

Variación del panorama racial de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en el sur de Chile desde 1963 a 1977¹

Carmen Fernández M.²

INTRODUCCIÓN

El hongo *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, causante del tizón tardío de la papa, muestra una gran variabilidad genética, distinguiéndose numerosas razas fisiológicas.

La especialización fisiológica fue observada por primera vez en 1919, cuando se encontró que un aislamiento obtenido de papa fue patogénico solamente en papa, mientras que otro obtenido en tomate fue patogénico en papa y tomate. Posteriormente Schick, 1932, en Alemania, describió las primeras razas fisiológicas, al usar plantas de papa que contenían genes de resistencia de la especie silvestre *Solanum demissum*. Este descubrimiento motivó otras investigaciones que, como resultado, permitieron la identificación de cuatro razas fisiológicas conocidas como razas (1), (2), (3) y (4).

Los genes de resistencia encontrados en *Solanum demissum* fueron denominados R₁, R₂, R₃, R₄. Estos genes son dominantes sobre el recesivo susceptible y se heredan independientemente de acuerdo a las leyes de Mendel. Trabajos posteriores han permitido la identificación de más genes R, llegando en la actualidad hasta el gene R₁₁ que fue determinado por Malcolmson (1969).

La patogenicidad en *P. infestans* es recesiva y el hongo es haploide (Day, 1974). Las razas del hongo se denominan de acuerdo al genotipo del huésped que ellas puedan infec-

tar. Por ejemplo, la raza común puede atacar solamente variedades que no posean genes R y se denomina raza (0). La raza (1) puede atacar plantas que tengan el gene R₁ y plantas recesivas que no posean genes R. Aislamientos capaces de atacar solamente plantas recesivas y con R₂ son designados raza (2). La raza (1,2) puede atacar al huésped recesivo y a aquéllos que posean el gene R₁, R₂ y R₁ R₂ pero a ningún otro genotipo. Los genes de patogenicidad se indican con el mismo número que el gen de la planta al cual ellos pueden atacar.

Van der Plank (1968) cita numerosos ejemplos de variabilidad de *P. infestans* en el tiempo. La continua aparición de razas, cada vez más especializadas se puede explicar como el resultado de mutaciones y/o hibridaciones. La hibridación implica grupos de compatibilidad. Existen dos grupos de compatibilidad, A1 y A2. El grupo A1 tiene una distribución mundial, pero el grupo A2 sólo se ha encontrado en la Naturaleza en la altiplanicie mejicana, por lo que la hibridación no se considera un mecanismo de variabilidad a nivel mundial. Sin embargo, existe la posibilidad de recombinación mitótica (Day, 1974), heterocariosis (Leach y Rich, 1969) o posiblemente otros mecanismos, como podría ser una interacción citoplasmática que aún no se ha estudiado (Day, 1974).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el panorama racial de *P. infestans* y analizar los cambios de patogenicidad del hongo a través del tiempo, en la zona comprendida desde Cautín a Chiloé, área que corresponde al 41,7% del total de la superficie sembrada de papa del país. En esta zona el

¹Recepción originales: 14 de marzo de 1978.

²Ing. Agr., M.S., Programas Fitopatología y Papa, Estación Experimental Carillanca, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 58-D Temuco, Chile.

P. infestans se presenta en forma de epifitias severas cada 8 a 10 años, pero existen ataques leves todos los años (Cox y Large, 1960).

MATERIALES Y METODOS

Las primeras determinaciones de razas se hicieron en 1963 y se continuaron hasta 1969, luego se interrumpieron por 3 años para reiniciarlas en 1974 y terminar en 1977.

Las determinaciones de razas se iniciaron usando un juego de plantas diferenciales caracterizado por poseer los genes R_1 , R_2 , R_3 y R_4 más las combinaciones respectivas entre sí y el gene recesivo, lo que da un total de 16 clones. Posteriormente, en 1976 se contó con un nuevo juego de plantas diferenciales, el cual incluía plantas que poseían hasta el gene R_{11} .

Las determinaciones de razas se hicieron usando un foliolo de cada planta diferencial, los cuales se colocaron en cámara húmeda por 2 a 3 horas para facilitar la penetración del hongo. Luego se inocularon con una suspensión de esporangios y zoosporas, aplicada con un atomizador De Vilbiss impulsado por un compresor a 10 libras de presión. Después de inoculados los folíolos, éstos se colocaron nuevamente en cámara húmeda por 48 horas. A los 4 a 5 días después de la inoculación, aparecieron los síntomas en los folíolos susceptibles.

Los cultivares de papa (*Solanum tuberosum*) de donde se obtuvieron los aislamientos para efectuar las determinaciones de razas fueron: Ackersegen, Alpha, Aquifén, Aquila, Arka, Bintje, Cóndor, Cosima, Corahíla, Crisola, Cunca, Desirée, Gineke, Grata, Petra, Pimpernel, Sedafén, Spartaan y Urgenta. Además se efectuaron determinaciones con aislamientos sacados de tomate *Lycopersicon esculentum*; natri *Solanum crispum*, y papa silvestre *Solanum brevidens*. Las localidades muestreadas se indican en el Cuadro 1.

RESULTADOS Y DISCUSION.

En la Figura 1 se muestran las razas determinadas con el juego de plantas diferenciales que incluía los genes R_1 , R_2 , R_3 y R_4 , las combinaciones entre ellos, y el gene recesivo, efectuadas durante los años 1963 a 1969 y en la temporada 1974-75.

Al analizar esta figura se ve que la raza (0) fue la única que se determinó en la

Cuadro 1 — Localidades muestreadas en las determinaciones de razas.

Localidad	Ubicación geográfica	
	Latitud	Longitud
Carillanca	38° 40' S	72° 28' W
General López	38° 41' S	72° 24' W
Vilcún	38° 39' S	72° 17' W
Temuco	38° 44' S	72° 37' W
Labranza	38° 44' S	72° 43' W
Nueva Imperial	38° 44' S	73° 57' W
Carahue	38° 42' S	73° 10' W
Collico	38° 09' S	73° 10' W
Nehuentúe	38° 44' S	73° 25' W
Puerto Saavedra	38° 46' S	73° 24' W
Valdivia	39° 49' S	73° 15' W
La Pampa	40° 55' S	73° 11' W
Purranque	40° 55' S	73° 11' W
Puerto Octay	40° 58' S	72° 55' W
Loncotoro	41° 17' S	73° 13' W
Puerto Varas	41° 19' S	72° 59' W
Los Muermos	41° 21' S	73° 38' W
Chamiza	41° 21' S	72° 35' W
Castro	43° 21' S	73° 46' W

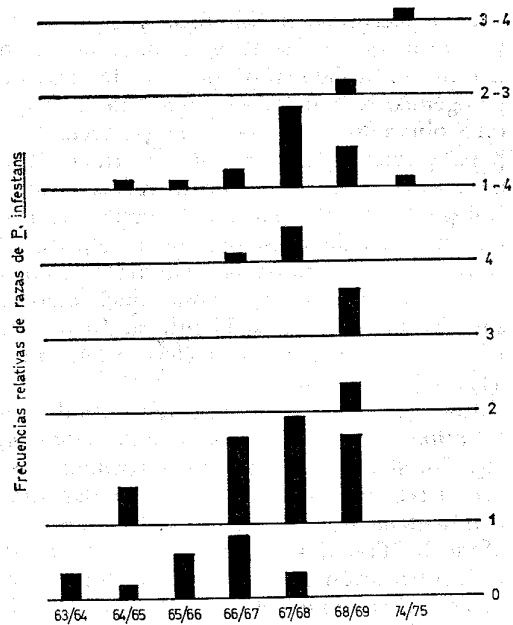


Figura 1 — Variación del panorama racial de *P. infestans* en el sur de Chile desde 1963 a 1975.

temporada 1963-64 y predominó hasta la temporada 1965-66 acompañada de otras razas que solamente se evidenciaron en forma incipiente. A partir de la temporada 1966-

67, la raza (1) predominó sobre la raza (0), siendo en la temporada 1967-68 la última vez que se detectó esta raza y sólo en una pequeña proporción, dándole paso a razas más complejas como son la (1,4), (2,3) y (3,4).

A pesar de que durante este período se emplearon diferenciales con genotipos que permitían detectar razas más complejas, éstas no se encontraron. Esto concuerda con Van der Plank (1968), que dice que en 1950 las razas (1,2,3) y (1,2,3,4) no se encontraban en la mayoría de los países, aunque existían los diferenciales para determinarlas.

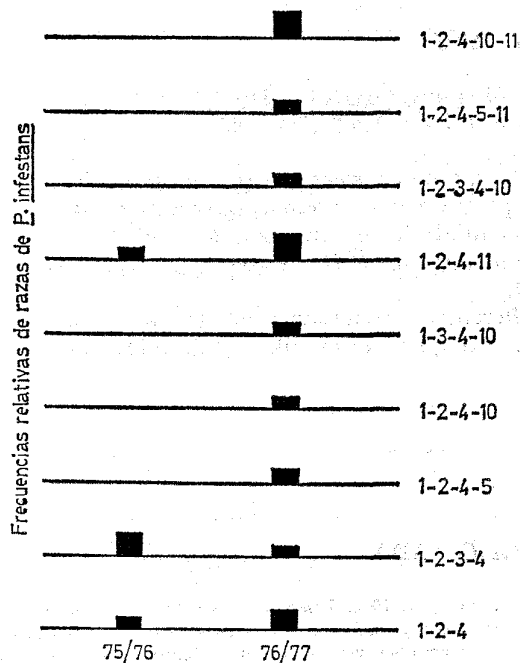


Figura 2 — Variación del panorama racial de *P. infestans* en el sur de Chile desde 1975 a 1977.

En la Figura 2 se presentan los resultados obtenidos en las temporadas 1975-76 y 1976-77, donde se usó el nuevo juego de plantas diferenciales que incluía hasta el gene R_{11} . El análisis de esta figura indica un panorama racial totalmente distinto, ya que no se detectan razas simples o dobles, sino que todas resultan de alta complejidad patogénica, incluyendo las razas (1,2,4,5,11) y (1,2,4,10,11). Estos resultados permiten deducir que los genes para patogenicidad de *P. infestans*, que hasta la fecha se han determinado en Chile, son siete: 1; 2; 3; 4; 5; 10 y 11.

Hasta 1969 se habían detectado los genes de patogenicidad 1; 2; 3 y 4. La posibilidad de la presencia de los genes, 5; 10, y 11 en el sur de Chile, en esa época, no se puede excluir por no haberse contado con los diferenciales apropiados. Se puede afirmar, sin embargo, que hasta 1969 los genes de patogenicidad 1; 2; 3; y 4 se presentaban solos o en combinaciones pares 1,4; 2,3 y 3,4. A partir de 1976 se detectan combinaciones superiores 1,2,4; 1,3,4 y 1,2,3,4, además de los otros genes no detectados anteriormente. Lo expuesto permite concluir que las razas del hongo están cambiando en el tiempo, haciéndose cada vez más patogénicas. Esta tendencia que se observa en el hongo de hacerse cada vez más complejo, es la misma que se encuentra en otros países (Malcolmson, 1969).

Durante el período estudiado se ha producido un cambio importante en la estructura genética del cultivo de la papa en Chile. A partir de 1968 se han introducido cultivares como Arka, Desirée, Spartaan, Ultimus y Urgenta, que desplazaron a Ackerseggen, Aquila, Cóndor, Gineke, Sedafén y otros. Es posible argumentar que este cambio sea el responsable en el cambio de frecuencia de aparición de razas más complejas. Sin embargo, los antecedentes genealógicos y las observaciones de campo de los cultivares nuevos no permiten sustentar este argumento, ya que todos ellos demuestran solamente reacciones de resistencia horizontal y no vertical. Si los nuevos cultivares hubiesen presentado resistencia en base a genes R_v , sería lógico pensar en una presión de selección sobre la población de razas del hongo *P. infestans*, y por tanto, el cambio en el panorama racial se habría debido al cambio varietal en el cultivo. El hecho que la ausencia de genes de resistencia R_v no sean causales en los cambios raciales de *P. infestans* ha sido descrito por Simmonds y Malcolmson (1967) en poblaciones aisladas del Grupo Andígena que carece de genes para resistencia vertical.

Si el cambio de la estructura genética del cultivo no puede aducirse como explicación en el cambio de razas de *P. infestans*, habría que buscar la explicación en mecanismos de hibridación o mutaciones. Ya que en Chile no se ha determinado la hibridación sexual por no haberse encontrado el grupo de compatibilidad A2, la formación de nuevas razas se puede explicar solamente mediante mutaciones, heterocariosis y/o recombinaciones mitóticas o posible introducción en material vegetal foráneo enfermo.

R E S U M E N

El hongo *Phytophthora infestans* causante del tizón tardío de la papa, muestra una gran variabilidad genética, distinguiéndose numerosas razas fisiológicas.

El panorama racial de *P. infestans* en el sur de Chile se estudió de 1963 a 1977. Desde 1963 a 1975 se usó un juego de plantas diferenciales que incluían los genes R_1 al R_4 , las combinaciones entre sí y el gene recesivo. De esta manera se determinaron las razas (0), (1), (2), (3), (4), (1,4) y (2,3).

Estudios recientes realizados con un nuevo juego de plantas diferenciales que incluía hasta el gene R_{11} , permitió determinar razas de alta complejidad, como son las razas (1,2,4,5,11) y (1,2,4,10,11).

S U M M A R Y

CHANGES IN RACES OF *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY OBSERVED IN SOUTHERN CHILE FROM 1963 TO 1967.

The late blight fungus, *Phytophthora infestans*, shows a great genetic variability. Numerous physiological races are known. The presence of *P. infestans* races were studied in Southern Chile from 1963 to 1977. Differentials having R_1 , R_2 , R_3 and R_4 genes, plus their combinations, were used from 1963 to 1975. Races (0), (1), (2), (3), (4), (1,4) and (2,3) were identified.

Recent studies involving a new set of differentials containing up to R_{11} gene, showed a high specialization of the fungus. Complex races like (1,2,4,5,11) and (1,2,4,10,11) were present.

L I T E R A T U R A C I T A D A

- COX, A. E. and LARGE, E. C. 1960. Potato blight epidemics throughout the world. Agricultural Research Service. U. S. Department of Agriculture, Washington, D. C. Agriculture Handbook Nº 174. 230 p.
- DAY, P. R. 1974. Genetics of host-parasite interaction. W. H. Freeman and Co. San Francisco. 238 p.
- LEACH, S. S. and RICH, A. E. 1969. The possible role of parasexuality and cytoplasmic variation in race differentiation in *Phytophthora infestans*. *Phytopathology* 59: 1360-1364.
- MALCOLMSON, J. F. 1969. Races of *Phytophthora infestans* occurring in Great Britain. *Transactions British Mycological Society* 53 (3): 417-423.
- SCHICK, R. 1932. Über das Verhalten von *Solanum demissum*, *Solanum tuberosum* und ihren Bastarden gegenüber verschiedenen Herkünften von *Phytophthora infestans* (Vorläufige Mitteilung zur Frage der biologischen Spezialisierung von *Phytophthora infestans*). *Züchter* 4:233-37 (Original no consultado). *Rev. Appl. Mycol.* 12:390.
- SIMMONDS, N. W. and MALCOLMSON, J. F. 1967. Resistance to late blight in *Andigena* potatoes. *Eur. Potato J.* 10 (3): 161-166.
- VAN DE PLANK, J. E. 1968. Disease resistance in plants. Academic Press. New York. 206 p.