

# INCIDENCIA DEL VIRUS DEL ENRO- LLAMIENTO DE LA HOJA DE LA PAPA EN LA RESPUESTA A LA FERTILIZA- CION NPK<sup>1</sup>

Ricardo Campillo R.<sup>2</sup>  
Celerino Quezada L.<sup>3</sup>  
Armando Aguila C.<sup>4</sup>

## INTRODUCCION

El virus del enrollamiento de la hoja (PLRV) es una de las enfermedades virósicas más importantes del cultivo de la papa, ya que produce disminución de rendimientos, anomalías en el follaje y detención del crecimiento (Beemster y Rozendaal, 1972).

Es uno de los principales responsables del proceso de degeneración de la papa que implica una progresiva y considerable disminución de los rendimientos del cultivo que fluctúan entre 50 y 80%, dependiendo de la variedad (Sarasola y Rocca, 1975).

Para elevar la productividad del cultivo a niveles adecuados a la potencialidad del país, es necesario que, además del uso de semilla de alta calidad genética, se conozca el efecto de la fertilización en función del rol fisiológico de cada nutriente y su interacción con aspectos no nutricionales. Diversos investigadores han determinado interrelaciones entre factores nutricionales y susceptibilidad a virosis (Broadbent, Gregory y Tinsley, 1952; Corbett y Sisler, 1964; Suiza (I.I.P.), 1970). Al respecto, Corbett y Sisler (1964) establecieron que los principales factores de la planta que determinan su susceptibilidad a la infección por el virus son la variedad, edad, tamaño y estado nutricional.

La susceptibilidad a virosis puede aumentar tanto con excesos como con deficiencias de elementos minerales (Corbett y Sisler, 1964). El efecto que ejerce cada una de las sustancias nutritivas sobre la intensidad de la enfermedad depende de la naturaleza de ésta y de la proporción en que se encuentran los elementos disponibles (Suiza (I.I.P.), 1970).

En esta investigación se estudia la interacción entre el virus del enrollamiento de la hoja y la fertilización NPK en papa variedad Pimpernel, en un suelo de origen volcánico, serie Trumao Osorno, de la provincia de Osorno, Décima Región, Chile.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó durante los años 1976 y 1977 en el predio "Cañal Bajo" de la Universidad de Chile - Sede Osorno, ubicado a 8 Km. de Osorno, camino a Puyehue. El ensayo se estableció en suelos de la Serie Trumao Osorno, manejado en los últimos cinco años con pradera natural no fertilizada, utilizando un diseño en bloques al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos de fertilización investigados fueron los siguientes: I) N120 P320 K100; II) N0 P320 K100; III) N120 P0 K100; IV) N120 P320 K0; V) N0 P0 K0.

Como tubérculo-semilla se utilizó la variedad Pimpernel en etapa registrada, calibre 45 a 55 mm. Las distancias de plantación fueron 0,30 m. sobre el surco, 0,80 m. entre surcos y 0,10 m. de profundidad de siembra; el tamaño de las parcelas fue de 6 m. de largo por 3 m. de ancho. Se efectuaron aplicaciones preventivas de Disyston 50% y Antracol-Cobre para control de *Myzus persicae* y *Phytophthora infestans*, respectivamente.

Se realizaron determinaciones de porcentaje de emer-

---

<sup>1</sup>Recepción originales: 4 de junio de 1979.

Trabajo basado en la Tesis de Grado presentada por el primer autor para optar al título de Ingeniero Agrónomo en la Escuela de Agronomía, Universidad de Concepción, Chile.

<sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo.

<sup>3</sup>Ing. Agr., M.S., Universidad de Chile, Casilla 933, Osorno, Chile.

<sup>4</sup>Ing. Agr., Empresa Nacional de Semillas, Osorno, Chile.

gencia (35 días después de la siembra); selección mediante sintomatología visual de plantas con enrollamiento secundario (58 días después de la siembra); recolección de muestras para análisis fitoquímico en plantas aparentemente sanas y con sintomatología visual del enrollamiento de la hoja (77 días después de la siembra); detección del enrollamiento de la hoja mediante el test de tinción de la calosa en tubérculos cosechados 90 días después de la siembra, y rendimiento por tratamiento de fertilización y por estado sanitario de la planta para cada tratamiento.

La selección visual se basó en los siguientes síntomas que son característicos de la virosis: clorosis generalizada; enrollamiento de las hojas basales; ángulo de inserción de la hoja más agudo; menor desarrollo de la planta, y desuniformidad de crecimiento.

El muestreo foliar se realizó según técnicas recomendadas por Rodríguez (1974). Las muestras fueron analizadas para NPK. El P y K fueron mineralizados mediante la técnica de calcinación a 700°C y posteriormente diluidos en HCl 0,5 N (Association of Official Analytical Chemist, 1970). El P se determinó mediante colorimetría con ácido ascórbico (Murphy y Riley, 1962) y el K por espectrofotometría de absorción atómica (Etchevers, 1971). El N se determinó mediante procedimiento Kjeldahl (Association of Official Analytical Chemist, 1970).

La determinación de virosis mediante el test de tinción de la calosa se hizo en tubérculos provenientes de plantas aparentemente sanas y con síntomas visuales de virus del enrollamiento que previamente habían sido seleccionadas, marcadas y muestreadas para análisis foliar. Los tubérculos cosechados se almacenaron por cuatro semanas para inducirlos a la formación de calosa. Posteriormente del extremo del estolón se efectuó un corte transversal sacándose un trozo de tubérculo. De este trozo se cortaron rebandas de unos 2 mm. de espesor en forma perpendicular al estolón, con el propósito que los haces vasculares estuviesen dispuestos en forma vertical; las rebandas se colorearon durante 15 minutos en un baño de resorcina y luego fueron examinadas al estereoscopio para determinar la presencia de cuerpos calosos teñidos de azul (Alvarez y Accatino, 1964; De Bokx, 1972).

El rendimiento total de tubérculos en cada tratamiento se determinó cosechando normalmente las dos hileras centrales de cada parcela. El rendimiento de tubérculos en plantas aparentemente sanas y con síntomas visuales del virus del enrollamiento se determinó cosechando tres plantas aparentemente sanas y tres plantas enfermas en cada parcela, previamente marcadas, antes de la cuantificación del rendimiento total.

Los valores de rendimiento total fueron sometidos a

análisis de variancia y prueba de Duncan. Los valores de rendimiento en plantas sanas y enfermas se sometieron a la prueba de "t" para cada tratamiento en forma individual.

Los coeficientes de correlación y de regresión fueron calculados entre los rendimientos y los porcentajes foliares de NPK de las plantas aparentemente sanas y con síntomas visuales del virus del enrollamiento. Los valores de porcentajes foliares de NPK de plantas aparentemente sanas y con síntomas del virus del enrollamiento fueron sometidos a la prueba de "t".

## RESULTADOS Y DISCUSION

El test de tinción de la calosa no arrojó resultados positivos en plantas que presentaban síntomas visuales de virosis, debido a que esta técnica es muy dependiente del estado de madurez del cultivo y se aplica a tubérculos más maduros. Por su variabilidad y dependencia del estado fisiológico de la planta y de la variedad, esta prueba no tiene gran aplicación a nivel de semillero (Alvarez y Accatino, 1964; Sarasola y Rocca, 1975).

El efecto de la fertilización NPK sobre el rendimiento de papa variedad Pimpernel se presenta en el Cuadro 1. Estos resultados permiten establecer que el tratamiento completo N120 P320 K100, cuyo rendimiento equivalente es de 679,5 qq/ha, puede disminuir su rendimiento en 42,50/o al faltar el P, en 13,70/o al faltar N y en 9,60/o al faltar K. El tratamiento sin P es el que provocó una mayor disminución de rendimiento por efecto de nutrientes y presenta diferencias significativas al 10/o con todos los tratamientos, excepto con el testigo. Eso puede explicarse por el bajo contenido de P disponible en los suelos de la serie Osorno y por los altos requerimientos de P en los primeros estados de desarrollo del cultivo. Los tratamientos sin N y sin K presentan rendimientos muy similares, los cuales no fueron significativamente diferentes entre sí ni con el tratamiento de fertilización completa. Es evidente, además, que la fertilización fosfatada es imprescindible para obtener rendimientos económicos en el cultivo de la papa.

La incidencia del virus del enrollamiento de la hoja en el rendimiento de plantas de papa cosechadas individualmente en los diversos tratamientos de fertilización se presenta en el Cuadro 2. Del análisis de dicho Cuadro se desprende que las plantas afectadas por el virus y tratadas con diversas fórmulas de fertilizante, muestran una fuerte disminución de rendimiento altamente significativa según prueba de "t" al 10/o. Por otra parte, se detecta que la efectividad del fertilizante disminuye a medida que se incrementa el efecto de la virosis ya que el tratamiento completo disminuye sus rendimientos en un 55,60/o exclusivamente

CUADRO 1. EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACION NPK SOBRE EL RENDIMIENTO DE PAPA VARIEDAD PIMPERNEL

Tratamientos	Rendimiento absoluto (qq/ha)	Rendimiento relativo (‰/o)	Disminución de rendimiento ‰/o
N120 P320 K100	679,5 a <sup>1</sup>	100,0	—
N0 P320 K100	586,2 a	86,3	13,7
N120 P0 K100	390,8 b	57,5	42,5
N120 P320 K0	614,4 a	90,4	9,6
N0 P0 K0	299,6 b	44,1	54,9

<sup>1</sup> Medias con igual letra no presentan diferencias significativas entre sí según Prueba de Rango Múltiple de Duncan para P = 0,01.

CUADRO 2. RENDIMIENTO ABSOLUTO Y RELATIVO DE PLANTAS SANAS Y CON SINTOMAS VISUALES DEL VIRUS DEL ENROLLAMIENTO DE LA HOJA EN FUNCION DE LA FERTILIZACION NPK (PROMEDIO DE TRES REPETICIONES).

Tratamientos	Tipo de planta	Rendimiento absoluto de tubérculos (Kg/planta)	Rendimiento relativo (‰/o)
N120 P320 K100	Sana	2,7*	100,0
	Enferma	1,2	44,4
N0 P320 K100	Sana	2,5*	92,6
	Enferma	1,2	44,4
N120 P0 K100	Sana	1,8*	66,7
	Enferma	0,8	29,6
N120 P320 K0	Sana	2,3*	85,2
	Enferma	1,4	51,9
N0 P0 K0	Sana	1,2*	44,4
	Enferma	0,7	25,9

\*Diferencias significativas según prueba de "t" al nivel de 1‰/o.

por virosis; en cambio, el tratamiento testigo disminuye sus rendimientos en un 55,6‰/o por concepto de fertilización y sólo en un 18,5‰/o por virosis. Esto indica que existe una respuesta diferencial en rendimiento entre plantas sanas y enfermas dependiendo esta respuesta de la fertilización y siendo más agudo el efecto de la virosis en presencia de una fertilización completa que cuando no se fertiliza. Al respecto, Cubillos (1978) ha determinado que existe una fuerte interacción entre niveles de fertilización y calidad de semillas, ya que cultivares con menos de 12‰/o de plantas infectadas con PLRV son estadísticamente menos sensitivos a deficiencias de fertilizantes que aquéllos que tienen un nivel de infección cercano al 90‰/o.

Los niveles foliares de NPK en plantas sanas y con síntomas visuales de virosis para los distintos tratamientos de fertilización se presentan en el Cuadro 3. Del análisis de esos resultados se desprende que los contenidos foliares de NPK para todos los tratamientos analizados fueron significativamente superiores al nivel del 5‰/o para el caso de plantas sanas que para aquéllas con virus del enrollamiento. Estos resultados indicarían una posible interferencia del virus en los procesos de absorción y translocación del N, P y K en la planta que explicarían sus bajos niveles foliares y la baja de rendimientos en las plantas afectadas por el virus del enrollamiento, lo cual concuerda con los resultados encontrados por Hoveland, Berger y Darling (1954), Ambrosov *et al.* (1976) y

CUADRO 3. PORCENTAJES DE NPK FOLIAR EN PLANTAS SANAS Y CON SINTOMAS VISUALES DEL VIRUS DEL ENROLLAMIENTO DE LA HOJA EN FUNCION DE LA FERTILIZACION NPK (PROMEDIO DE TRES REPETICIONES)

Tratamientos	Tipo de planta	N	P	K
		(Porcentajes en base a materia seca)		
N120 P320 K100	Sana	5,09*	0,19*	5,62*
	Enferma	3,97	0,16	4,78
N0 P320 K100	Sana	4,71*	0,15*	5,25*
	Enferma	3,77	0,14	5,08
N120 P0 K100	Sana	5,46*	0,20*	5,72*
	Enferma	4,91	0,19	5,40
N120 P320 K0	Sana	4,88*	0,15*	5,38*
	Enferma	4,01	0,14	4,73
N0 P0 K0	Sana	4,33*	0,13*	5,12*
	Enferma	3,51	0,12	4,10

\*Diferencias significativas según prueba de "t" al nivel de 5%.o.

Ohms *et al.* (1977).

Es interesante destacar que las concentraciones de N, P y K fueron siempre mayores en el tratamiento sin P, tanto para las plantas sanas, como para las plantas con virus del enrollamiento. Esto no sería extraño, ya que al agregar nutrientes se produce un aumento más rápido de la materia seca que de la absorción de dichos nutrientes, fenómeno llamado "efecto de dilución" y que ocurre en suelos muy bajos en un nutriente determinado (Russel y Russel, 1954). Para el caso específico del P, el hecho que los mayores contenidos de este nutriente se manifiesten en el tratamiento sin P, podría deberse a que la deficiencia de este elemento produce una detención del crecimiento,

lo que se traduciría en una acumulación del nutriente en las hojas (Rojas, 1968).

Al examinar los resultados de los Cuadros 1 y 3 se observa una débil correlación entre rendimiento y contenido de NPK foliar lo que estaría indicando que la técnica de diagnóstico foliar, aparentemente no sería adecuada para situaciones en que el cultivo de la papa fuese afectado por virosis. Sin embargo Ohms *et al.* (1977) encontraron una correlación positiva alta ( $r = 0,99$ ) entre fosfato en pecíolos y rendimiento a tuberización temprana, al comparar plantas sanas e infectadas con el virus X de la papa.

## RESUMEN

Se estudió el efecto del virus del enrollamiento de la hoja en papa y de la fertilización NPK sobre el rendimiento y el porcentaje foliar de nutrientes, en un suelo trumao franco-arcillo-limoso (Dystrandep) de la provincia de Osorno, Chile.

El rendimiento físico máximo de tubérculos se obtuvo con la dosis de fertilización N120 P320 K100. La ausencia de P determinó la máxima disminución relativa en los rendimientos, alcanzando éste un 42%.o. En el análisis a nivel de plantas con virus del enrollamiento, la ausencia de P determinó un 70%.o de dis-

minución relativa.

Las plantas afectadas por el virus del enrollamiento disminuyeron sus rendimientos aproximadamente en un 50%.o y las plantas sanas presentaron porcentajes foliares de NPK significativamente más altos que aquéllos de plantas afectadas por el virus del enrollamiento.

Los coeficientes de correlación encontrados entre los porcentajes de NPK foliar y rendimiento de tubérculos fueron, en general, bajos.

## SUMMARY

## THE EFFECT OF POTATO LEAF ROLL VIRUS ON THE RESPONSE TO NPK FERTILIZATION

A trumao silty-clay-loam soil (Dystrandep) from Chile was selected to study the effect of the potato leaf roll virus and NPK fertilization on yield of potatoes (*Solanum tuberosum* L. cv. Pimpernel) and on foliar nutrients percentage.

The maximum physical yield of tubers was obtained with N120 P320 K100. Lack of P determined the maximum relative decrease in yield, up to 42% de-

crease: tissue analysis of leaf roll infected plants without P application showed a 70% relative decrease.

Plants with leaf roll virus decreased their yield in approximately 50%. Healthy plants showed NPK foliar percentages significantly higher than those with leaf roll virus.

Correlation coefficients found between NPK foliar percentages and tuber yields were low, in general.

## LITERATURA CITADA

- ALVAREZ A., MARIO Y ACCATINO L., PRIMO. 1964 Diversos métodos de determinación de virus de la papa. *Agricultura Técnica (Chile)* 23-24(1-2): 63-73.
- AMBROSOV, A., L. AND OTHERS. 1976 Effect of virus infection on mineral metabolism in potato plants. *Vesti Akademii Nauk BSSR, Biologichnykh Nauk* No 3:51-55 (Original no consultado; extractado de *Field Crops Abstracts* 29(11): 786. November, 1976.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1970. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 11th. ed., Washington, D.C. pp. 11-23.
- BEEMSTER, A., B. R. AND ROZENDAAL, A. 1972. Potato viruses: properties and symptoms. *In: De Bokx, J., A., ed. Viruses of potatoes and seed-potato production*. Wageningen, Holand. pp. 115-142.
- DE BOKX, J., A. 1972. Histological, citological and biochemical methods. *In: De Bokx, J., A., ed. Viruses of potatoes and seed-potato production*. Wageningen, Holand. pp. 111-114.
- BROADBENT, L., GREGORY, P. H. AND TINSLEY, T.W. 1952. The influence of planting date and manuring on the incidence of virus disease in potato crops. *The Annals of Applied Biology* 39 (4): 509-524.
- CORBETT, M.K. AND SISLER, H., D. 1964. *Plant virology*. Gainesville, Florida, University of Florida Press. 527 p.
- CUBILLOS, A. 1978. Agronomic factors limiting potato productivity in developing countries. *In: Optimizing Potato Productivity in Developing Countries*. Report of a Planning Conference International Potato Center. Lima, Perú, Dec. 4-8, 1978. pp: 76-90.
- ETCHEVERS, GLORIA GOJBERG DE. 1971. Técnicas de laboratorio de aplicación en análisis agrícolas. Chillán, Chile, Universidad de Concepción, Escuela de Agronomía, Departamento de Ciencias Básicas, 80 p. (Boletín N° 1).
- HOVELAND, C.S., BERGER, K. C. AND DARLING, H. M. 1954. The effect of mineral nutrition on the expression of potato leaf roll virus symptoms. *Soil Science Society of America, Proceeding* 18 (1): 53-55.
- MURPHY, J. AND RILEY, J.P. 1962. A modified single solution methods for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta* 27: 31-36.
- OHMS, R.E. *et al.* 1977. Comparison of nitrogen and phosphorus requirements between PVX and regular Russet Burbank potato seed stocks. *American Potato Journal* 54 (9): 425-432.
- RODRIGUEZ, JOSE. 1974. Diagnóstico foliar; principios y prácticas. Santiago, Chile, Universidad Católica, Facultad de Agronomía, Departamento de Edafología, pp. 26-73 (Publicación N° 13).
- ROJAS, OSCAR. 1968. Síntomas visuales de deficiencias nutritivas en papas, trébol rosado y alfalfa en la zona centro-sur y sur del país. Chillán, Chile, Universidad de Concepción, Escuela de Agronomía, pp.: 4-5 (Circular Informativa N° 22).
- RUSSELL, E., J. AND RUSSELL, E. WALTER. 1954. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Traducción de la octava edición inglesa por Gaspar González y González, Madrid, España. Aguilar, pp. 36-52.
- SARASOLA, ABEL A. Y ROCCA DE SARASOLA, MARIA A. 1975. *Fitopatología. Curso moderno*. Buenos Aires, Argentina, Editorial Hemisferio - Sur. Tomo 3: 104-109.
- SUIZA, INSTITUTO INTERNACIONAL DE LA POTASA. 1970. Influencia que ejerce la nutrición mineral de las plantas sobre las enfermedades parasitarias y el ataque de las plagas. CIA, corresponsal Internacional Agrícola, Suiza 11(1): s/p.