

Aplicación de Hidrazida Maleica en Papa (*Solanum tuberosum* L cv. Spunta) y sus Efectos sobre el Rendimiento, la Brotación y el Nivel de Residuos en los Tubérculos¹

*Daniel O. Caldiz*², *Luis Lanfranconi*³,
*Laura V. Fernández*¹ y *Mirtha Nassetta*⁴

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de las aplicaciones de hidrazida maleica, un conocido inhibidor de la brotación en papa, sobre el rendimiento y sus componentes, la brotación y el nivel de residuos en los tubérculos destinados al consumo fresco. Las experiencias se llevaron a cabo en la localidad de Piquillín, provincia de Córdoba, Argentina (31° 20' SL, 63° 60' WL) en un lote comercial del cv. Spunta durante el cultivo tardío (febrero-junio, Hemisferio Sur). Las aplicaciones de HM (sal potásica 36%, Vendaval HM) se realizaron con una pulverizadora comercial a una dosis de 10 l/ha, con un volumen de agua de 400 l/ha. Las aplicaciones de HM no produjeron diferencias en el rendimiento ni en el número de tubérculos/m² para las distintas fracciones, en tanto que si bien la brotación de los tubérculos tratados se produjo sólo 5 días después de los testigos, el ritmo de crecimiento de los brotes fue significativamente menor. A los 114 días de la muerte del follaje los tubérculos tratados presentaban brotes < 10 mm y los testigos > 60 mm. Durante la postcosecha el nivel de residuos en los tubérculos tratados estuvo siempre por

- ¹ Trabajo subvencionado por el BID 802 OC/AR, PID: 665, SECyT, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.
- ² Instituto de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, UNLP. CC 327, 1900 La Plata, Argentina. E-mail: dacaldiz@isis.unlp.edu.ar.
- ³ Agencia de Extensión Rural, INTA Río Primero. Av. San Martín 302, 5127 Río Primero, Córdoba, Argentina.
- ⁴ CEPROCOR, Alvarez de Arenales 230, 5000 Córdoba, Argentina.

Los autores desean expresar su agradecimiento a Felipe Quattrini e Hijos S.A. por permitirnos realizar utilizar su establecimiento de Piquillín, Córdoba y a Síntesis Química por su constante apoyo durante la ejecución de este trabajo.

debajo del nivel de tolerancia de 50 ppm, aceptado por el Codex Alimentario FAO. Los residuos fluctuaron entre 10.35-18.57 ppm hasta 4 meses después de la muerte del follaje. Los resultados indican que, a la dosis y momento indicados, las aplicaciones de HM no disminuyen el rendimiento y permiten extender el período de comercialización de los tubérculos sin que el nivel de residuos supere las tolerancias exigidas.

Palabras clave adicionales: Hidrazida maleica, rendimiento, inhibición de la brotación, residuos, distribución de fotoasimilados.

Aceptado para publicación: mayo 1999.

Application of Maleic Hydrazide in Potato (*Solanum tuberosum* L cv. Spunta) and its Effects on Yield, Sprouting, and Level of Residues in Tubers

Summary

The effect of maleic hydrazide (MH) applications on yield, yield components, sprouting and MH residues in the tubers was evaluated on ware potato crops. Experiments were carried out at Piquillín, province of Córdoba, Argentina (31° 20' SL, 63° 60' WL) in commercial crops of cv. Spunta grown during the late season (February-March, Southern Hemisphere). MH was applied at 10 l/ha, (potasio salt 36%, Vendaval HM) with water volumes of 400 l/ha. MH applications did not modify tuber yield nor tuber number for the different tuber sizes. Although sprouting date was only delayed by 5 days due to MH applications, sprout growth rate was significantly reduced. More than 100 days after foliage death, sprout length was < 10 mm and > 60 mm for the MH treated and untreated tubers, respectively. During the post-harvest period MH residues in the treated tubers were always below the tolerance level of 50 ppm accepted by FAO Codex and ranged from 10.35-18.57 ppm during the 4 months period after foliage death. Results showed that, when timely and proper rates of MH are applied, tuber yield is not modified and the marketing period of the tubers with residues below the tolerance level is extended.

Additional Index Words: Maleic hydrazide, yield, sprout inhibition, residues, photoassimilate partitioning.

Introducción

En la Argentina el cultivo de papa se lleva a cabo durante todo el año calendario en distintas regiones y épocas (Caldiz y Struik, 1999), lo cual permite disponer de producto fresco en cualquier momento. A pesar de ello, diversas situaciones, como pueden ser: los mejores precios obtenidos por los tubérculos producidos en determinadas regiones, los requerimientos de los mercados externos, principalmente de los países del MERCOSUR (Mercado Común del SUR), o bien las demandas de la industria (Caldiz et al., 1999), determinan que sea necesario almacenar los tubérculos durante cierto tiempo. Durante este período y dependiendo de la duración del mismo, del estado de los tubérculos y de las temperaturas, finaliza la dormición absoluta de los tubérculos y se produce su brotación (Reust, 1986); proceso acompañado de pérdidas de peso, desdoblamiento del almidón y disminución de la calidad de los tubérculos (Van der Plas, 1987). Una de las alternativas para inhibir la brotación de los tubérculos es la aplicación de inhibidores, la cual puede llevarse a cabo durante el cultivo o luego de la cosecha (Sparenberg, 1981). La hidrazida maleica (HM) es un inhibidor de la brotación que aplicado sobre el follaje se absorbe y traslada rápidamente a los tubérculos, inhibiendo el crecimiento de los brotes por 6-8 meses (Zukel, 1957; 1963). Es ampliamente utilizado desde la década del '50, particularmente en USA y Canadá (Gichohi & Pritchard, 1995). A pesar de ello su uso en la Argentina ha resultado muy esporádico (Claver, 1953; Rodríguez, 1979), en parte por la disponibilidad de producto fresco durante todo el año y en parte por la ausencia, en muchos casos, de requisitos de los mercados externos. Actualmente y para el transporte dentro del MERCOSUR los tubérculos destinados al consumo fresco deben ser tratados con CI IPC o con HM, con un nivel de tolerancia de residuos de 50 ppm en ambos casos de acuerdo al CODEX Alimentario de la FAO (SENASA, 1999).

Basados en estos antecedentes y ante la disponibilidad sólo parcial de datos acerca del nivel de residuos en los tubérculos (Caldiz et al., 1997) se llevó a cabo una experiencia a fin de determinar los efectos de la aplicación de HM sobre el rendimiento, la inhibición de la

brotación y el nivel de residuos en los tubérculos en el período de postcosecha.

Materiales y Métodos

Las experiencias se llevaron a cabo en la localidad de Piquillín, provincia de Córdoba, Argentina (31° 20' SL, 63° 60' WL) en un lote comercial del cv. Spunta durante el cultivo tardío (febrero-junio, Hemisferio Sur). El cultivo se plantó con una máquina de cangilones de 4 surcos a 0.90 m entre surcos y se fertilizó y regó por surco, de acuerdo a lo usual para la zona. Las aplicaciones de HM (sal potásica 36%, Vendaval HM) se realizaron con una pulverizadora comercial a una dosis de 10 l/ha, con un volumen de agua de 400 l/ha y como tensioactivo se utilizó Facet al 0.05%. El tratamiento se realizó sobre parcelas de 20 surcos de 40 m de largo con 4 repeticiones y en el tratamiento testigo se asperjó agua + tensioactivo. En la Tabla 1 se presentan las fechas y días transcurridos después de la ocurrencia de determinados eventos.

Durante el cultivo las plagas y enfermedades fueron controladas de acuerdo a lo usual para la zona. La cosecha se realizó en forma manual, cosechando 10 fracciones de 1 m lineal de surco por cada repetición. Para cada muestra se determinó el número y el peso de los tubérculos en las fracciones < y > 80 g y total y los resultados se expresan como número de tubérculos/m y t/ha.

Tabla 1. *Datos del cultivo tardío llevado a cabo en Piquillín, Córdoba.*

Práctica/Observación	Duración	Fecha	Días después de plantación (DDP)
Plantación		21/02/98	---
Aplicación HM		16/05/98	84
Muerte del follaje	---	24/06/98	123
Cosecha	---	06/07/98	134
Lapso aplicación/entrega	39 días	---	---
Lapso entrega/cosecha	11 días	---	---

Brotación en condiciones controladas

Luego de la cosecha una muestra de 10 tubérculos por repetición se dispuso sobre bandejas con vermiculita en condiciones de oscuridad,

a 17 °C y 90-95 % de humedad relativa a fin de determinar el momento de brotación. El inicio de brotación se definió como el número de días transcurrido desde la muerte del follaje hasta el momento en que el 100 % de los tubérculos de la muestra presentaba brotes mayores a 1 mm de longitud (Caldiz et al., 1997). Periódicamente se midió la longitud del brote apical para cada uno de los tubérculos de la muestra.

Determinación del nivel de residuos de HM

A partir de la cosecha se realizaron muestreos periódicos para evaluar el nivel de residuos de HM en los tubérculos tratados y en el testigo. Los muestreos se realizaron sobre fracciones de surco al azar hasta completar aproximadamente 5 kg de muestra por cada tratamiento. De cada uno de estos tratamientos se tomaron de 12-20 tubérculos y un cuarto de cada uno de ellos fue molido en una multiprocesadora de alimentos hasta obtener un preparado espeso. Sobre este preparado se realizó la determinación de HM de acuerdo a la metodología propuesta por la AOAC (AOAC, 1998) por espectrofotometría Uv-visible. Las muestras se llevaron a ebullición en solución alcalina para eliminar interferencias volátiles. Una destilación posterior con Zn en presencia de N₂ arrastró hidrazina producida a partir de la HM. La hidrazina reaccionó en solución acida con p-dimetilaminobenzaldehído para formar un compuesto de color amarillo. Se preparó una solución acuosa estándar de HM en medio alcalino de 13 µg/ml, la cual se utilizó para realizar la curva de calibración, que resultó con un r: 0,968. También se realizó un ensayo de recuperación de HM, adicionando por triplicado 6,36 y 63,52 µ.g HM/g de tubérculo, respectivamente. El porcentaje de recuperación varió entre 71,32-86,36%, valores similares a los encontrados por Lane (1965).

Resultados y Discusión

Rendimiento y número de tubérculos

Las aplicaciones de HM no produjeron diferencias en el rendimiento ni en el número de tubérculos/m para las distintas fracciones (Figura 1). Resultados similares fueron encontrados por Caldiz et al. (1997, 1999) para el cv. Spunta y otros, utilizando la misma sal potásica de HM en dosis de 9-14 l/ha. Estos mismos autores encontraron que sólo se producían efectos negativos sobre el rendimiento cuando las aplicaciones se realizaban muy temprano, 8 semanas antes de la muerte del follaje; resultados similares a los de Weis et al. (1980).

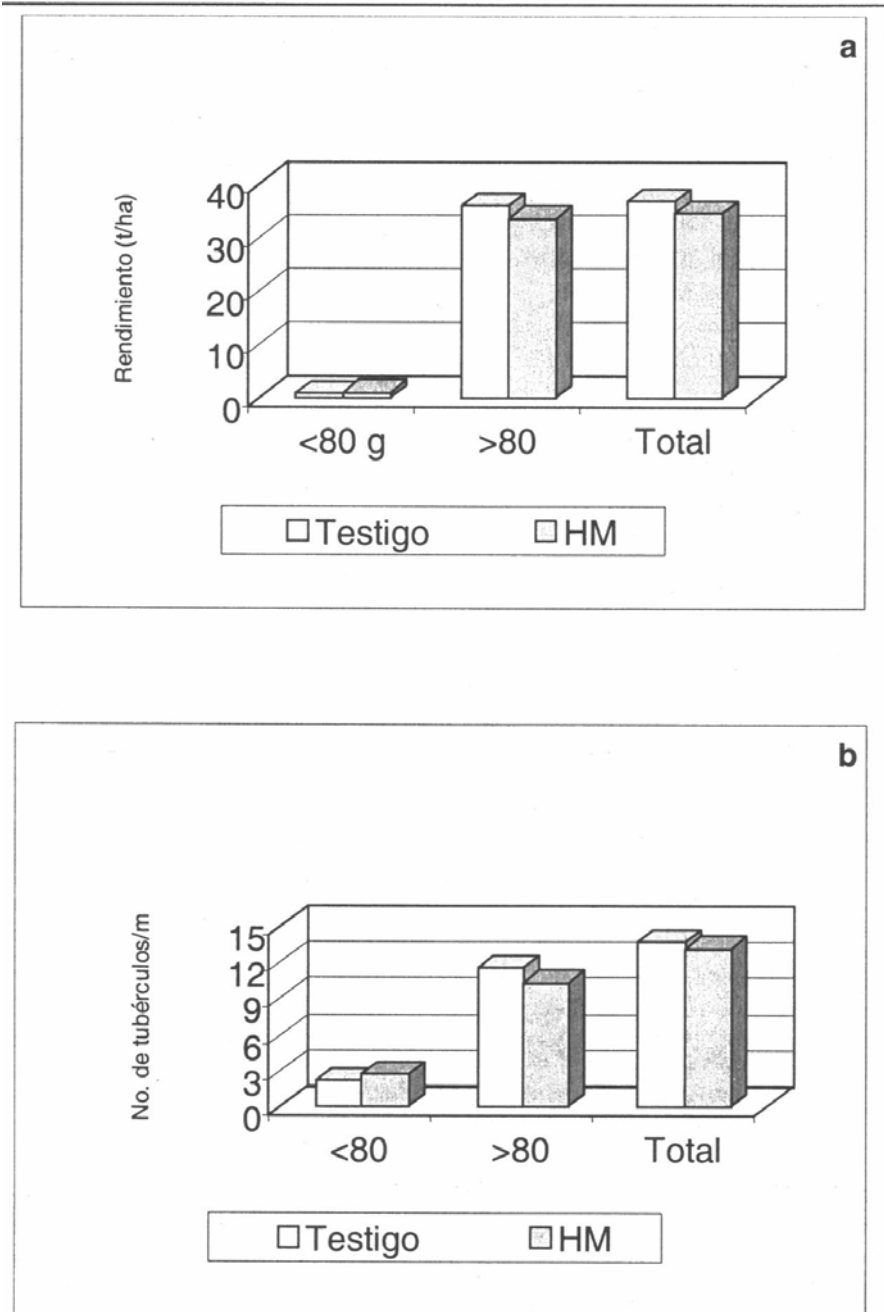


Figura 1. Efecto de la aplicación de HM sobre a) el rendimiento y b) el número de tubérculos/m en las fracciones <80 g, >80 g y total.

Brotación y crecimiento de los brotes

En postcosecha, la brotación de los tubérculos se produjo 68 y 73 días después de la muerte del follaje, para el tratamiento testigo y HM, respectivamente. Si bien no hubo diferencias significativas en el momento de inicio de la brotación, a partir de ese momento el ritmo de crecimiento de los brotes fue significativamente diferente (Figura 2). Resultados similares fueron encontrados por Caldiz et al. (1997, 1999) para éste y otros cultivares.

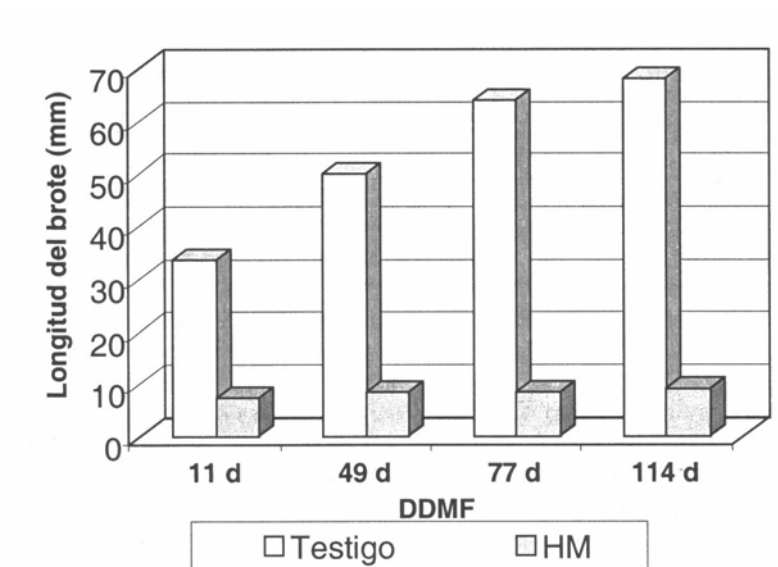


Figura 2. Efecto de HM sobre la longitud del brote apical (mm), bajo condiciones controladas (DDMF = días después de la muerte del follaje).

Como era de esperarse, el nivel de residuos en el testigo fue nulo, en tanto que para los tubérculos provenientes de los tratamientos con HM los valores estuvieron en todos los casos por debajo del nivel de tolerancia aceptado por el SENASA, IASCAV (Servicio Nacional de Sanidad, Instituto Argentino de Sanidad y Calidad de los Vegetales) de 50 ppm y por lo encontrado en trabajos anteriores con aplicaciones de HM de 12 l/ha, con niveles de residuos de 20 ppm (Caldiz et al., 1997). Los valores de residuos fluctuaron entre 10.35-18.57 ppm para el período inmediatamente posterior y hasta 4 meses después de la cosecha (Tabla 2).

Tabla 2. Nivel de residuos de HM (ppm) en los tubérculos, a partir del momento de la entrega del cultivo (DDMF).

Tratamiento	Días después de la muerte del follaje (DDMF)			
	11	49	77	114
Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00
HM	18.57	10.71	10.35	12.54

Si bien la aplicación de HM se realizó a las dosis y momentos recomendados y, a pesar de la excelente inhibición de la brotación que se produjo en condiciones controladas, en el campo se observaron algunos sectores del lote con brotación desuniforme. En estos casos, se procedió a evaluar en cada grupo de tubérculos, el residuo de HM en tubérculos tratados con HM y que presentaban brotación, con aquellos tratados sin crecimiento visible de los brotes. En estos casos los niveles de HM fueron de 3 y 35 ppm para los tubérculos brotados y sin brotar, respectivamente. Por lo tanto, de acuerdo a estos resultados, parecería haberse producido un traslado desuniforme de fotoasimilados + HM hacia los tubérculos. Quizás, si bien la aplicación se produjo correctamente, el estado fenológico del cultivo fuera más avanzado que en los trabajos llevados a cabo por Caldiz et al. (1997, 1999) donde no se observaron estas diferencias en la brotación de tubérculos provenientes de la misma planta.

Estos resultados sugieren que para estas condiciones de cultivo probablemente se puedan realizar aplicaciones más tempranas de HM o bien utilizar dosis mayores al atrasar la aplicación. Actualmente se está conduciendo una experiencia al respecto, en el mismo cultivar.

Referencias Bibliográficas

1. AOAC. 1998. Official Methods of Analysis. AOAC Official Methods 963.24.
2. Caldiz, D.O., Fernández, L.V., Marco, F., and Clúa, A. 1997. Efectos de la hidrazida maleica sobre el rendimiento, contenido de materia seca y brotación en papa (*Solanum tuberosum* L.) destinada al consumo fresco. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata 71:163-173.
3. Caldiz, D.O. and Struik, P.C. 1999. Survey of actual potato production and possible yield constraints in Argentina. Potato Research 42: 43-63.
4. Caldiz, D.O., L.V. Fernández and M.H. Inchausti. 1999. Maleic

- hydrazide effects on tuber yield and processing quality in various potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars grown under Argentinian conditions. Food Research International (Enviado para su publicación).
5. Claver, F.K., 1953. Inhibición de la brotación de tubérculos de papa por pulverizaciones de las plantas con hidrazida maleica. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 29: 207-217.
 6. Gichohi, E.G. and M.K. Prithcard. 1995. Storage temperature and maleic hydrazide effects on sprouting, sugars and fry color of Shepody potatoes. *American Potato Journal* 72: 737-747.
 7. SENASA. 1999. Información Técnica SENASA, TCM N° 29 y 30, 2 p.
 8. Lane, J.R. 1965. *Journal AOAC* 48: 744.
 9. Reust, W. 1986. Definitions of terms. *Potato Research* 29: 268-269.
 10. Rodríguez, J.V. 1979. Efecto de la hidrazida maleica sobre las pérdidas post-cosecha y la calidad de papa conservada en distintos sistemas de almacenaje. Tesis Ing. Agr., Facultad de Ciencias Agrarias, UN Mar del Plata, Balcarce.
 11. Sparenberg, H. 1981. The treatment of potato tubers with sprout inhibitors. *International Potato Course on Potato Production. International Agricultural Center, Wageningen*: 137-143.
 12. Van der Plas, L.H.W. 1987. Potato tuber storage: Biochemical and physiological changes. En: *Biotechnology in Agriculture and Forestry* 3, Potato. Y.P.S. Bajaj, De. Springer-Verlag, Berlín, p. 109-135.
 13. Weis, G.G., J.A. Schoenemann and M.D. Groskopp. 1980. Influence of time of application of maleic hydrazide on the yield and quality of Russet Burbank potatoes. *American Potato Journal* 57: 197-204.
 14. Zukel, J.W. 1957. A literature summary on maleic hydrazide. United States Rubber, Naugatuck, Connecticut.
 15. Zukel, J.W. 1963. A literature summary on maleic hydrazide. United States Rubber, Naugatuck, Connecticut.