

Efectos de la hidrazida maleica sobre el rendimiento, contenido de materia seca y brotación en papa (*Solanum tuberosum* L. cv. Spunta) destinada al consumo fresco

D.O. CALDIZ, L. V. FERNÁNDEZ, F. MARCO & A. CLÚA

Instituto de Fisiología Vegetal, INFIVE, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.
CC 327, 1900 La Plata, Argentina. CONICET. E-mail: dacaldiz@isis.unlp.edu.ar

CALDIZ D.O., L. V. FERNÁNDEZ, F. MARCO & A. CLÚA. 1997. Efectos de la hidrazida maleica sobre el rendimiento, contenido de materia seca y brotación en papa (*Solanum tuberosum* L. cv. Spunta) destinada al consumo fresco. *Rev. Fac. Agron., La Plata* 102 (2): 163-173.

Dada la ausencia de información sobre el uso de hidrazida maleica (HM) en la Argentina, el objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos del momento (48 y 34 días antes de la entrega, HM1 y HM2 respectivamente) y dosis de aplicación (9 y 12 l.ha⁻¹) de HM [sal potásica de 6-hidroxi-3 (2H)-piridazinona al 36%, Vendaval HM 36 potásico, Síntesis Química, Argentina] sobre el rendimiento, el contenido de materia seca, la gravedad específica, la brotación y las mermas de peso en tubérculos de papa destinados al consumo fresco. Las experiencias se llevaron a cabo en 1995 y 1996 en Villa Dolores, Córdoba (32° S 65° W) en lotes comerciales del cv. Spunta. De los doce tratamientos realizados con HM sólo en uno de ellos se registró una disminución significativa en el rendimiento, en tanto que en el resto no hubo diferencias con el testigo o bien se produjeron incrementos en el rendimiento. El inicio de la brotación en condiciones controladas y en el campo fue significativamente retrasado por las aplicaciones de HM, al igual que el ritmo de crecimiento de los brotes. Luego de la cosecha y durante el almacenamiento, ya sea en pilas campo o en galpón, las mermas de peso totales y por brotación fueron significativamente mayores en los testigos que en los tratamientos con HM. La gravedad específica y el contenido de materia seca de los tubérculos no fueron modificados por las aplicaciones en diferentes dosis y momentos. Se concluye que a las dosis y momentos utilizados, la aplicación de HM permite extender el período de comercialización de los tubérculos sin que se produzcan disminuciones de rendimiento como consecuencia de su aplicación.

Palabras clave: Hidrazida Maleica, rendimiento, materia seca, brotación, pérdidas de peso.

CALDIZ D.O., L. V. FERNÁNDEZ, F. MARCO & A. CLÚA. 1997. Effects of maleic hydrazide on yield, dry matter content and sprouting in ware potatoes (*Solanum tuberosum* L. cv. Spunta). *Rev. Fac. Agron.,* 102 (2): 163-173.

As the available information on maleic hydrazide (MH) in Argentina is scarce, the objective of this study was to evaluate the influence of time (HM1 and HM2) and rates (9 and 12 l.ha⁻¹) of foliar applications of MH [potassium salt of 6-hydroxy-3 (2H)-pyridazinone 36%, Vendaval MH 36 potassium, Síntesis Química, Argentina], on yield, sprouting, weight losses and potato tuber quality for fresh consumption. The experiments were carried out during 1995 and 1996 at Villa Dolores, Córdoba (32° S 65° W) in commercial fields of cv. Spunta. In only one of twelve cases HM application reduced tuber yield while in other cases yield was improved or did not differ from the control. Sprouting time under controlled and field conditions was significantly delayed due to HM applications and the same was true for sprout growth. During storage, either in heaps in the field or in a barn, tuber weight losses were significantly higher in non-treated tubers than in the HM-treated ones. Tuber specific gravity and dry matter content were not modified by HM treatments, besides their values were similar to average values obtained for the same cultivar during several years. It is concluded that HM applied at the doses and time used in this work effectively inhibited sprout growth and reduced weight losses without affecting yield and dry matter content of the tubers.

Key words: Maleic Hydrazide, yield, dry matter, sprouting, weight losses.

Recibido: 12/05/97. Aceptado: 10/10/97.

INTRODUCCIÓN

En la Argentina se produce papa para consumo fresco durante todo el año calendario en diversas regiones productoras, ubicadas principalmente en las provincias de Tucumán, Córdoba, Mendoza y Buenos Aires, siendo el cv. Spunta el que ocupa la mayor área de cultivo (Caldiz & Inchausti, 1996). En determinadas situaciones, por las demandas del mercado o por las condiciones favorables del mismo, la producción es comercializada inmediatamente después de la cosecha. Pero en otros casos, ante la posibilidad de obtener mejores precios en el futuro o por la oportunidad de exportación, como ocurre con la producción tardía de Villa Dolores, Córdoba (del Caso, com. pers., 1994), los tubérculos son almacenados durante un cierto período. Durante el almacenamiento, de acuerdo a la duración del mismo, al cultivar y a las condiciones ambientales, se produce la finalización del período de dormición absoluta de los tubérculos y su consecuente brotación (Caldiz, 1989). Es posible inhibir la brotación conservando los tubérculos a 2-4°C (Burton, 1978, Furlani de Pegorin & Roby, 1983) y ausencia de luz, esto último a fin de evitar la acumulación de solanina y clorofila, responsables del *verdeado* de los tubérculos (Smith, 1968). A esta temperatura si bien se inhibe la brotación, también se provoca un desdoblamiento enzimático del almidón, con el consecuente aumento en el contenido de azúcares reductores (Van der Plas, 1987). Por este motivo los tubérculos destinados al consumo fresco deben conservarse, según el cultivar, a temperaturas de 6-12°C (Beukema & Van der Zaag, 1990). Pero a estas temperaturas la brotación no se ve disminuida, por lo tanto, en estas condiciones se hace necesario el uso de compuestos químicos inhibidores de la brotación, como el IPC o el CIIPC que se aplican sobre los tubérculos una vez cosechados (Sparenberg, 1981), o la Hidrazida Maleica (HM) que se aplica sobre el follaje, en tratamientos de pre-cosecha (Isenberg, 1954; Timm *et al.*, 1959; Weis *et al.*, 1980). La HM es utilizada comúnmente en

Canadá y USA desde la década del cincuenta (Denisen, 1953; Franklin & Thompson, 1953; Weis *et al.*, 1980; Yada *et al.*, 1991), pero en la Argentina sólo Claver (1953) y Rodríguez (1979) han evaluado sus efectos sobre la inhibición de la brotación (Claver, 1953) y las mermas post-cosecha y la calidad de los tubérculos (Rodríguez, 1979), sin determinar las consecuencias sobre el rendimiento que, en algunos casos puede verse disminuido por las aplicaciones de HM (Barnard & Warden, 1950; Bisaria & Sharma, 1975).

En virtud de estos antecedentes, el objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos del momento y dosis de aplicación de HM sobre el rendimiento, la calidad y la brotación de tubérculos de papa cv. Spunta destinados al consumo fresco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ensayos a Campo

Las experiencias se llevaron a cabo en la localidad de Villa Dolores, Córdoba (32° S 65° W), en las plantaciones de tipo tardío (febrero-junio) de 1995 y 1996. En ambas experiencias el suelo fue un Haplustol Torriorténtico, profundo y con excesivo drenaje (Soil Survey Staff, 1992). Se trabajó sobre lotes comerciales del cv. Spunta, plantado a 0,80 m entre surcos y 0,25 m entre plantas en el surco. El cultivo se llevó a cabo con riego por surco y las malezas, plagas y enfermedades se controlaron de acuerdo a lo usual para la zona. En los dos años se determinó el peso fresco de tubérculos, el número total de tubérculos y su distribución por peso y número, en 1995 en las fracciones < 80 g, 80-400 g y > 400 g y en 1996 en las fracciones < 80 g y > 80 g. Los resultados se expresan como número de tubérculos.m² y en ton.ha⁻¹.

Año 1995. Las parcelas experimentales se dispusieron sobre dos lotes con distinta fecha de plantación. El Lote 1 se plantó el 20 de febrero de 1995 (L1) y el Lote 2 el 10 de marzo

de 1995 (L2). Las parcelas constaron de 5 surcos de 10 m de longitud y se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con tres repeticiones para cada tratamiento. En cada lote se realizaron aplicaciones de HM [sal potásica de 6-hidroxi-3 (2H)-piridazinona al 36%, Vendaval HM 36 potásico, Síntesis Química, Argentina] el 8 de mayo de 1995 (HM1) y el 22 de mayo de 1995 (HM2), es decir 48 y 34 días antes de la *entrega* del cultivo, respectivamente, de acuerdo a lo propuesto por Timm *et al.* (1959) y Weis *et al.* (1980). Los tratamientos fueron: a) HM1-9 y HM2-9, aplicación de HM en dosis de 9 l.ha⁻¹; b) HM1-12 y HM2-12, aplicación de HM en dosis de 12 l.ha⁻¹ y c) T, testigo, el cultivo se asperjó con agua más tensioactivo sin aplicación de HM. En todos los casos se asperjó el follaje de las plantas utilizando una pulverizadora manual tipo mochila, con un volumen de agua promedio equivalente a 400 l.ha⁻¹. Como tensioactivo-surfactante se utilizó el nonil fenol-polietilén glicol (Tensiovac) en dosis de 0,5 ml.l⁻¹ de solución. Los cultivos se *entregaron* naturalmente el 25 de junio de 1995 y la cosecha se llevó a cabo el 19 de julio de 1995. En cada parcela se cosecharon al azar 5 fracciones de surco de 1 m lineal.

Año 1996. La plantación se llevó a cabo el 1 de marzo de 1996. Las parcelas constaron de 5 surcos de 10 m de longitud y se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro repeticiones para cada tratamiento. Se realizaron aplicaciones de HM el 8 de mayo de 1996 (HM1) y el 23 de mayo de 1996 (HM2), es decir 48 y 33 días antes de la *entrega* del cultivo, respectivamente. Los tratamientos y condiciones de aplicación fueron los mismos que en 1995. Los cultivos se *entregaron* naturalmente el 25 de junio de 1996 y la cosecha se llevó a cabo el 12 de julio de 1996 en forma similar al año 1995.

Evaluaciones en Post-Cosecha

Brotación. En cada año, luego de la cosecha, una muestra de 10 tubérculos por repeti-

ción 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. La brotación se definió como el número de días transcurridos desde la *entrega* del cultivo hasta el momento en que el 80 % de los tubérculos de la muestra presentaba brotes mayores a 1 mm de longitud. Esta modificación aumentó las exigencias de la evaluación, siendo una variante de la propuesta por Reust (1986), quien determinaba el momento de brotación cuando el 80% de los tubérculos de la muestra alcanzaba 5 mm. Periódicamente, a partir del momento de brotación, se midió la longitud del brote apical en cada uno de los tubérculos de la muestra. En 1995, sobre cuatro repeticiones de 20 kg por tratamiento, conservadas en bolsas de polipropileno de malla cerrada, en condiciones de oscuridad, a temperatura de 20°C y 60-65% de H.R., también se determinó la brotación 120 días después de la *entrega*, estableciéndose con el mismo criterio descrito anteriormente el momento del inicio de la brotación.

Mermas de Peso. En 1995 la misma muestra de 20 kg conservada en bolsas de polipropileno de malla cerrada a 20°C y 60-65% de H.R. también se utilizó para establecer las disminuciones de peso por brotación en el momento que los tratamientos con HM presentaron brotes visibles de por lo menos 1 mm.

En 1996, luego de la cosecha se dispusieron en bolsas de polipropileno de malla cerrada 50 kg de tubérculos provenientes de los distintos tratamientos, con cuatro repeticiones. Estas bolsas fueron pesadas y colocadas en *pilas a campo*, tapadas con chala de maíz. Este material fue pesado en dos oportunidades, el 31 de agosto de 1996 y el 27 de noviembre de 1996. Por otra parte, muestras con cuatro repeticiones por cada uno de los tratamientos fueron almacenadas en un *galpón* a temperatura ambiente, las cuales se evaluaron en noviembre 1996 y enero 1997, discriminando las pérdidas de peso totales y por brotación. En todos los casos las pérdi-

das de peso se expresan como porcentaje del peso inicial.

Contenido de Materia Seca de los Tubérculos. Simultáneamente a lo descrito anteriormente, una vez cosechados los tubérculos se determinó la gravedad específica pesando una muestra en aire y luego en agua, utilizando una escala que también brinda un valor correlacionado de materia seca (Institute for Storage and Processing of Agricultural Products, 1977). En 1995 las evaluaciones se realizaron en el Laboratorio de Calidad del INTA Balcarce y en 1996 en el Departamento de Calidad de McCain Argentina S.A., Balcarce.

Análisis de Residuos de HM. En 1995, aproximadamente 120 días después de la entrega del follaje, una muestra de 12 kg de tubérculos de los tratamientos Testigo y de la dosis más alta de hidrazida maleica (HM1-12) fue enviada al IASCAV para analizar posibles residuos de HM en los tubérculos. Los análisis se realizaron con un límite de detección de 1 mg.kg⁻¹ (Labo-Téc N° 347/95; Análisis 1418 y 1419 del IASCAV).

Análisis Estadístico. En los dos años los datos de las distintas variables se analizaron con el programa estadístico Statgraphics mediante un análisis de varianza y la significancia entre los promedios se estableció según el test de Tukey al nivel del 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento y Número de Tubérculos

Año 1995. Las aplicaciones de HM en ambas dosis y momentos en el Lote 1, correspondiente a la plantación de febrero, produjeron aumentos significativos en el rendimiento total de tubérculos (Tabla 1). Las aplicaciones de HM en el Lote 2, plantación de marzo, no produjeron diferencias significativas en el rendimiento, si bien se observó una tendencia a

aumentar el mismo con las aplicaciones de HM2. Barnard & Warden (1950), Denisen (1953) y Bisaria & Sharma (1975) demostraron que las aplicaciones de HM producían disminuciones en el rendimiento, resultados que no coinciden con los de Franklin & Thompson (1953) y los presentados en este trabajo. Al considerar los efectos de la aplicación de HM sobre las distintas fracciones de tubérculos, sólo se produjeron aumentos significativos en los tratamientos HM1-12 en el Lote 1 para la fracción 80-400 g y en los tratamientos HM1-9 y HM1-12 en el Lote 2, para la fracción < 80 g (Tabla 1). Es poco probable que los aumentos en el rendimiento sean una consecuencia del aumento en el número de tubérculos, como normalmente ocurre en este cultivo (Moorby, 1970; Panelo *et al.*, 1982). Probablemente la aplicación de HM pudo haber modificado el patrón de distribución de fotoasimilados, tal como ocurre con la aplicación de otros inhibidores del crecimiento (Wurr, 1976). Los resultados indican que la aplicación de HM1, a los 60 días después de la plantación (DDP) en el Lote 2 aumentó la fracción de tubérculos < 80 g, sin que esto significara una disminución en el porcentaje de papa comercializable para el consumo fresco, en tanto que las aplicaciones a partir de 77 DDP (Lote 1) no produjeron estos efectos. Por otra parte, si bien luego de la aplicación de la dosis mayor de HM (HM1-12) se produjo un *enrulamiento* de las hojas, y un alargamiento de los tallos, tal como ha sido citado por otros autores (Denisen, 1953), esto no se tradujo en efectos negativos sobre el rendimiento o el contenido de materia seca de los tubérculos.

Año 1996. Se observó una disminución en el rendimiento total al aplicar HM1-9, en tanto que no hubo diferencias significativas entre el resto de los tratamientos y el testigo (Tabla 2). Este fue, sobre 12 aplicaciones realizadas en distintas dosis y momentos, el único caso donde se registró una **disminución de los rendimientos**, tal como ha sido mencionado por otros autores (Barnard & Warden, 1950; Deni-

Tabla 1. Efectos del momento (HM1-HM2) y de la dosis (9-12) de aplicación de HM en las plantaciones de febrero (L1) y marzo (L2), sobre el rendimiento y el número de tubérculos, 1995.

Effects of time (HM1-HM2) and doses (9-12) of application of maleic hydrazide in february (L1) and march (L2) plantings on yield and tuber number, 1995.

Tratamiento	Rendimiento (Mg.ha ⁻¹)				Número de tubérculos.m ⁻²			
	< 80 g	80-400 g	> 400 g	Total	< 80 g	80-400 g	> 400 g	Total
L1, Testigo	2,6a	18,2 b	5,8a	26,6 b	7,6a	9,6b	1,1a	18,2 b
L1, HM1-9	3,1a	25,4ab	5,9a	34,4a	10,8a	11,7ab	1,2a	23,7ab
L1, HM1-12	3,9a	26,1a	5,4a	35,4a	12,4a	14,3a	1,1a	27,8a
L1, HM2-9	3,4a	25,9ab	5,7a	35,0a	10,8a	13,1ab	1,1a	25,0ab
L1, HM2-12	3,1a	25,4ab	7,7a	36,2a	8,7a	12,5ab	1,5a	22,7ab
L2, Testigo	2,2 b	23,1ab	8,1a	33,4ab	6,7 b	12,2a	1,7a	20,7 b
L2, HM1-9	6,0a	21,0b	5,1a	32,1 b	19,4a	12,4a	1,1a	32,8a
L2, HM1-12	5,6a	23,9ab	3,9a	33,4ab	22,8a	13,6a	0,8a	37,2a
L2, HM2-9	1,7 b	29,5a	10,0a	41,2a	5,6 b	15,4a	2,0a	23,0 b
L2, HM2-12	2,6 b	25,2ab	8,2a	36,0ab	8,2 b	13,0a	1,6a	22,8 b

Para cada Lote (L1 y L2), los promedios de cada columna seguidos por letras en común no difieren entre sí (P < 0,05).

For each plot (L1 and L2) averages of each column followed by common letters do not differ between them (P < 0.05).

sen, 1953; Bisaria & Sharma, 1975). De todos modos, es importante destacar que en esos casos la formulación era HM dietanol amida y no HM potásica, que reemplazó a la anterior a partir de 1984 y con la cual no se han encon-

trado disminuciones consistentes en el rendimiento. Weis *et al.* (1980) utilizando la formulación potásica en los cultivares Norchip y Kennebec encontraron que, sólo cuando las aplicaciones de HM se realizaban muy tem-

Tabla 2. Efectos del momento (HM1-HM2) y de la dosis (9-12) de aplicación de HM sobre el rendimiento y el número de tubérculos, 1996.

Effects of time (HM1-HM2) and doses (9-12) of application of maleic hydrazide on yield and tuber number, 1996.

Tratamiento	Rendimiento (Mg.ha ⁻¹)			Número de tubérculos.m ⁻²		
	< 80 g	> 80 g	Total	< 80 g	> 80 g	Total
Testigo	3,20 b	29,83a	33,04a	7,73 b	14,87ab	22,60 b
HM1-9	6,59a	17,62 b	24,21 b	11,52 b	12,13 b	23,67ab
HM1-12	4,36ab	24,17a	28,53ab	13,00a	14,80ab	27,80a
HM2-9	3,45 b	27,57a	31,02a	8,00 b	15,53ab	23,53ab
HM2-12	3,09 b	28,64a	31,73a	9,53ab	16,73a	26,27ab

Los promedios de cada columna seguidos de letras en común no difieren entre sí (P < 0,05).

Averages of each column followed by common letters do not differ between them (P < 0.05).

prano en el ciclo de cultivo, era posible encontrar disminuciones de rendimiento. Por otra parte, en las experiencias de 1996 no se detectaron ni el *enrullamiento* de las hojas ni el alargamiento de los tallos, tal como había sido observado en 1995.

Evaluaciones en Post-cosecha

Brotación. La variante metodológica propuesta para evaluar la brotación cuando los tubérculos presentaban brotes de 1 mm de longitud se estableció a fin de forzar las observaciones de la misma y comprobar más fehacientemente el efecto inhibitorio de la HM. Esto a pesar de que la Norma de Identidad y Calidad de Papa del Mercosur considera que un tubérculo está brotado cuando la longitud del brote es superior a 3 mm (Cacace, com. pers., 1997) y que la metodología original propuesta por Reust (1986) establece que un tubérculo está brotado cuando la longitud del brote es de 5 mm.

Año 1995. La brotación en condiciones controladas se produjo 78 días después de la *entrega* en los testigos y entre 93 y 106 días después, para los tratamientos con HM 9 y 12 L, respectivamente (Fig. 1a). Por otra parte, si bien el inicio de la brotación entre los testigos y los tratamientos con HM sólo difirió entre 15 y 28 días, el ritmo de crecimiento de los brotes fue notablemente mayor en los testigos (Fig. 1b). Esto fue, probablemente, una consecuencia de la inhibición de la división celular y el bloqueo de diversos sistemas enzimáticos que produce la HM (Compton, 1952; Isenberg, 1954; Haskins & Chapman, 1956). Cuando los tubérculos se conservaron a 20°C en condiciones de oscuridad, la brotación de los testigos se produjo el 18 de setiembre y la de los tratamientos el 28 de octubre, esto es 85 y 125 días después de la *entrega* del follaje, respectivamente.

Año 1996. Los tubérculos del tratamiento testigo brotaron 75 días después de la *entre-*

ga del follaje, y los tratamientos con HM2-9 y 12 produjeron un retraso en el inicio de la brotación entre 7-28 días, resultados similares a los encontrados para el mismo cultivar durante 1995 (Fig. 1a y 2a). Se debe destacar el efecto de las aplicaciones de HM1-9 y 12, que retrasaron el inicio de la brotación en 120 días, respecto del testigo (Fig. 2a). Por otra parte, en este año, las aplicaciones de HM también redujeron significativamente el crecimiento de los brotes con respecto al testigo (Fig. 2b). Si bien estos efectos de la HM sobre la inhibición del crecimiento de los brotes son ampliamente conocidos, en la Argentina sólo existían evidencias parciales de su efecto en los cvs. Katahdin (Claver, 1953), Kennebec y Spunta (Rodríguez, 1979). Por otra parte, en estos trabajos sólo se consideraba la brotación bajo distintas condiciones de almacenamiento y no bajo las condiciones de este ensayo, donde se estimuló el crecimiento de los brotes al colocarlos en las condiciones descritas (17°C, 90-95% de H.R. y oscuridad). La significativa reducción en el crecimiento de los brotes y la deformación de los mismos para formar *brotes en roseta* es característica de las aplicaciones de HM (Claver, 1953; Yada et al., 1991). Esta inhibición del crecimiento del brote fue muy notable en las aplicaciones de HM1-9 y 12. La longitud de los brotes a los 150 días de la *entrega* fue similar a la encontrada durante los ensayos realizados en 1995 (Fig. 1b y 2b).

Merzas de Peso

Año 1995. En este año sólo se evaluaron las pérdidas de peso por brotación, cuando los tubérculos fueron conservados a 20°C. Ciento veinte días después de la *entrega* del cultivo las merzas de peso por brotación resultaron muy superiores en el testigo que en los tubérculos provenientes de los tratamientos con HM (Fig. 3a). De todos modos, las merzas fueron menores que las encontradas por Furlani de Pegorin & Roby (1983) para el mismo cultivar, cuando lo conservaron en dis-

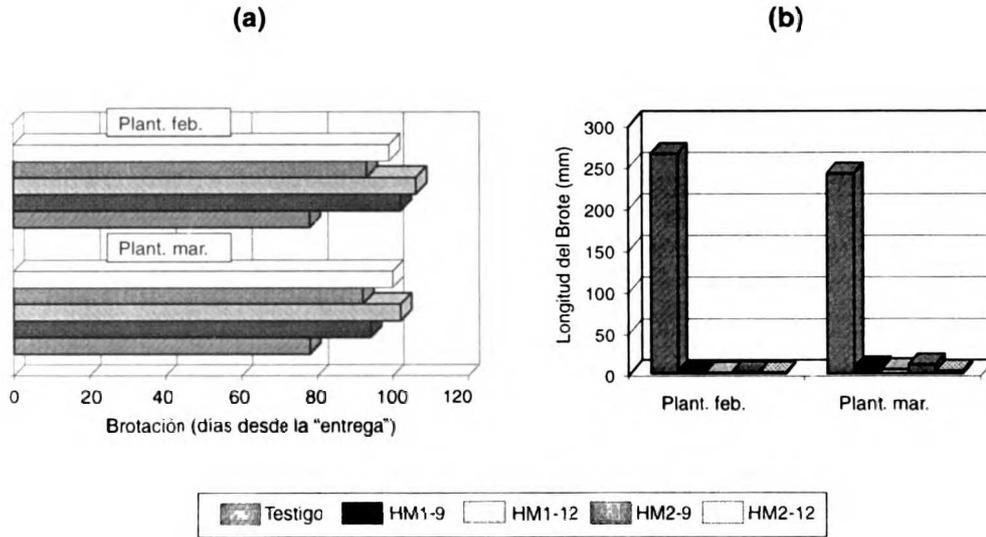


Figura 1. Efectos de las dosis y los momentos de aplicación de HM sobre (a) el momento de inicio de la brotación y (b) la longitud del brote (mm) en condiciones controladas, 120 días después de la entrega del cultivo, 1995.

Effects of HM applied at different time and rates on (a) sprouting time and (b) sprout length (mm) under controlled conditions, 120 days after haulm killing, 1995

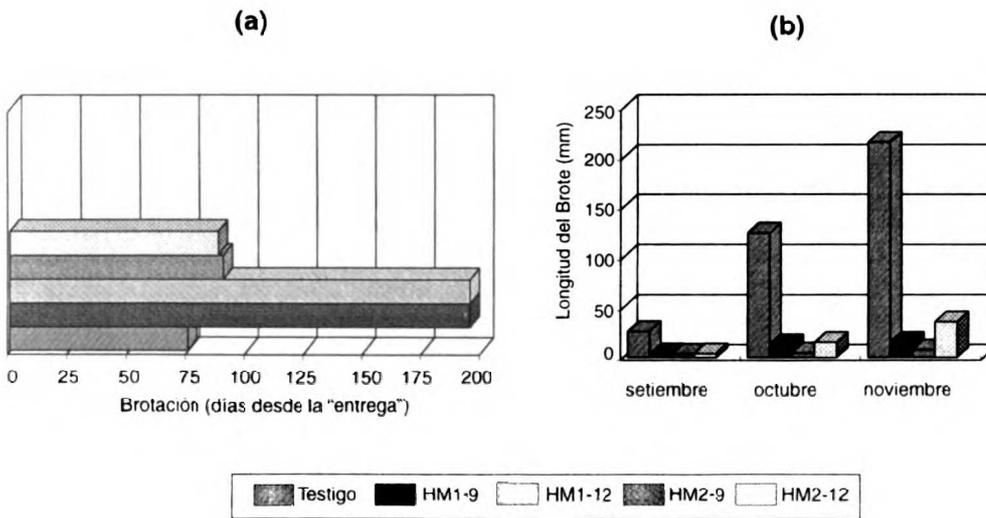


Figura 2. Efectos de las dosis y los momentos de aplicación de HM sobre (a) el momento de inicio de la brotación y (b) la longitud del brote (mm) en condiciones controladas, 1996.

Effects of HM applied at different time and rates on (a) sprouting time and (b) sprout length (mm) under controlled conditions, 1996.

tintos sistemas de almacenamiento aun a bajas temperaturas (4,5°C), si bien el período de conservación, en este último caso, fue de más de 200 días. Los resultados de estos trabajos, coinciden con los de Rodríguez (1979) y los de Yada *et al.* (1991), quienes también encontraron que las aplicaciones de HM retrasaban la brotación y disminuían las mermas en post-cosecha.

Año 1996. En los tubérculos producidos durante 1996 se evaluaron las pérdidas de peso cuando éstos fueron conservados en *pi-las a campo* en el período julio-noviembre, y cuando se conservaron en un *galpón* en el período julio 1996-enero 1997. En la conservación *a campo* las mermas fueron menores en el tratamiento HM1-12, tanto en agosto como en noviembre, en tanto que no hubo mayores diferencias entre el resto de los tratamientos (Fig. 3b). Estas diferencias se atribuyen a la mayor brotación de los tratamientos testigos, que provocan una redistribución de las sustancias de reserva del tubérculo y favorecen la evaporación (Burton, 1978). Cuando los tubérculos fueron conservados en un *galpón* a temperatura ambiente, las mermas totales no difirieron significativamente en la evaluación de noviembre, pero en enero los tratamientos HM2-9 y HM2-12 presentaron mermas menores que el resto (Fig. 3c). Cuando los tubérculos fueron almacenados en *galpón*, las mermas de peso se debieron principalmente a las causadas por brotación (Fig. 3d). En ambas evaluaciones, noviembre y enero, el porcentaje de mermas por brotación fue significativamente mayor en el testigo que en cualquiera de los tratamientos y esto coincide con lo observado en relación al crecimiento de los brotes en condiciones controladas (Fig. 2b).

Contenido de Materia Seca de los Tubérculos

En 1995, las aplicaciones de HM en diferentes momentos y dosis tampoco produjeron

modificaciones en el contenido de materia seca de los tubérculos (Tabla 3). El contenido de materia seca y la gravedad específica de los tubérculos fluctuó entre 16,64-18,32% y 1,064-1,073, respectivamente, sin que se observaran diferencias con el testigo sin tratar. Por otra parte, estos valores son coincidentes con los obtenidos por Huarte *et al.* (1992) y Cacace *et al.* (1994) en diferentes localidades del país para el mismo cultivar en el período 1985/86-1990/91. En ningún caso hubo un efecto negativo de los tratamientos sobre estas variables, resultados similares a los encontrados por Rodríguez (1979) en los cultivares Huinkul, Kennebec y Spunta.

Durante 1996, las aplicaciones de HM en diferentes dosis y momentos tampoco produ-

Tabla 3. Efectos de la aplicación de HM sobre el porcentaje de materia seca y la gravedad específica de los tubérculos en 1995 y 1996.

Effects of maleic hydrazide on tuber dry matter percentage and specific gravity, 1995 and 1996.

Tratamiento	Materia Seca (%)	Gravedad Específica
Año 1995		
L1, Testigo	17,11ab	1,068ab
L1, HM1-9	17,80a	1,070a
L1, HM1-12	16,64 b	1,064 b
L1, HM2-9	17,56a	1,069a
L1, HM2-12	17,54a	1,069a
L2, HM1-9	18,32a	1,073a
L2, HM1-12	17,98a	1,073a
L2, HM2-9	17,30a	1,070a
L2, HM2-12	16,74ab	1,067 b
Año 1996		
Testigo	16,3a	1,062a
HM1-9	16,2a	1,062a
HM1-12	16,3a	1,062a
HM2-9	16,3a	1,062a
HM2-12	16,2a	1,061a

Los promedios de cada columna, para cada año, seguidos de letras en común no difieren entre sí ($P < 0.05$).

Averages for each column and year followed by common letters do not differ between them ($P < 0.05$).

ieron efectos negativos sobre la gravedad específica y el contenido de materia seca, si bien en este caso ambos valores resultaron menores que los registrados en 1995 (Tabla 3) y que los encontrados por Huarte *et al.* (1992) y

Cacace *et al.* (1994) para el mismo cultivar luego de varios años de ensayos. Esto podría atribuirse a las condiciones ambientales durante el período de cultivo, particularmente a un exceso de agua hacia el final del ciclo.

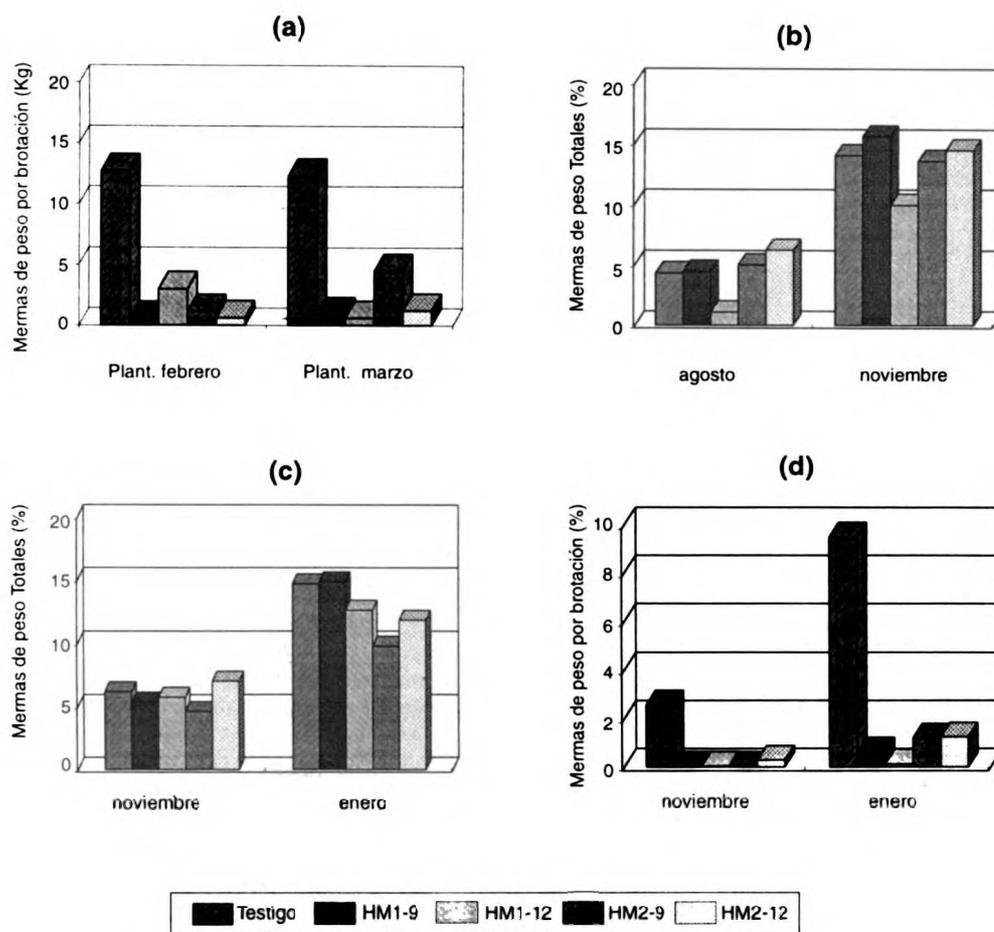


Figura 3. Efectos de la aplicación de HM en distintos momentos y dosis sobre (a) mermas de peso por brotación, 120 días después de la entrega, en tubérculos almacenados a 20°C, 1995; (b) mermas de peso totales en tubérculos almacenados en pilas a campo, 1996; (c) mermas de peso totales en tubérculos almacenados en galpón, a temperatura ambiente, 1996 y (d) mermas por brotación en tubérculos almacenados en galpón, 1996.

Effects of HM applied at different time and rates on (a) weight losses due to sprouting, 120 days after haulm killing, in tubers stored at 20°C, 1995; (b) weight losses in tubers stored in heaps in the field, 1996; (c) weight losses in tubers stored in a barn at ambient temperature, 1996 and (d) weight losses due to sprouting in tubers stored in a barn, 1996.

Residuos de HM en los Tubérculos

Los análisis realizados 120 días después de la entrega del follaje, en 1995, indicaron que el residuo de HM (HM-12L) en los tubérculos provenientes del tratamiento con la dosis mayor, estaba por debajo de la tolerancia establecida por la EPA (Environmental Protection Agency, USA) y por el IASCAV para nuestro país (Tabla 4).

Tabla 4. Residuos de HM en los tubérculos tratados con HM (HM1-12) y testigo, 1995.

Residues of maleic hydrazide in tubers treated with MH (HM1-12) and control treatment, 1995.

Tratamiento (mg.kg ⁻¹)	HM en tubérculos (mg.kg ⁻¹)	Tolerancia*
Testigo	0	50
HM1-12	20	50

* Según el IASCAV, Argentina.

* According to IASCAV, Argentina.

CONCLUSIONES

Las aplicaciones de HM a las dosis y momentos indicados en el trabajo no disminuyeron el rendimiento comercializable salvo en uno de doce casos, en tanto que se registraron aumentos en el rendimiento en cinco de los tratamientos utilizados.

Las aplicaciones de HM retrasaron el inicio de la brotación y el ritmo de crecimiento de los brotes, tanto cuando estas variables se evaluaron en condiciones controladas o en el campo. Además, redujeron significativamente las mermas de peso, al disminuir la brotación y la consecuente evaporación a través de los brotes y no modificaron el contenido de materia seca ni la gravedad específica de los tubérculos.

A las dosis y momentos evaluados el uso

de HM es una alternativa de fácil aplicación e interés para prolongar el período de comercialización de los tubérculos, sin que se produzcan disminuciones en el rendimiento ni mermas de peso durante el período post-cosecha.

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Agr. Ana M. Escarrá quien interesó a los autores para realizar este trabajo. Al Ing. Agr. Carlos del Caso por permitirnos realizar estos trabajos en su establecimiento de Villa Dolores, Córdoba y al personal de campo por la ayuda brindada. Al Ing. Agr. Alejandro Oliver de Síntesis Química, por su colaboración durante 1995 y a la Srta. Mariana Nomdedeu y al Sr. Andrés Massigoge por su colaboración en las determinaciones de brotación en condiciones controladas y evaluación de las mermas de peso durante 1995 y 1996. El Sr. F. Marco fue Pasante de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales durante los años 1995/96.

Este trabajo fue financiado por Síntesis Química S.A.I.C. y la SECyt, PNT-SID 0665 (BID 802 OC/AR). Durante 1996 Mc Cain Argentina S.A. contribuyó llevando a cabo las determinaciones de materia seca y gravedad específica en su Laboratorio de Calidad de Balcarce.

Los autores desean agradecer a los evaluadores de la Revista sus valiosos comentarios y sugerencias que han sido consideradas en la preparación de la versión final del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Barnard, E.E. & R.L. Warden. 1950. The effects of maleic hydrazide on various vegetable crops. North Central Weed Control Conference. pp. 145.
- Beukema, H.P. & D.E. van der Zaag. 1990. Introduction to potato production. Pudoc. Wageningen. 208 pp.
- Bisaria, A.K. & J.K. Sharma. 1975. Influence of morphactin, maleic hydrazide and cycocel on

- yield and post-harvest qualities of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Current Science* 44: 899-900.
- Burton, W.G.** 1978. The physics and physiology of storage. En: *The Potato Crop*, P.M. Harris. Ed. Chapman and Hall, London. pp. 545-606.
- Cacace, J.E., M.A. Huarte & M.C. Monti.** 1994. Evaluation of potato cooking quality in Argentina. *American Potato Journal* 71: 145-153.
- Caldiz, D.O.** 1989. Fisiología de los tubérculos de papa semilla durante el cultivo y el almacenamiento. *Frigopap S.A., Balcarce*. 23 pp.
- Caldiz, D.O. & M.H. Inchausti.** 1996. Situación actual de la producción de papa en la Argentina. First Refresher Seminar for Alumni of the International Potato Course. Production, Storage and Seed Technology from Latin American and the Caribbean: Potato Production in Latin-America - Developments and Prospects. Havana, Cuba. 10 pp.
- 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.
- Compton, W.** 1952. The effects of maleic hydrazide on growth and cell division in *Pisum sativum*. *Bulletin Torrey Botanical Club* 79: 205-211.
- Denisen, E.L.** 1953. Response of Kennebec potatoes to maleic hydrazide. *Proceedings American Society for Horticultural Sciences* 62: 411-421.
- Franklin, E.W. & N.R. Thompson.** 1953. Some effects of maleic hydrazide on stored potatoes. *American Potato Journal* 30: 289-295.
- Furlani de Pegorin, M. R. & H.R. Roby.** 1983. Conservación frigorífica de papas. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Cuyo* 23: 65-83
- Haskins, F.A. & H.W. Chapman.** 1956. Effects of irradiation, maleic hydrazide, temperature and age on enzyme activity in seedlings of corn. *Physiologia Plantarum* 9: 356-363.
- Huarte, M., J.E. Cacace, Silvia Capezio, I. Butzonich, J. Mantecón & A. Escande.** 1992. Frital INTA. II Taller de Evaluación y Planificación de Prioridades de Investigación en Papa. Unidad Integrada Balcarce, Balcarce. pp. 4-8.
- Institute for Storage and Processing of Agricultural Products.** 1977. Methods of assessment for potato and potatoes products. *European Association for Potato Research, Wageningen*. 55 pp.
- Isenberg, F.M.R.** 1954. The effect of maleic hydrazide on plants. Abstract Ph.D. Thesis, University Microfilms, Ann Arbor, Michigan. pp. 407-409.
- Moorby, J.** 1970. The production, storage and translocation of carbohydrates in developing potato tubers. *Annals of Botany* 34: 297-308.
- Panelo, D.M., D.O. Caldiz & F.K. Claver.** 1982. La tuberización y el rendimiento de tres variedades de papa cultivadas en Miramar, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 58: 99-120.
- Reust, W.** 1986. Definitions of terms. *Potato Research* 29: 268-269.
- 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, 60 pp.
- Smith, O.** 1968. Potatoes: production, storing, processing. *Avi Publishing Co., Westport*, pp. 22-29; 344-350.
- Soil Survey Staff.** 1992. Keys to soil taxonomy, 5th edition. SMSS Technical Monograph N° 19, Blacksburg, Virginia. Pocahontas Press Inc. pp. 556.
- Sparenberg, H.** 1981. The treatment of potato tubers with sprout inhibitors. *International Potato Course on Potato Production. International Agricultural Center, Wageningen*: 137-143.
- Timm, H., J.C. Bishop & B.J. Hoyle.** 1959. Investigations with maleic hydrazide on potatoes. I. Effect of time of application and concentration upon potato performance. *American Potato Journal* 36: 115-123.
- 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, Ed. Springer-Verlag, Berlin, pp. 109-135.
- Wels, G.G., J.A. Schoenemann & 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.
- Wurr, D.C.E.** 1976. The effects of the growth-regulating compounds methyldecanoate and 2,3,5-triiodobenzoic acid on potato tuber size. *Journal Agricultural Science, Cambridge* 86: 252-255.
- Yada, R.Y., R.H. Coffin, M.K. Keenan, M. Fitts, C. Dufault & G.C.C. Tai.** 1991. The effect of maleic hydrazide (Potassium salt) on potato yield, sugar content and chip colour of Kennebec and Norchip cultivars. *American Potato Journal* 68: 705-709.