

# INVESTIGACIÓN EN CONTROL QUÍMICO DE CARBÓN DE LA PAPA EN LA IX REGIÓN

Juan Inostroza F.; Orlando Andrade V.  
INIA-CARILLANCA, Casilla 58-D, Temuco

## INTRODUCCION

A partir del año 1993, cuando INIA Carillanca inicia actividades de transferencia tecnológica en el rubro papa, en el secano costero de la IX Región, uno de los principales objetivos fue el estimular acciones, en conjunto con los agricultores y el SAG, para proteger la zona del ingreso de enfermedades cuarentenarias, situación vislumbrada por los agricultores, como una de las principales amenazas para el desarrollo del rubro.

No obstante las medidas adoptadas, en febrero de 1997, inspeccionando una cosecha de papa se detectó la presencia de deformaciones que correspondían a agallas causadas por el hongo cuarentenario *Thecaphora solani*, cuya presencia hasta ese momento, no estaba reportada para la zona Sur. Se entregó la muestra al encargado del departamento de semillas del SAG IX Región, para que la ingresara al laboratorio y así confirmar la presencia de la enfermedad.

Confirmada la presencia de carbón de la papa y basado en la escasa información sobre la enfermedad, el SAG IX Región adoptó una serie de medidas tendientes a evitar su propagación hacia otras áreas y realizó una prospección en la región para determinar su grado de distribución. Este servicio concluyó que la enfermedad estaba circunscrita sólo al área de suelos de vegas del río Imperial, entre las comunas de Carahue y Saavedra; y que su ingreso a la región debió haber ocurrido 6 a 7 años antes.

Dado el riesgo que esta enfermedad significaba para la producción de papa, INIA Carillanca con financiamiento propio, de la Municipalidad de Carahue y de Mc Cain Chile, en la temporada 1998, inició una evaluación preliminar de productos fumigantes aplicados al suelo para el control de la enfermedad. Posteriormente, con el apoyo de la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura, INIA Carillanca presentó un proyecto al FNDR Regional, para recabar información sobre el control químico de esta enfermedad.

## ANTECEDENTES GENERALES

El presente trabajo corresponde a la información generada por el estudio básico "Investigación en el control químico del carbón de la papa (*Thecaphora solani*) en la IX Región", financiado con fondos del Gobierno Regional.

Las actividades se iniciaron en diciembre del año 1999 y concluyeron en noviembre del año 2002, evaluándose por tres temporadas consecutivas, la acción de control sobre carbón de la papa de tres fumigantes aplicados al suelo.

Producto de los trabajos preliminares efectuados por INIA Carillanca, se observó que al momento de la cosecha la frecuencia de aparición de la enfermedad era muy baja; no existiendo claridad si esto se debía a una baja distribución de la enfermedad en el suelo. Por ello se decidió realizar los ensayos en macetas en las que se depositó tierra inoculada con restos de agallas y esporas de carbón de la papa, asegurándose así la presencia de la enfermedad en cada maceta. Esta metodología se consideró como un paso básico antes de su aplicación en parcelas experimentales de mayor superficie y de aplicación directa al suelo. La aplicación directa al suelo, en condiciones de baja distribución de la enfermedad, "corría el riesgo" de afectar la interpretación de los resultados.

## **UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS**

Los ensayos se establecieron en un potrero bajo cuarentena por disposición del Servicio Agrícola y Ganadero, ubicado en el sector ultra Imperial, camino Carahue – Puerto Saavedra, Provincia de Cautín, IX Región de Chile. Correspondía a un suelo depositacional, franco limoso, de una profundidad mayor de 90 cm, con pendiente plana y drenaje imperfecto (CIREN-CORFO, 1989) ubicado en el sector de vegas del río Imperial.

En el potrero cuarentenado se aisló una superficie de 2.000 m<sup>2</sup> que fue cerrada y cercada con malla en su perímetro y se colocó una puerta de acceso con llave, medidas destinadas a evitar el tránsito de personas y animales.

## **EVALUACIONES REALIZADAS**

Se realizaron **ensayos de control químico en macetas**, en la cual durante las tres temporadas de estudio, se efectuó la aplicación de tres fumigantes al suelo y un **ensayo de control químico directo al suelo**, en el cual durante la última temporada se evaluó la acción de control de tres fumigantes aplicados directamente a un suelo infectado con carbón de la papa.

Para evaluar la presencia de carbón de la papa y el nivel de efectividad de control de los productos fumigantes sobre esta enfermedad, se utilizaron dos parámetros de presencia de carbón de la papa: número de agallas por planta y número de tumores en tubérculos por planta. Además, se evaluaron dos parámetros productivos, el número de tubérculos por planta y el peso de estos tubérculos.

## ENSAYOS EN MACETA

Se realizaron dos tipos de ensayos en macetas, en uno se evaluaron tres productos químicos o fumigantes aplicados al suelo (que se repitió durante los tres años de estudio) y un ensayo en que se evaluó el comportamiento de variedades comerciales de papa frente al Carbón de la papa.

El primer ensayo consistió en colocar en macetas de polietileno negro (de las usadas en viveros) 18 kg de suelo, inoculado en los primeros 7 cm. con restos de agallas y esporas de carbón de la papa y sobre los cuales se aplicaron tratamientos con los fumigantes de suelo. Las macetas fueron colocadas en una zanja de 1,0 m de largo por 60 cm de ancho y una profundidad de 50 cm; de tal forma, que las plantas se desarrollaran a nivel del suelo, evitando la acción directa del sol. Posteriormente, y después de un período de tiempo adecuado se procedió a plantar tubérculos sanos de papa.

Los tratamientos correspondieron a la aplicación de productos químicos al suelo, de acuerdo con la recomendación efectuada por el fabricante, y fueron:

- 1) **Basamid 50 g/m<sup>2</sup>**: Se aplicó en forma manual 3 gramos del producto sobre el suelo de cada maceta mezclando y sellando el suelo mediante compactación de la superficie de las macetas. Para asegurar una buena acción del producto, en forma previa y después de la aplicación se regaron las macetas.
- 2) **Metam 60 cc/m<sup>2</sup>**: Fue aplicado mediante agua de riego, incorporándose al suelo con 220 cc de agua por maceta.
- 3) **Bromuro de metilo 9,8 g/m<sup>2</sup>**: Fue aplicado a todas las macetas mediante una bombona del producto para 10 m<sup>2</sup>, las macetas fueron agrupadas sobre el suelo y se cubrieron con un film de polietileno.
- 4) **Testigo**: Macetas sin tratamiento químico.

La plantación de los tubérculos se realizó 28 días después de aplicados los tratamientos, previa aireación (mediante remoción superficial) del suelo de las macetas para eliminar residuos de los fumigantes. El manejo agronómico de las plantas en macetas era el recomendado para este cultivo.

En el ensayo se evaluaron 110, 120 y 120 plantas los años 1, 2 y 3, respectivamente (22, 30 y 30 plantas/tratamiento), utilizándose semilla certificada de la variedad Desirée, proveniente del Centro Experimental La Pampa y de la empresa SZ. La cantidad de tubérculos evaluados a la cosecha fluctuó entre 869 en la primera temporada y 1.526 en la segunda temporada, considerándose una cantidad adecuada para establecer el efecto de control de los fumigantes sobre la enfermedad.

El segundo ensayo consistió en colocar siete variedades comerciales de papa (se plantó semillas de papas sanas) en macetas de similares características que el ensayo anterior inoculadas con Carbón de la Papa pero sin tratamientos de control. De esta forma se evaluó frente a la enfermedad el comportamiento de cada variedad por dos años consecutivos.

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN MACETA

**Los tratamientos con fumigantes** determinaron una muy baja presencia de agallas de carbón de la papa, observándose solamente dos en el tratamiento con Metam sódico en la primera temporada (Cuadro 1). El tratamiento testigo presentó mayor cantidad de agallas y su presencia se observó en las tres temporadas de evaluación. Se observó algo similar en el caso de tumores desarrollados en tubérculos, siendo estos mayores respecto del número de agallas. En el tratamiento con Metam sódico se observó una menor acción de control de la enfermedad puesto que hubo tubérculos con tumores, en los tres años de evaluaciones. Por otra parte, destacó el tratamiento con Basamid, en el cual no hubo agallas ni tubérculos con tumores, seguido del tratamiento con Bromuro de metilo que presentó solo un tubérculo con tumor, en los tres años de evaluación.

Cuadro 1. Número total de agallas de *T. solani* y tumores en tubérculos totales por tratamiento, en papas establecidas en macetas inoculadas con agallas de la enfermedad y tratadas con tres fumigantes de suelo.

Tratamientos	Agallas			Tumores en Tubérculos		
	1999-2000	2000-2001	2001-2002	1999-2000	2000-2001	2001-2002
Basamid	0	0	0	0	0	0
Metam sódico	2	0	0	1	2	2
Bromuro Metilo	0	0	0	1	0	0
Testigo	3	4	11	22	97	49

Al analizar los parámetros de presencia de la enfermedad, podemos señalar que no se observó presencia de la enfermedad en estolones en las tres temporadas. Sólo se presentaron agallas en planta, generalmente libres en el suelo o adosadas a la base del tallo pero fácilmente removibles; y, tumores en tubérculos. Al comparar los resultados se observó que existe una mayor presencia de síntomas de carbón de la papa en tubérculos que formación de agallas. Es posible que por tratarse de ensayos en macetas, donde el ambiente y el desarrollo de las plantas son alterados, no se alcance a expresar en forma adecuada la formación de agallas.

Los resultados de los ensayos en macetas señalan que los tratamientos con los fumigantes determinaron plantas y tubérculos de papa con síntomas de carbón de la papa significativamente menor que el tratamiento testigo; lo que indicaría una acción de control de la enfermedad en el suelo. El mejor control lo efectuaría el tratamiento con Basamid, seguido de Bromuro de Metilo y Metam sódico (Cuadro 2).

Respecto de los parámetros productivos, el tratamiento con Bromuro de metilo condujo al mayor número y peso de tubérculos por planta, siendo el tratamiento testigo el más bajo, aun cuando no siempre condujo a diferencias significativas con el tratamiento con Basamid y Metam sódico (Cuadro 3).

Cuadro 2. Número de agallas y de tubérculos con tumores de *T. solani* por planta, en papas establecidas en macetas inoculadas con agallas de la enfermedad, tratadas con tres fumigantes de suelo. Promedio de tres años.

Tratamientos	Agallas por planta	Tubérculos con tumores por planta
Basamid	0.00	0.00
Metam sódico	0.05	0.04
Bromuro Metilo	0.00	0.02
Testigo	0.19	1.80

Cuadro 3 Número de tubérculos y peso de tubérculos promedio por planta, en papas establecidas en macetas inoculadas con agallas de la enfermedad, tratadas con tres fumigantes de suelo. Promedio de tres años.

Tratamientos	Tubérculos por planta	Peso de tubérculos por planta
Basamid	9.11	0.62
Metam sódico	9.89	0.59
Bromuro Metilo	12.72	0.70
Testigo	9.16	0.50

En relación con la evaluación en macetas de variedades comerciales de papa, se observó que no hubo diferencias significativas para el parámetro presencia de agallas por planta, aun cuando ocurrieron importantes diferencias entre ellas. Sin embargo, para el parámetro número de tubérculos con síntomas de carbón de la papa por planta, la variedad Pukará determinó un número significativamente mayor que las otras variedades, seguida de la línea R-28; mientras que las variedades Cardinal y Shepody condujeron a los valores más bajos. Los resultados se expresan como el número promedio de agallas o tubérculos con síntomas de carbón que se presentan por planta (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de carbón de la papa en siete variedades comerciales de papa, expresado como número de agallas y tubérculos con tumores de *T. solani* por planta. Promedio de dos años.

Tratamientos	Agallas por planta		Tubérculos con tumores por planta	
	2000-2001	2001-2002	2000-2001	2001-2002
Cardinal	0.0 *	0.0 *	0.13 d **	0.06 c **
Desirée	0.1	0.0	0.43 bcd	0.49 bc
Pukará	0.0	0.1	1.53 a	3.56 a
R - 28	0.2	0.5	0.80 b	0.72 b
Shepody	0.0	0.0	0.27 cd	0.00 c
Yagana	0.2	0.1	0.33 cd	0.31 bc
Asterix	0.2	0.0	0.57 bc	0.45 bc

(\*) : Valores en la columna no significativo.

(\*\*) : Valores en la columna seguido de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 0,05 según el test de Duncan.

#### ENSAYO DE APLICACIÓN DE FUMIGANTES DIRECTO AL SUELO

Después de dos temporadas de evaluación de la distribución espacial de la enfermedad en el terreno, a través de la aparición de agallas o tumores de carbón de la papa en planta o en tubérculos, se determinó que esta era homogénea y que existía suficiente presencia de la enfermedad en el suelo. De esta forma, durante la temporada 2001-2002 se realizó la aplicación directa al suelo de los productos fumigantes, en una superficie de 6 metros de ancho por 7 metros de largo (42 m<sup>2</sup>). La siembra se realizó en parcelas de 5 metros de largo por 3.75 metros de ancho, donde se plantaron 1600 tubérculos semilla de papa de la variedad Desirée (20 tubérculos por hilera), lo que equivale a una población a 53.000 plantas por hectárea. El manejo agronómico del cultivo fue el recomendado, procediéndose a evaluar al momento de la cosecha los siguientes parámetros:

- Número de plantas emergidas
- Número de agallas y de tubérculos con tumores por parcela
- Peso de los tubérculos y su distribución por calibres.

A la cosecha se evaluaron las tres hileras centrales, cosechándose 911 plantas de un total de 960 tubérculos plantados; es decir "se llegó a término con el 95% de las plantas".

## RESULTADOS

Los resultados indicaron que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a número de plantas emergidas. Sin embargo, se presentaron diferencias significativas en la presencia de la enfermedad entre el tratamiento testigo y los tratamientos con aplicación de fumigantes. En el tratamiento testigo hubo plantas y tubérculos con síntomas de la enfermedad significativamente mayores que en los tratamientos con fumigantes; destacándose Basamid y Bromuro de metilo los que permitieron el mejor control de la enfermedad (Cuadro 5).

Cuadro 5. Emergencia de plantas de papa establecidas en parcelas tratadas con tres fumigantes de suelo para el control de carbón de la papa y un testigo no tratado, en un suelo infectado.

Tratamientos	Emergencia	Agallas por parcela	Tub. con tumores por parcela
Basamid	18.8 *	0.0 c **	0.00 b **
Metam	18.9	7.8 b	0.75 b
Bromuro Metilo	19.0	0.0 c	0.0 b
Testigo	19.5	38.0 a	59.75 a

(\*) : no significativo

(\*\*) : Valores en la columna seguido de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 0,01 según el test de Duncan.

Para comparar estos resultados por parcela (cuadro 5), con los obtenidos en las macetas (cuadros 2) debe expresarse los datos como número de tubérculos con tumores o número de agallas por planta (cuadro 6). En él podemos observar que el tratamiento testigo determinó en promedio 0,6 agallas por planta y 1.01 tubérculo con carbón por planta, obteniéndose diferencias altamente significativas con los tratamientos con fumigantes. La formación de agallas en el tratamiento al suelo fue mayor que en las observadas en los tres años de evaluación en macetas, que fluctuaron entre 0,05 y 0,19 agallas por planta. Respecto de la cantidad de tubérculos con tumores por planta, los valores obtenidos en la aplicación al suelo se encuentra dentro del rango que presentaron las evaluaciones en macetas.

En los resultados del ensayo con aplicación directa al suelo y los realizados en maceta se observó un comportamiento algo similar, puesto que el número de tubérculos con tumores por planta es mayor que el número de agallas por planta; a un cuando el desarrollo de las plantas en forma artificial (macetas) afectó la formación de agallas y en menor grado, la aparición de síntomas en los tubérculos.

Cuadro 6. Análisis estadístico del número de agallas y el número de tubérculos con tumores de *T. Solani* por planta, en papas establecidas en parcelas tratadas con tres fumigantes de suelo para el control de carbón de la papa y un testigo no tratado, en un suelo infectado.

Tratamientos	Agallas por planta	Tubérculos con tumores por planta
Basamid	0.0 c	0.00 b
Metam sódico	0.1 b	0.02 b
Bromuro Metilo	0.0 c	0.00 b
Testigo	0.6 a	1.01 a

(\*) : Valores en la columna seguido de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 0,01 según el test de Duncan.

Respecto al parámetro productivo, peso de tubérculos por planta, el tratamiento con Bromuro de metilo fue significativamente mayor que los otros, seguido de Basamid que se diferenció de los tratamientos con Metam sódico y el testigo, los que fueron similares entre sí. Este resultado concuerda en gran medida con el obtenido en las evaluaciones en macetas durante los tres años de estudio (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis estadístico del peso de tubérculos por planta, de papas establecidas en parcelas tratadas con tres fumigantes de suelo para el control de carbón de la papa y un testigo no tratado, en un suelo infectado.

Tratamientos	Peso de tubérculos (kg/ planta)
Basamid	0.9 b
Metam sódico	0.7 c
Bromuro Metilo	1.4 a
Testigo	0.6 c

(\*) : Valores en la columna seguido de letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 0,01 según el test de Duncan.



## CONCLUSIONES

- En las evaluaciones realizadas, la mayor presencia de síntomas de la enfermedad fue la observación de tumores en los tubérculos, en relación con la presencia de agallas por planta.
- Los tres fumigantes de suelo evaluados efectuaron un control de la enfermedad cuarentenaria *T. solani* o carbón de la papa, destacando los tratamientos con Basamid y Bromuro de Metilo.
- El tratamiento con Basamid sería la mejor alternativa para reemplazar a Bromuro de metilo como desinfectante de suelo para el control de *T. solani* o carbón de la papa.
- La evaluación de variedades comerciales de papa indicó que la presencia de síntomas de *T. solani* es diferente entre ellas, presentando la variedad Pukará y la línea R – 28 la mayor cantidad de tubérculos con tumores por planta.