



**PROYECTO DE RESISTENCIA DURADERA
PARA LA ZONA ANDINA, "PREDUZA"**

INFORME ANUAL DE SUBPROYECTOS 2001

**Daniel L. Danial
Quito, Ecuador
Marzo 2002**

PREDUZA es el Proyecto de Mejoramiento para Resistencia Duradera en Cultivos de las zonas altas en la Región Andina. PREDUZA, es ejecutado por el Laboratorio de Mejoramiento de Plantas de la Universidad de Wageningen (WU) de Holanda y financiado por el Ministerio Holandés de Desarrollo y Cooperación, con sus siglas en holandés DGIS. PREDUZA, tiene su sede en Quito, Ecuador y está relacionado con el mejoramiento genético y participativo de los cultivos altos en la Región Andina.

Dirección de PREDUZA
P/a CIAT, Avs. Eloy Alfaro y Amazonas, Edificio del
Ministerio de Agricultura (MAG), cuarto piso, oficina 401, Quito-Ecuador
Tel-fax.: 593-2-2500316 / 2541997
e-mail: ddaniel@ciatza.org.ec
web: www.preduzza.org

Cita correcta: Informe Anual de Subproyectos PREDUZA, 2001
Daniel L. Danial, Quito-Ecuador. Marzo 2002. 243 páginas

SELECCION DE PROGENITORES CON BUENA APTITUD COMBINATORIA PARA RESISTENCIA HORIZONTAL A LANCHA EN PAPA EN ECUADOR

J. Rivadeneira y R. Bernardi y P. Oyarzun

Programa Nacional de Raíces y Tubérculos, Rubro Papa, E. E. Santa Catalina – INIAP. fpapa@fpapa.org.ec Casilla Postal 17-21-1977 Quito-Ecuador.

Resumen

En la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias se evaluó la viabilidad de polen de 10 progenitores seleccionados de la población 95 del Plan de Mejoramiento de Papa del Programa Nacional de Raíces y Tubérculos mediante el método *in vitro* (cita), resultando baja para la mayoría de clones.

En base a estos resultados se escogieron siete clones, 95-46-2, 95-102-7, 95-71-5, 95-77-3, 95-43-9, 95-54-1 y 95-85-4, que se cruzaron en un diseño dialélico con el objetivo de obtener familias segregantes para realizar un estudio de aptitud combinatoria y heredabilidad de la resistencia a *P. infestans*. Se realizaron 2183 polinizaciones y se obtuvieron 15000 semillas de 48 familias híbridas, incluyendo algunos recíprocos y autopolinizaciones. Para el estudio de aptitud combinatoria se seleccionaron familias segregantes de 21 cruzamientos de acuerdo al modelo II de Griffing (Singh y Chaudhary, 1977) sin considerar la dirección de los cruzamientos. Sembramos 200 semillas de cada familia segregante y las plántulas obtenidas fueron transplantadas a campo y a macetas en invernadero para evaluaciones de resistencia a libre infección y mediante inoculación de raza 0 y compleja de *P. infestans*.

Introducción

La "lancha" o "tizón tardío" causada por el hongo *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, es la principal enfermedad del cultivo de Papa en Ecuador, pudiendo producir pérdidas hasta del 100% de la cosecha (Andrade et. al., 1997), y, a pesar de que el uso de fungicidas para el control de la enfermedad no es irracional desde el punto de vista económico, afecta la salud del agricultor y su familia y constituye el 8.32% del costo total de producción, significativamente más alto que el costo de otros pesticidas (Crissman et al, 1994).

El 67% de las variedades de mayor preferencia en el mercado ecuatoriano son susceptibles a la enfermedad (INIAP, 1997) y la resistencia monogénica en las variedades generadas ha sido superada por la versatilidad del hongo. El nivel de resistencia por genes menores de estas variedades ha probado ser insuficiente (Andrade, 1999).

El Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro Papa (PNRT-Papa), ha identificado acepciones con resistencia horizontal y libre de genes mayores de la

El Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro Papa (PNRT-Papa), ha identificado acepciones con resistencia horizontal y libre de genes mayores de la Colección Ecuatoriana de Papa (CEP) a partir de las cuales se inició un proceso de mejoramiento genético (Andrade et al, 1997), sin embargo se desconoce la habilidad de estos materiales para transmitir la resistencia a su descendencia y la ganancia que se puede obtener en cada ciclo de selección recurrente. Estos parámetros se pueden medir a través del análisis de la aptitud combinatoria y la heredabilidad de la resistencia, lo cual permitirá tener bases científicas para seleccionar progenitores y poder elegir el método de mejoramiento adecuado.

La aptitud combinatoria, usada para evaluar el potencial de los padres en la producción de familias resistentes al tizón tardío, aunque no es totalmente precisa, provee una base para seleccionar progenitores que puedan ser usados en un programa de mejoramiento.

Por otra parte, el conocimiento de la heredabilidad de un carácter es importante para proyectar métodos de mejoramiento y determinar el tiempo que se necesita para mejorar dicho carácter.

Uno de los métodos utilizados para evaluar la aptitud combinatoria es realizar un grupo de cruzamientos dialélicos entre clones seleccionados como una muestra representativa de la población que se desea evaluar.

Objetivos

Estimar la aptitud combinatoria general y específica de la resistencia al tizón tardío en las cruzas en las que intervienen 7 progenitores seleccionados.

Determinar los componentes de la varianza genética que gobiernan la resistencia horizontal al tizón tardío.

Determinar la heredabilidad en sentido estrecho de la resistencia duradera al tizón tardío en la generación segregante.

Seleccionar los clones de la primera filial con características de resistencia en base a los componentes de resistencia horizontal al "tizón tardío" y según la resistencia en campo de acuerdo a valores del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC).

Materiales y métodos.

Se utilizaron 10 clones de la población 95 del Programa de Mejoramiento del PNRT-Papa (Anexo 1), seleccionados por su nivel de resistencia y por estar libres de genes mayores. Bajo invernadero se sembraron ocho tubérculos de cada clon progenitor en macetas plásticas de 20 cm de diámetro. Se utilizó un sustrato desinfectado compuesto de arena de río y humus en proporción 1:1. Los tubérculos fueron previamente desinfectados. Paralelamente se sembraron en invernadero rústico y sobre suelo 12 tubérculos de cada clon y en campo 15

tubérculos por cada clon con el propósito de obtener tallos florales para realizar los cruzamientos.

Los clones sembrados en maceta fueron sometidos a periodos de 16 horas de luz para estimular la floración (Brown et al, 1984).

Una vez obtenida una floración uniforme se inició los cruzamientos siguiendo la técnica recomendada por Brown et al (1984). Para realizar las pruebas de viabilidad de polen se tomó polen de 5 flores de cada clon, en invernadero y campo y se lo depositó sobre placas portaobjetos con una gota de una solución germinadora de 20 % de sacarosa y 100 ppm de ácido bórico (Brown et al, 1984). Las placas se conservaron dentro de cajas petri sobre una hoja de papel toalla humedecida con agua destilada en el fondo de cada caja. Se realizaron observaciones al microscopio luego de 5 horas después del tratamiento con la solución germinadora. Se observaron 4 campos de cada placa en los cuales se contó el porcentaje de granos germinados (con elongación del tubo polínico) y se obtuvo el promedio por clon. Con los datos obtenidos se modificó el diseño de los cruzamientos para utilizar los clones progenitores con menor viabilidad de polen como madres y los clones con mayor viabilidad de polen como padres en mayor número de cruzamientos. Las bayas obtenidas se cosecharon a los 45 a 60 días después de la polinización, se las pesó y almacenó en el invernadero dentro de fundas de papel. Se determinó el coeficiente de efectividad de cada cruce (en porcentaje) mediante la relación $\text{Efectividad} = (\text{Número de bayas obtenidas} / \text{Número de flores polinizadas}) \times 100$. De esto se obtuvo la efectividad promedio de cada clon en las cruces en las que intervino como progenitor masculino.

Una vez que maduraron las bayas se extrajo la semilla mediante lavado y se las dejó secar al ambiente por 48 horas. Luego se las almacenó en sobres de aluminio hasta el día de la siembra. Se tomaron 200 semillas de cada familia segregante y se las trató con una solución de ácido giberélico a 1500 ppm por 24 horas, luego de lo cual se las sembró en bandejas de germinación y se las mantuvo en invernadero. Se registró el porcentaje de emergencia y el vigor de cada familia. A los 40 días después de la siembra se transplantaron 40 plántulas de cada familia a macetas en invernadero en un diseño de bloques al azar con 10 plántulas por repetición y un total de 4 repeticiones, se incluyeron los progenitores y las variedades Uvilla e I-Catalina como testigos. Estas plántulas serán inoculadas en invernadero para evaluar su nivel de resistencia. El resto de plántulas fueron transplantadas a campo en un diseño de bloques completos al azar incluyendo los progenitores y los testigos mencionados. Estas plantas serán sometidas a libre infección para evaluaciones de severidad de la enfermedad.

Resultados preliminares

El cuadro 1 presenta los promedios de viabilidad de cada clon y los rangos de significación determinados por la prueba de Tukey al 5%. Se observan cuatro rangos de significación, ubicándose en el primer rango los clones 95-102-7 y 95-43-9 como los mejores progenitores y en el último rango los clones.95-69-7, 95-46-2 y 95-71-5 como los clones con menor viabilidad de polen.

progenitores masculinos.

Clones	Promedios del porcentaje de polen viable y rango de significación	Porcentaje de efectividad de los progenitores masculinos
95-102-7	42.2 A	20.2
95-43-9	39.9 A	54.3
95-54-1	27.3 B	14.3
95-85-4	26.7 B	20.7
95-37-1	23.4 B	3.1
95-36-17	22.0 BC	10.0
95-77-3	19.7 BC	12.4
95-69-7	13.1 CD	3.3
95-46-2	4.9 D	2.0
95-71-5	3.3 D	12.3

El promedio general del experimento fue de 22.6% y el coeficiente de correlación entre la viabilidad de polen y la efectividad en los cruzamientos fue $r = 0.68$. Las diferencias se deben a los efectos individuales de las combinaciones con los clones usados como hembras. Estos bajos niveles de fertilidad masculina ocasionan el fracaso de muchos de los cruzamientos y obligan a realizar muchas polinizaciones para poder obtener bayas. Por esta razón en el diseño de las cruza se prefirió utilizar los clones con menor viabilidad de polen como progenitores femeninos. En el caso de efectividad en las cruza se destacó el clon 95-43-9 como el mejor progenitor masculino, seguido por los clones 95-102-7, 95-85-4 y 95-54-1. Los clones 95-46-2, 95-69-7 y 95-37-1 presentaron los menores grados de efectividad. A pesar de su bondad como progenitor masculino, el clon 95-36-17 se descartó por presentar escasa floración en invernadero y casi nula en campo. Se obtuvieron en total 15000 semillas sexuales de 48 familias híbridas (incluyendo recíprocos y algunas autopolinizaciones), de estas se descartaron 20 familias relacionadas con los clones 95-37-1, 95-36-17 y 95-69-7 por no completar todos los cruzamientos necesarios, presentar muy pocos segregantes o por ser autopolinizaciones. El clon 95-46-2, a pesar de su escasa viabilidad, funcionó como madre en todos los cruzamientos. Con las 28 familias restantes se estructuró el dialélico de la siguiente manera:

Cuadro 2. Dialélico entre 7 clones progenitores de la población 95 del PNRT-Papa.

Cod. Tratamiento	Cruza**	No. segregantes
1	95-46-2 x 95-85-4	90
2	95-46-2 x 95-77-3	96
3	95-46-2 x 95-102-7	108
4	95-46-2 x 95-71-5	96
5	95-46-2 x 95-54-1	92
6	95-46-2 x 95-43-9	125
7	95-85-4 x 95-77-3	92
8	95-85-4 x 95-102-7	101
9	95-85-4 x 95-71-5	75
10	95-85-4 x 95-54-1	90
11	95-85-4 x 95-43-9	136
12	95-77-3 x 95-102-7	100
13	95-77-3 x 95-71-5	85
14	95-77-3 x 95-54-1	96
15	95-77-3 x 95-43-9	118
16	95-102-7 x 95-71-5	96
17	95-102-7 x 95-54-1	90
18	95-102-7 x 95-43-9	102
19	95-71-5 x 95-54-1	95
20	95-71-5 x 95-43-9	90
21	95-54-1 x 95-43-9	90

** La dirección de los cruzamientos es irrelevante.

Los segregantes han sido sembrados en campo e invernadero junto con los progenitores para evaluar su nivel de resistencia en base a el AUDPC y deducir la capacidad combinatoria general y específica en los progenitores y en las cruzas así como los componentes genéticos de la resistencia y la heredabilidad de la misma.

Conclusiones

La viabilidad del polen en los clones progenitores en general fue baja, por esta razón se ajustó el diseño dialélico para usar 7 clones progenitores.

Se tienen en campo e invernadero las 21 familias segregantes para la evaluación de la Aptitud Combinatoria y heredabilidad de la resistencia a *P. infestans*.

Acciones futuras

Los segregantes y progenitores sembrados en invernadero serán inoculados con una raza compleja de *P. infestans* previamente seleccionada por su virulencia y agresividad dentro de algunos aislados recolectados en campo y otros de la colección del Centro Internacional de la Papa. Los clones sembrados en campo serán sometidos a libre infección.

Se espera tener los resultados definitivos en el mes de marzo del 2001.

Anexo 1 .Rendimiento en Kg/ha, Area de enfermedades bajo la curva (AUDPC) Forma de tuberculos, color de piel, color de pulpa, días de floracion y pedigree de los clones estudiados.

Clon	Rend. Kg/planta	AUDPC Ciclo 2000	AUDPC Ciclo 2001	Forma	Color piel	Color pulpa	Días a floración	Pedigree
95-36-17	1.2	3190.6	3921.7	Redondo con ojos de profundidad media	Amarilla	Amarillo claro	95	CHAUCHA AMARILLA x SUSCALEÑA-20
95-71-5	1.6	2573.7	2103.2	Comprimida con ojos profundos	Rosado	Crema	82	L23 x N047
95-43-9	1.2	2955.5	2127.9	Redonda con ojos de profundidad media	Amarilla	Crema	92	HSO154 x BOM558
95-54-1	1.6	2753.7	2823.3	Redondos con ojos de profundidad media	Roja con manchas cremas dispersas	Amarillo claro	90	HSO264 x HSO155
95-77-3	1.5	3258.4	2875.1	Redonda con ojos superficiales	Amarilla con manchas moradas dispersas	Amarillo claro	80	RUBI x SUSCALEÑA-15
95-85-4	1.7	2720.4	3358.6	Redonda con ojos de profundidad media	Rosado	Crema	82	SUSCALEÑA x CHAUCHA AMARILLA-11
95-46-2	1.8	nd	1850.2	Redondo con ojos de profundidad media	Amarilla con manchas rojas salpicadas	Crema	80	HSO155 x ASO788
95-37-1	1.4	nd	2085.4	Ovalado con ojos superficiales	Amarillo	Amarillo claro	91	CHAUCHA ANARILLA x CHAUCHA AMARILLA LARGA-21
95-102-7	1.3	nd	1993.7	Oblongo con ojos de profundidad media	Rojo/morado con manchas cremas dispersas	Crema	87	UNKNOWN x UNKNOWN-2
95-69-7	1.5	nd	2020.3	Redondo con ojos superficiales	Amarillo con manchas moradas en las cejas	Amarillo	91	L23 x HSO164

nd = no disponible