

## EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO Y DE ALGUNAS SUSTANCIAS QUIMICAS EN LA INTERRUPCION DEL REPOSO DE TUBERCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) cv. ATZIMBA <sup>1</sup>/<sub>\*</sub>

Carlos M. Chinchilla\*\*

### ABSTRACT

Effect of storage temperature and of some chemical treatments on the reduction of the resting period of potato tubers. Potato tubers of the Atzimba cultivar were treated with five chemical substances and stored at three temperatures (9.0, 15.5, and 22.5 C). Treatments were done by immersion in solutions of thiourea (1 and 2%/90 min), gibberellic acid (1, 2, 3 and 5 ppm during 30, 60 and 90 min), exposition to the vapors of carbon tetrachloride (60 and 120 ml/m<sup>3</sup>/3 days), and vertifume (a 20:80 v/v mixture of CS<sub>2</sub> and CCl<sub>4</sub> used at two doses; 75 and 150 ml/m<sup>3</sup>/3 days). The gibberellic acid in solutions of 2, 3 and 5 ppm for 30 or 60 min reduced the resting period (up to 30 days compared with the untreated controls) and suppressed the apical dominance, but sprouts were very elongated and weakly attached to the tuber. Treatments with CS<sub>2</sub> in doses of 15 and 25 ml/m<sup>3</sup> for 2 and 3 days significantly reduced the resting period and also promoted an increase in the number of sprout which were vigorous and firmly attached to the tuber. Doses of CS<sub>2</sub> higher than 25 ml/m<sup>3</sup> for more than 3 days prolonged the resting period and caused rotting. The CS<sub>2</sub> when applied to sprouted seeds stimulated an even more uniform sprouting. The temperature of storage had a marked effect on the resting period, which was the shortest at 22.5C, but the best positive interaction between temperature and chemical treatments occurred at 15.5C.

### INTRODUCCION

El tubérculo de la papa normalmente está en reposo en el momento de la cosecha, por lo cual debe almacenarse hasta que la brotación se inicie y pueda ser plantado. Esto ocasiona gastos de almacenamiento y limita la época de siembra. La siembra de tubérculos que no hayan brotado adecua-

damente produce una emergencia desuniforme y en ciertas zonas pérdida por pudriciones.

El reposo se extiende desde el momento en que cesa la elongación del estolón y se inicia la tuberización, hasta el momento en que se produce una extensión visible de las yemas (1,3). Los factores de mayor influencia en el reposo son el cultivar y la temperatura de almacenamiento (1,2) sin embargo, no siempre es posible manejar estos dos factores, por lo cual se debe recurrir al uso de tratamientos químicos para acortar el período de reposo. Algunas sustancias que han resultado útiles para este propósito son el disulfuro de carbono (CS<sub>2</sub>), tiourea, ácido giberélico, dimetil sulfóxido (DMSO), tetracloruro de carbono (CCl<sub>4</sub>) y varias otras (2, 4, 5, 6, 8).

1 Recibido para su publicación el 25 de junio de 1985.

\* Parte de la tesis de Ingeniero Agrónomo presentada a la Escuela de Fitotecnia de la Universidad de Costa Rica.

\*\* Laboratorio de Fitopatología, Universidad de Costa Rica

El desarrollo de un método práctico que permita reducir apreciablemente el período de reposo sería de gran utilidad práctica tanto para el investigador como para el agricultor. Sobre todo, es de gran valor en trabajos para determinar el grado de sanidad de los tubérculos en los cuales se necesita una brotadura rápida.

El presente trabajo tuvo como propósito buscar un método práctico para reducir el período de reposo y la dominancia apical en tubérculos de papa del cultivar Atzimba.

### MATERIALES Y METODOS

Se realizaron dos experimentos durante los meses de agosto a diciembre de 1976 en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica.

El cultivar Atzimba se utilizó debido a la alta popularidad del mismo entre los agricultores del país. Los tubérculos, con un peso promedio de 50g y con 5-6 "ojos"/tubérculo, provenían de plantaciones de aproximadamente cinco meses de edad localizadas en la provincia de Cartago (2300 msnm).

El material se lavó con una suspensión de mancozeb (Dithano M-45; 2,53 g/l) y de sulfato de estreptomycin (Agrimicín 100, 0,62 g/l) y se secó al aire.

Un grupo de tubérculos se trató un día luego de cosechados y otro se mantuvo a temperatura ambiente ( $22,5 \pm 1,5C$ ) hasta el inicio de la brotadura de aproximadamente un 80% de los tubérculos, fecha en la cual se hicieron los tratamientos.

De acuerdo a la naturaleza física de las sustancias empleadas, se hicieron tratamientos por inmersión o bien exponiendo el material a los vapores del producto en recipientes cerrados herméticamente.

En un primer experimento se hicieron aplicaciones por inmersión en ácido giberélico en dosis de 2 y 5 ppm durante 60 min y en tiourea en dosis de 1% y 2% durante 90 min.

Ambas sustancias y un testigo en agua se usaron en soluciones con y sin dimetil sulfóxido (DMSO) al 4%.

En las aplicaciones se usó el disulfuro de carbono en dos dosis (15 y 30 ml/m<sup>3</sup>/3 días) y el tetracloruro de carbono (60 y 120 ml/m<sup>3</sup>/3 días) y una mezcla de estos dos (vertifume) en la proporción 20:80 v/v que se preparó en el momento de su utilización. Las dosis de vertifume (75 y 150 ml/m<sup>3</sup>/3 días) se calcularon con base en las dosis usadas de CS<sub>2</sub>.

En un segundo experimento se usó el ácido giberélico en soluciones al 1,3 y 5 ppm con tres tiempos de exposición de 30, 60 y 90 min y el disulfuro de carbono en dosis de 15, 30 y 35 ml/m<sup>3</sup> con exposiciones durante 2, 3 y 4 días para cada dosis.

Luego de efectuados los tratamientos, las unidades experimentales (cinco tubérculos) se distribuyeron al azar y se almacenaron a tres temperaturas (9,0; 15,5 y 22,5 C) en cajas de cartón abiertas, las cuales se colocaron dentro de bolsas plásticas con un pequeño agujero con el objeto de disminuir la deshidratación de los tubérculos. En todos los experimentos se utilizó un diseño irrestrictamente al azar en un arreglo factorial con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron el tiempo de reposo y el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de los brotes. Se consideró como fin del reposo la fecha de inicio de la brotadura (2) para lo cual se hicieron observaciones cada cuatro días. Se tomó como inicio de la brotadura en una unidad experimental cuando las escamas de al menos una yema (ojo) en tres tubérculos se abría para dar inicio al crecimiento del brote (2,3). El crecimiento de los brotes se evaluó a los 25-30 días de iniciado los tratamientos contando el número de "ojos" con brotes mayores de 6 mm en longitud.

Cuadro 1. Días a la brotadura en tubérculos de papa cv. 'Atzimba' tratados con sustancias químicas para reducir el período de reposo.

Sustancia	Dosis	9,0C.	15,5C.	22,5C.
Tiourea	1%	38,5	13,0	6,5
	2%	30,5	20,0	8,0
Acido giberélico	2ppm	24,0	9,0	8,0
	5ppm	17,0	9,0	6,5
Disulfuro de carbono	15 ml/m <sup>3</sup>	30,5	10,5	8,0
	30 ml/m <sup>3</sup>	30,5	20,0	8,0
Tetracloruro de carbono	60 ml/m <sup>3</sup>	38,5	26,5	8,0
	120 ml/m <sup>3</sup>	44,0	38,5	10,5
Vertifume	75 ml/m <sup>3</sup>	41,0	30,5	10,5
	150 ml/m <sup>3</sup>	38,5	29,0	14,5
Testigo		39,0	38,5	18,0

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Efecto del ácido giberélico y la tiourea sobre el reposo.

El período de reposo de los tubérculos pudo ser reducido significativamente mediante su inmersión en soluciones de ácido giberélico y tiourea (Cuadro 1). En tubérculos tratados con ácido giberélico y almacenados a 15,5C se observó una reducción del período de reposo de hasta 30 días con respecto al testigo. En general los tratamientos mas efectivos fueron la inmersión de los tubérculos en soluciones de 3 y 5 ppm de ácido giberélico. No se observaron diferencias en el efecto de esta hormona debido a tiempos de exposición. El remojo de los tubérculos en una solución de tiourea al 2% durante 90 min también redujo el reposo en forma apreciable.

La marcada dominancia apical observada en los tratamientos con tiourea puede ser indicio de que esta sustancia tiene problemas de penetración. En general la eficiencia de los tratamientos con ambos, el ácido giberélico y la tiourea es mayor en tubérculos partidos (4, 6).

El DMSO tiene la capacidad de penetrar las membranas celulares vivas de muchos tejidos y

provoca un aumento en la absorción y translocación de algunos compuestos químicos (7). Sin embargo, cuando fué usado en combinación con el ácido giberélico y la tiourea, no se observó ninguna reducción notoria en el período de reposo con respecto a los tratamientos sin DMSO. Diferencias más notables de 8-10 días se observaron solamente entre los tratamientos testigo con y sin esta sustancia. Aparentemente el DMSO acertó por sí mismo en forma leve el reposo pero no actuó en forma sinérgica con ninguna de las otras sustancias empleadas.

### Efecto del ácido giberélico y la tiourea en la brotación.

El ácido giberélico aumentó el número total de "ojos" brotados por tubérculo y el número de yemas que se desarrollaron en cada "ojo" (Cuadro 2) lo cual indica una alteración de la dominancia apical a nivel de cada "ojo" y a nivel del tubérculo tomado en su totalidad. Los brotes formados fueron de internudos muy largos, delgados y débilmente unidos al tubérculo.

La presencia de brotes de hasta 6 cm de longitud contrastó con los desarrollados en los tratamientos testigo en donde el tamaño máximo de

Cuadro 2. Número de "ojos" brotados en tubérculos de papa cv. Atzimba tratados un día y una semana después de la cosecha con sustancias químicas para reducir el período de reposo.

Tratamiento			Temperatura de almacenamiento					
			9,0C		15,5C		22,5C	
Sustancia	Dosis	Duración	Epoca de aplicación: Días después de la cosecha.					
			1	8	1	8	1	8
Tiourea	1%	90 min.	2,4	2,1	3,6	2,5	2,7	2,1
	2%	90 min.	3,5	2,5	3,5	3,1	2,9	2,1
Acido giberélico	2 ppm	60 min.	4,2	3,1	4,9	3,7	4,1	2,9
	5 ppm	60 min.	4,4	4,3	3,9	3,3	3,8	3,1
Disulfuro de carbono	15 ml/m <sup>3</sup>	3 días.	2,7	4,9	3,5	4,7	3,2	5,7
	30 ml/m <sup>3</sup>	3 días.	2,9	1,8	3,4	2,3	3,7	5,1
Tetracloruro de carbono	60 ml/m <sup>3</sup>	3 días.	1,8	2,3	2,3	2,9	3,3	3,1
	120 ml/m <sup>3</sup>	3 días.	1,7	2,9	2,6	3,3	2,3	2,9
Testigo	—	—	1,6	2,0	2,5	2,3	2,6	2,4

brote observado fue de 2,5 cm. El desarrollo de estos brotes anormales fue más frecuente con las dosis de 5 ppm y en tubérculos almacenados a 22,5C. Este comportamiento de los brotes se produce en la mayoría de los cultivares de papa (8).

Los tubérculos tratados con tiourea se caracterizaron por presentar una dominancia apical marcada con brotes vigorosos y fuertemente unidos al mismo. La utilización del DMSO en combinación con el ácido giberélico o la tiourea no produjo ningún efecto visible en el número de brotes producidos ni en el comportamiento de los mismos.

El uso del ácido giberélico y la tiourea en tubérculos que ya habían salido del reposo no tuvo efectos visibles en el número de brotes producidos. Meyers (5, 6) observó una respuesta similar en tubérculos tratados con ácido giberélico.

#### **Efecto de la exposición a las sustancias gaseosas sobre el reposo.**

El disulfuro de carbono redujo apreciablemente el reposo y causó una brotadura más uniforme y vigorosa que las otras sustancias probadas. La reducción del período de reposo fue de aproximadamente 30 días cuando se usó en la dosis de 15 ml/m<sup>3</sup> durante 3 días en tubérculos almacenados a 15,5C (Cuadro 1). A esta temperatura se observaron las diferencias mayores entre tratamientos. En general los mejores resultados se obtuvieron con las dosis de 15 y 25 ml/m<sup>3</sup>, durante dos o tres días.

La temperatura de almacenamiento de los tubérculos, posterior a la aplicación de los tratamientos tanto gaseosos como por inmersión tuvo un marcado efecto sobre el período de reposo el cual se prolongó a las temperaturas más bajas (Cuadro 1). La modificación del reposo mediante tratamientos con temperaturas moderadamente altas es normal en la mayoría de los cultivares de papa (1, 2, 5). Los efectos beneficiosos del ácido giberélico y el disulfuro de carbono sobre el reposo y la brotadura fueron más acentuadas en tubérculos almacenados a 15,5C.

#### **Efecto de la exposición a los tratamientos gaseosos sobre la brotadura.**

El disulfuro de carbono causó una brotadura mayor y más uniforme que cualquiera de las demás sustancias empleadas tanto líquidas como gaseosas. Los brotes producidos fueron vigorosos, cortos y

fuertemente unidos al tubérculo lo cual los hace muy apropiados para resistir el manejo que se le da durante las operaciones de siembra.

La máxima producción de brotes se produjo en tubérculos tratados después de iniciada su brotura. Este comportamiento se debió en parte a un efecto tóxico del CS<sub>2</sub> sobre los brotes presentes, lo cual causó una especie de "poda química" que estimuló el crecimiento de las yemas laterales del tubérculo ya que en la mayoría de los casos el brote afectado fue el apical.

El aumento en el número de brotes, causado por el ácido giberélico y el CS<sub>2</sub> puede significar un incremento en la producción de las plantas ya que el rendimiento está en relación directa con el número de tallos producidos por área (9).

Los tubérculos tratados con CCl<sub>4</sub> mostraron una dominancia apical marcada y una brotadura desuniforme. La mezcla del CS<sub>2</sub> y el CCl<sub>4</sub> (vertifume) atrasó la brotadura en algunos casos y estimuló la producción de un menor número de brotes por tubérculo (Cuadro 2).

## **CONCLUSIONES**

Es posible reducir apreciablemente el período de reposo de los tubérculos de papa cv. Atzimba mediante la exposición de los mismos a soluciones de ácido giberélico o a los gases del disulfuro de carbono. El tratamiento también produce aumento en el número de brotes lo cual normalmente causa un incremento en los rendimientos (9). Las sustancias más efectivas fueron el ácido giberélico usado en soluciones de 3 y 5 ppm durante 30 ó 60 min y el disulfuro de carbono en dosis de 15 y 25 ml/m<sup>3</sup> durante dos o tres días.

Bajo el sistema de siembra comercial de la papa utilizado en Costa Rica la forma y consistencia que adquiere el brote bajo la influencia de ácido giberélico no es adecuada ya que se pueden dañar y desprender fácilmente. Sin embargo, el tratamiento puede ser útil cuando se desee acelerar la brotadura en tubérculos destinados a otros fines tales como la investigación.

El CS<sub>2</sub> es la sustancia más promisoriosa para su uso en forma comercial ya que redujo el período de reposo, causó una brotadura uniforme y vigorosa y su aplicación es relativamente sencilla. El CS<sub>2</sub> usado en dosis mayores de 25 ml/m<sup>3</sup> por más de tres días normalmente atrasó la brotadura y mostró fitotoxicidad particularmente en tubérculos almacenados a 15,5 y 22,5C.

## RESUMEN

Tubérculos de papa cv. Atzimba fueron tratados con cinco sustancias químicas y almacenados a tres temperaturas (9,0 C; 15,5 C y 22,5 C). Los tratamientos se hicieron por inmersión en soluciones de tiourea (1 y 2% durante 90 min) ácido giberélico (1, 2, 3 y 5 ppm, durante 30, 60 ó 90 min) o por exposición a los vapores de disulfuro de carbono (15, 30 y 35 ml/m<sup>3</sup> durante 2, 3 ó 4 días), tetracloruro de carbono (60 y 120 ml/m<sup>3</sup> durante 3 días) y vertifume (mezcla 20:80 v/v de CS<sub>2</sub> y CCl<sub>4</sub> usado a dosis de 75 y 150 ml/m<sup>3</sup> durante 3 días). El ácido giberélico y en soluciones de 2 y 5 ppm por 30 o 60 min redujo el período de reposo en aproximadamente 30 días comparado con el testigo no tratado y eliminó la dominancia apical. Los brotes formados fueron elongados y débilmente unidos al tubérculo. El CS<sub>2</sub> usado en dosis de 15 y 25 ml/m<sup>3</sup> por 2 ó 3 días redujo significativamente el reposo y promovió un incremento en el número de brotes los cuales fueron muy vigorosos y fuertemente unidos al tubérculo; en dosis mayores que 25 ml/m<sup>3</sup> por más de 3 días prolongó el reposo y causó pudrición en los tubérculos. El CS<sub>2</sub>, cuando se aplicó a tubérculos ya brotados, estimuló una brotadura más uniforme que cuando se usó en tubérculos aún en reposo. La temperatura de almacenamiento tuvo un efecto marcado en el reposo el cual se acortó considerablemente a 22,5C. Se observó a 15,5C una interacción positiva entre temperatura de almacenamiento y tratamiento químico.

## AGRADECIMIENTO

El autor expresa su agradecimiento al Ing. Ricardo Garrón y al Doctor Oscar Arias por su consejo y ayuda durante el planeamiento y desarrollo de este trabajo.

## LITERATURA CITADA

1. BURTON, G.W. The potato. 2 ed. Wageningen, H. Weenman & Tonen. N.V., 1966. 382 p.
2. BURTON, G.W. Work at the Ditton Laboratory on the dormancy and sprouting of potatoes. American Potato Journal 45:1-11. 1968.
3. CHAPMAN, H.W. Tuberization in the potato plant. Physiologia Plantarum 11 (2): 215-224. 1958.
4. DENNY, F.E. Second report on the use of chemicals for hastening the sprouting of dormant potato tubers. American Journal of Botany 13: 386-395. 1926.
5. INTERNATIONAL COURSE ON POTATO PRODUCTION. International Agriculture Centre, Wageningen, Holand, 1975. Reports of participants. Wageningen, 1975. 45 p.
6. INTERNATIONAL COURSE ON POTATO PRODUCTION. International Agriculture Centre, Wageningen, Holand, 1972. Reports of participants Wageningen, 1972. p. irr.
7. SMALE, B. C. DMSO Agricultural solvent - penetrant - carrier - antiviral agent. The Sulphur Institute Journal 5 (3). sf., sp.
8. TIMM, H., *et al.* Sprouting, plant growth and tuber production as affected by chemical treatments of white potato seed pieces. IV. Response of dormant and sprouted seed potato to giberellic acid (A G<sub>3</sub>). American Potato Journal 39(3): 107-115. 1962.
9. ZAAG, D.E. VAN DER. Potatoes and their cultivation in the Netherlands The Dutch Information Centre for Potatoes. Wageningen, 1973. 72 p.