el diseño de bloques completos al azar. Si solamente se dispone de alrededor de 10 tubérculos-semillas por clon se siembra una sola repetición; de contarse con más tubérculos se siembran 3 ó 4 repeticiones como se indica en la Figura 3(a), pero teniendo cuidado de distribuir al azar los clones en las repeticiones (Figura 3(b)). Es muy importante incluir en esta prueba una o dos variedades comunes de la zona (testigo) para comparar con ellas, bajo las condiciones locales.

Debido a que esta parcela es el único lugar donde se encuentran los genotipos seleccionados, es necesario mantenerla libre de vectores de virus y aislada de parcelas contaminantes.

Hoja de Datos (Forma CIP N° 145)

La hoja de datos para llenar a la cosecha es la misma que se utilizó en la parcela de multiplicación (Forma CIP N° 145). Al llenarla, si hay más repeticiones se evalúa todo tres veces y se marca tres veces "si" en la columna "Seleccionable". Además, se debe efectuar un análisis estadístico para comparar el rendimiento de los clones con el de las variedades del lugar.

PARCELA DE RENDIMIENTO

Estas parcelas se establecen durante el tercer año o campaña agrícola.

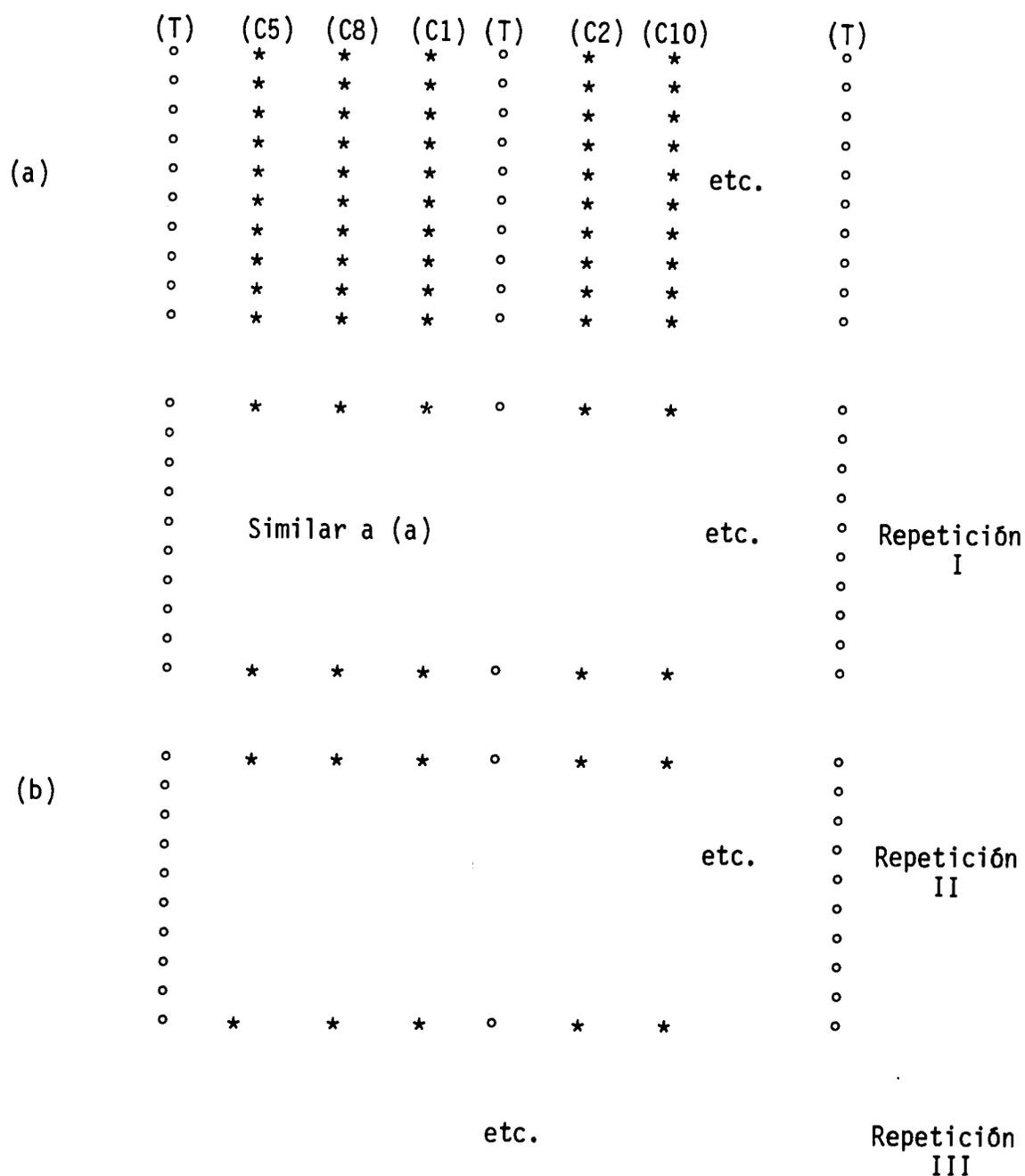
Objetivo

Este ensayo es para confirmar que los rendimientos previamente obtenidos son estables y superiores a los de las variedades locales. Los clones seleccionados en esta etapa son denominados "líneas avanzadas".

Diseño

Se puede utilizar el diseño de bloques completos al azar. Pero es más recomendable un látice triple, el cual se presta mejor para estos fines porque en el análisis se puede disminuir la varianza por efectos de campo y se resalta más el efecto entre clones. Sin embargo, este diseño tiene dos restricciones: el número de tratamientos (clones) debe ser un número

Figura 3. Diseño de campo para las parcelas de adaptación



con raíz cuadrada entera (por ejemplo: 16, 25, 36, 121, etc.) con una disposición especial en el campo, y no pueden haber parcelas perdidas. Además, el látice requiere un análisis estadístico más laborioso. Por esta razón, es recomendable sembrar aparte un material de mantenimiento de semilla donde se puedan realizar al máximo las medidas fitosanitarias, por ejemplo, eliminar plantas viróticas. La Figura 4 es un ejemplo de diseño de

látice triple no balanceado para 25 clones, que se puede utilizar para cualquier número, siguiendo los mismos pasos. No olvidar la inclusión de variedades comunes de la zona (testigo).

Figura 4. Diseño de campo para un látice triple no balanceado con 25 clones (5x5) para las parcelas de rendimiento.

A (Repetición I)					
BI ₁	C1	C2	C3	C4	C5
BI ₂	C6	C7	C8	C9	C10
BI ₃	C11	C12	C13	C14(T)	C15
BI ₄	C16	C17	C18	C19	C20
BI ₅	C21	C22	C23	C24	C25

B (Repetición II)					
	C1	C6	C11	C16	C21
	C2	C7	C12	C17	C22
	C3	C8	C13	C18	C23
	C4	C9	C14(T)	C19	C24
	C5	C10	C15	C20	C25

AB (Repetición III)					
	C1	C10	C14(T)	C18	C22
	C2	C6	C15	C19	C23
	C3	C7	C11	C20	C24
	C4	C8	C12	C16	C25
	C5	C9	C13	C17	C21

BI_{1...5} = Bloque incompleto.

C14(T) = Parcela correspondiente a un cultivar comercial común en la región.

C_{1...25} = Clones para probar.

Hojas de Datos (Formas CIP N° 145 y CIP N° 146-N)

Se utiliza la misma hoja de datos, Parcela de Multiplicación y Adaptación (Forma CIP N° 145), para cada repetición y luego del análisis se llena la hoja de datos finales (Forma CIP N° 146-N). Los clones seleccionados pueden entrar a pruebas regionales como también a pruebas de tolerancia y resistencia en campos infestados por el nematodo del quiste de la papa.

PRUEBA DE LINEAS AVANZADAS EN CAMPOS INFESTADOS

Esta prueba, aunque opcional, es muy importante y debe ser conducida con la participación de un nematólogo.

Objetivo

Con esta prueba se busca confirmar la resistencia en el campo y medir la tolerancia al ataque de nematodos mediante la comparación de la infestación en las raíces de las líneas avanzadas. Aparte de necesitar un campo infestado no se requieren instalaciones especiales.

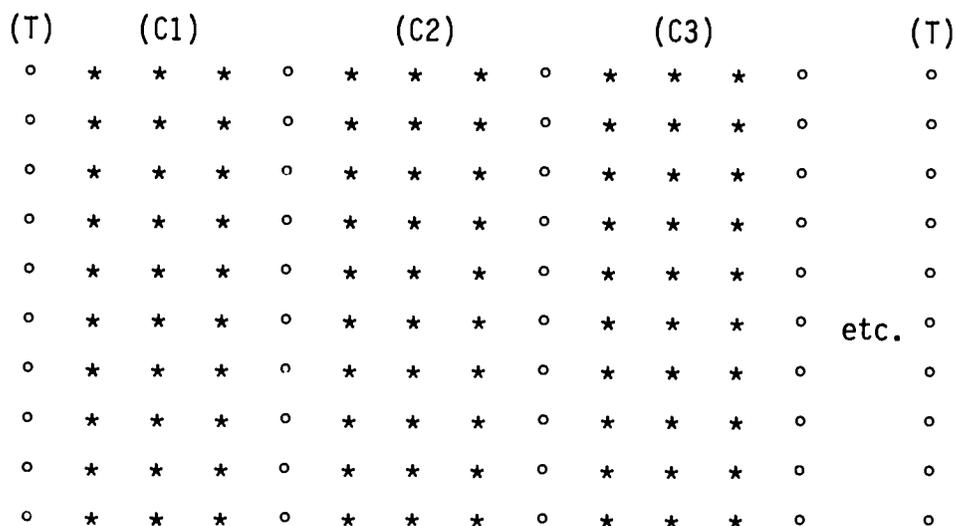
Diseño

Debido a que la infestación del campo está distribuida desuniformemente, se recomienda el diseño explicado en la Figura 5. Para mayor precisión se hacen tres repeticiones por clon. La uniformidad y severidad de la infestación del campo se determinan alternando en el diseño una variedad de papa susceptible con las líneas avanzadas. Las variedades susceptibles deben ser las más comunes en la región donde se instale la prueba.

Hojas de Datos (Formas CIP N° 144 y CIP N° 145)

Las plantas para evaluar por resistencia se extraen de los surcos laterales dejando el surco central para la evaluación por rendimiento. La extracción de plantas se realiza con gran cuidado al momento de la floración (10-12 semanas después de la siembra). Con un poco de experiencia es fácil observar sobre las raíces de las plantas susceptibles los pequeños cuerpos esféricos (hembras) de color blanco, amarillo, o marrón, que tienen entre 0,5 y 1 mm de diámetro.

Figura 5. Diseño de campo para prueba de líneas avanzadas en campos infestados.



-
- ° Testigo (T): Cultivar susceptible más común en la zona.
 - * Clon en prueba (C) (30 tubs./clon).
-

Si la variedad susceptible utilizada como testigo tiene una evaluación de +++ (en la escala), entonces una línea avanzada evaluada con 0 ó + puede ser considerada como resistente. Aunque esta prueba es confiable, puede ocurrir que la discontinuidad de la infestación del campo no sea corregida por la distribución al azar de las líneas en evaluación, y será necesaria una nueva evaluación de los clones seleccionados como resistentes. Para registrar los datos de resistencia se utiliza la hoja Evaluación de Resistencia y Desarrollo en el Campo (Forma CIP N° 144), al reverso de la cual se indican las escalas de evaluación.

Para los rendimientos de los surcos centrales se vuelve a utilizar la hoja de datos de multiplicación y adaptación (Forma CIP N° 145). Estos rendimientos darán la información necesaria para medir la tolerancia de las líneas avanzadas al daño ocasionado por los nematodos. Todas aquellas líneas que presenten rendimientos superiores a la variedad testigo serán consideradas como tolerantes y podrán ser seleccionadas si poseen las características agronómicas deseables de la región.

RESUMEN

Para la evaluación de clones por resistencia a Globodera pallida, el CIP distribuye genotipos agrupados por familias que han pasado una o varias pruebas preliminares de resistencia, pero que no han pasado pruebas de campo. En general, el CIP exporta cinco tubérculos de cada clon. Estos materiales deben ser multiplicados para obtener más tubérculos semillas de cada genotipo. Para ello se sugieren métodos como parcelas de multiplicación, verificación de resistencia en macetas, parcelas de adaptación, parcelas de rendimiento, y prueba en--campos infestados--de líneas avanzadas.

Pero una planta resistente es de poco valor si no tiene buenas características de adaptación, atributos agronómicos (tipo de planta, color y forma de tubérculos, precocidad, almacenamiento, etc.) y rendimientos altos. Por ello se debe conservar un número de tubérculos suficientes de material resistente para hacer evaluaciones de rendimiento y calidad. De multiplicar los existentes, se debe hacer bajo las condiciones recomendadas para producir semilla de papa, con el fin de evitar la infección virótica. Cuando se tengan tubérculos suficientes de un material resistente cuyos rendimientos sean altos y de buena calidad, se podrán entregar a los agricultores.

DEFINICIONES

Con el fin de facilitar el entendimiento de las pruebas que se describen en el texto, en esta sección se definen ciertos conceptos o términos frecuentemente empleados.

Agronómicos, as. Este adjetivo se refiere a la terminología empleada para describir los materiales que van a ser evaluados, o las pruebas a que son sometidos.

Familia de Tubérculos. El CIP exporta "familias de tubérculos", es decir los tubérculos obtenidos de cada plántula y agrupados por familia. Así, por ejemplo, se pueden enviar 10 familias con 30 genotipos en cada una, que vendrían a ser 300 diferentes tipos o clones de papa. La identidad de una familia es un número de 6 dígitos:

3	83	001
Código Depto. de Genética del CIP	Año del cruza- miento	# de la familia

La identidad del genotipo o clon dentro de una familia está dado por un número adicional: 383001.12.

Nota: En el proceso de incorporar resistencia se cruzan diferentes clones de papa. De los cruzamientos se obtienen semillas del fruto de la planta. Al sembrar estas semillas se obtiene plántulas (una por cada semilla) que por provenir de los mismos padres conforman una progenie que se denomina familia. Sin embargo, los tipos de plantas y tubérculos de cada plántula son diferentes y expresarán los diferentes genes que obtuvieron de los progenitores (diferentes genotipos).

Parcelas de Multiplicación, Observación y de Rendimiento. Estas son denominaciones arbitrarias, asignadas a las parcelas destinadas a la evaluación de atributos agronómicos de la primera, segunda y tercera campaña agrícola después de recibido el envío. Así, las parcelas de material recién recibido (las de multiplicación), tendrán muchos genotipos representados por pocas plantas, mientras que en las parcelas de observación y rendimiento habrá pocos genotipos representados por muchas plantas.

Nematológico, a. Adjetivo que se refiere a conceptos y términos utilizados en las pruebas de resistencia a nematodos y en la interpretación de los resultados.

Resistencia. Es la capacidad de una planta de papa de impedir en forma total o parcial la multiplicación del nematodo y así reducir la infestación del campo. La resistencia permite acortar los periodos de rotación y disminuir las pérdidas.

Tasa de Multiplicación de la Población de Nematodos (TMPN). Se define como el número de veces que una conocida densidad de nematodos es capaz de multiplicarse sobre un hospedero en un determinado periodo. Esta tasa está dada por la relación P_f/P_i , donde P_f significa la densidad de nematodos determinada al final del ciclo vegetativo de la planta de la papa y P_i es

la densidad inicial de nematodos, que en nuestro caso es igual al inóculo. Este parámetro se emplea para definir con precisión el grado de resistencia del material genético que se está investigando y siempre se debe determinar en huevos y estados juveniles por gramo de suelo.

Tolerancia. Es la capacidad de una planta de papa para producir, no obstante encontrarse en un suelo infestado por nematodos, ya que tiene la particularidad de recuperarse del daño que causan éstos. Puede ocurrir tanto en variedades resistentes como en susceptibles. Es, pues, independiente de la resistencia. La reducción del rendimiento en porcentaje del obtenido en un campo no infestado por nematodos indica diversos grados de tolerancia.

Viabilidad. Indica el número de huevos y estados juveniles que contiene cada quiste y se expresa como viabilidad total (VT) por quiste. Esta se determina al triturar quistes de los extraídos de una muestra de suelo y contar todos los huevos y estados juveniles. Cuando esta VT se expresa en proporción del tamaño de la muestra de suelo, dará el valor de la densidad de población de nematodos, que a su vez corresponde al nivel de infestación del suelo (huevos y estados juveniles por gramo de suelo).

ANEXOS



CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP)

HOJA INFORMATIVA DE LA PARCELA

1. NOMBRE Y DIRECCION DEL COOPERADOR: _____

2. LOCALIDAD DE LA PARCELA: DEPTO.: _____
 DISTRITO: _____
 LOCALIDAD: _____
 ALTURA: _____
 LATITUD: _____
 LONGITUD: _____

3. HISTORIA DE LA PARCELA: _____

4. DESCRIPCION GENERAL DEL SUELO (arenoso, arcilloso, etc.):

5. CONDICION DE SEMILLA A LA SIEMBRA (Indicar los clones según condición de semilla o cualquier anomalía observada)
 BUENA _____
 REGULAR _____
 POBRE _____

6. FECHA DE SIEMBRA: _____ FECHA DE COSECHA: _____

7. FERTILIZACION: FORMULACION: N _____ P _____ K _____
 CANTIDAD: _____
 APLICACION: A LA SIEMBRA: _____ AL APORQUE: _____

8. NUMERO DE QUISTES EN 100 g DE SUELO: ANTES _____ DESPUES _____

9. LABORES CULTURALES Y CONTROL DE PLAGAS:

FECHA	OPERACION	DOSIS	MODO DE APLICACION



PARCELA DE MULTIPLICACION Y ADAPTACION

Localidad:

Ejecutor:

BLOQUE ó REPETICION

Surco o parcela	CLON	Fecha: / /			Senescencia	Fecha /			TUBERCULOS				Comentarios	Seleccionable
		No. tub. sembrados	No. de plantas emergidas	Vigor o tipo de planta		COSECHA			Apariencia	Forma	Ojos	Color		
						Peso comercial	Peso total	Por planta						

VIGOR o TIPO DE PLANTA:	1 = planta débil 5 = planta vigorosa, tipo atractivo
SENESCENCIA:	P = precoz M = mediano T = tardía
APARIENCIA:	1 - 5; 1 = poco atractiva 5 = muy atractiva
FORMA:	Como redonda, oval, oblonga, larga, etc.
OJOS:	1 = superficiales 2 = semiprofundos 3 = profundos
COLOR:	Predominante y otros
COMENTARIOS:	Incidencia de plagas y enfermedades; eliminación de plantas (indicar el número), etc.
SELECCIONABLE:	Sí No



CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP)

EVALUACION DE RESISTENCIA Y DESARROLLO EN EL CAMPO

Localidad: **BAMBAMARCA - 1984**

Ejecutor: **JUAN PEREZ**

BLOQUE ó REPETICION	Parcela	CLON	Fechas		Fecha: 5/2 1985		EVALUACION DE GLOBODERA					Virus / Fechas /	Observaciones
			5/10	20/11	Vigor de planta	Tuberización	1	2	3	4	Reac-ción		
			No. tub. sembrados	No. de plantas emergidas									
	I	284001.12	30	28	4	3/3	0/6	0/6	0/6	0/6	R	-	Tipo Erecto

VIGOR: Al momento de la evaluación de Globodera:
Escala 1 - 5:
1 = poco desarrollo, planta débil
5 = buen desarrollo, planta vigorosa

TUBERIZACION: Número/tamaño (N/T)

Número: Escala 1 - 3
1 = no hay tubérculos
2 = pocos tubérculos
3 = muchos tubérculos

Tamaño: Escala 1 - 3
1 = pequeños
2 = medianos
3 = grandes

EVALUACION DE GLOBODERA: Nematodo/raíces (N/R)

Nematodos: Escala:
0 = no hay hembras
+ = pocas hembras, difíciles de ver
++ = pocas hembras, fáciles de ver
+++ = muchas hembras en casi todas las raíces

Raíces: P = pobre
R = regular
B = buena

REACCION: R = Resistente (0)
MR = Moderadamente resistente (+)
S = Susceptible (++; +++)

VIRUS: Anotar el número de plantas **eliminadas**
por mostrar síntomas de virus.



EVALUACION DE RESISTENCIA EN MACETAS

CLON	POBLACION:				POBLACION:				POBLACION:				COMENTARIOS
	No. hembras			Reacción	No. hembras			Reacción	No. hembras			Reacción	
	I	II	III		I	II	III		I	II	III		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
32													

Escala de evaluación para cada una de las tres (I, II, III) repeticiones en las tres poblaciones.

No. de hembras	Evaluación	Reacción
0 a 5	No. exacto	Resistente (R)
6 a 20	+	Parcialmente resistente (PR)
21 a 50	++	Susceptible (S)
más de 50	+++	Altamente susceptible (AS)