

## EFFECTO DE TRATAMIENTOS QUIMICOS Y PERIODOS DE ALMACENAMIENTO EN LA INTERRUPCION DEL REPOSO EN TUBERCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) cv. ATZIMBA<sup>1</sup> / \*

Vivian Herrera \*\*  
Jorge Herrera \*\*\*

### ABSTRACT

Effect of chemical treatments and storing time on breaking dormancy of potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) cv. Atzimba. To recently harvested potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) cv. Atzimba were applied the following treatments: 2-chlorethanol (0,5 ml/dm<sup>3</sup>/3 days and 0,75 ml/dm<sup>3</sup>/3 days), carbon disulphide (20 ml/m<sup>3</sup>/3 days and 20 ml/m<sup>3</sup>/2 days) and gibberelic acid (3 ppm/30 min and 5 ppm/10 min). The tubers were stored for 11,22 and 33 days before sowing. Statistical differences in yield were detected: 2-chlorethanol and carbon disulphide produced significant increases in yield, while gibberelic acid did not have any effect on this variable. No significant differences were obtained among doses. Best results were obtained when tubers were stored during 11 days.

### INTRODUCCION

El reposo es un período de inactividad del tubérculo, en el cual las yemas permanecen inactivas, no hay división celular aunque las condiciones de humedad, temperatura y oxígeno en el medio sean óptimas para el crecimiento (3,8).

Champagnat, citado por Sancho (12), señala que el reposo de las yemas es una etapa de inaptitud al crecimiento, ligado a propiedades de los tejidos de las mismas, fuera de toda influencia del medio y de inhibición por otros órganos.

Burton (2) dice que el período de reposo se extiende desde el momento en que cesa la elongación del estolón y se inicia la tuberización, hasta que se produce una extensión considerable visible

de las yemas.

Los factores que inciden directamente en la duración del reposo son: el cultivar, edad de la planta, temperatura en el campo y en el almacenamiento y presencia de daños mecánicos. Durante el período de reposo, el metabolismo es bajo, y hay un equilibrio entre el ácido abscísico y las giberelinas (9).

El acortamiento del período de reposo se ve acompañado por una serie de cambios bioquímicos que se reflejan en un aumento en la cantidad de giberelinas, disminución de los niveles de ácido abscísico (11,14), división y elongación celular y activación de genes, lo cual provoca una intensa síntesis de ARN en los tubérculos (11). Ocurre también, un aumento en la tasa de respiración debido al crecimiento y diferenciación de los brotes, aunque no se sabe si ese incremento se debe a la interrupción del período de reposo, o si al momento de la elongación y división celular se activan otros sistemas de energía (11).

Burton (2), señala que la presencia de compuestos azufrados y sobre todo los que contienen grupos sulfidrilos determinan si el tubérculo está en reposo o no.

1 Recibido para su publicación el 30 de junio de 1985.

\* Parte de la tesis de Ingeniero Agrónomo presentada por el primer autor de la Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica.

\*\* Servicio Nacional de Riego y Avenamiento.

\*\*\* Centro para Investigaciones en Granos y Semillas, Universidad de Costa Rica.

Con el fin de asegurar la uniformidad en el desarrollo de los brotes y el crecimiento máximo de las plantas, es conveniente emplear sustancias capaces de interrumpir el período de reposo en la papa (14).

Para interrumpir este período se han usado sustancias tales como 2-cloroetanol, glutatión (1,13), etileno (4), disulfuro de carbono, ácido giberélico (10) y tiourea (14) entre otras (5,6).

El 2-cloroetanol permite que el crecimiento continúe, produciendo un aumento en la respiración, en la actividad de la catalasa y peroxidasa y un aumento en la concentración de sacarosa y glutatión (7,13).

Se ha encontrado que el disulfuro de carbono puede interrumpir eficazmente el período de reposo, aunque una sobredosis puede ocasionar deformaciones y pudriciones (10).

Poco después de que la giberelina pudo obtenerse comercialmente, se empezó a utilizar para acortar el reposo en tubérculos de papa, promover la brotación, romper la dominancia apical y acelerar la maduración de tubérculos en plantas provenientes de semilla tratada (14).

En Costa Rica el cultivar más utilizado por los agricultores es 'Atzimba', que ocupa más del 95% del área sembrada. Sin embargo, es relativamente poco lo que se conoce acerca de cómo acortar su período de reposo. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de varias sustancias químicas, dosis y tiempos de almacenamiento sobre el período de reposo y la producción en tubérculos de papa de dicho cultivar.

## MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se llevó a cabo en el distrito de Pacayas, en la Provincia de Cartago, a una altitud de 2000 msnm.

Se utilizó tubérculos de cultivar 'Atzimba', producidos a una altitud de 1800 msnm. La plantación se cosechó a los 140 días de edad. La selección de la semilla se hizo siguiendo el criterio de los agricultores de la zona quienes escogen tubérculos cuyo peso varía entre 50 y 60 g aproximadamente.

Se utilizó un diseño de parcelas subdivididas, con cuatro repeticiones, donde las parcelas estuvieron constituidas de la siguiente manera: la parcela grande por tres sustancias y dos testigos, uno con inmersión en agua y el otro expuesto al aire; la parcela mediana, por dos dosis diferentes que se aplicaron y la parcela pequeña la constituyó tres

diferentes períodos de almacenamiento. Esta última parcela estuvo integrada por tres surcos, cada uno con diez tubérculos.

Se hizo dos tipos de tratamientos: a) por inmersión líquida y b) por exposición gaseosa. Los tratamientos aplicados se resumen en el Cuadro 1.

Después de aplicados los tratamientos, los tubérculos se almacenaron a temperatura ambiente (que en dicha zona es de aproximadamente 17°C) en cajas de germinación, bajo condiciones de aireación y luz adecuadas para permitir una brotación uniforme y vigorosa. La semilla se asperjó con captafol, a razón de 2,5 g/l y methamidophos, en dosis de 1 ml/l, para evitar pérdidas debidas a hongos e insectos.

Después de 11 días, se hizo una evaluación del número de brotes por tubérculo, así como de la longitud de los mismos. Se realizaron tres siembras, la primera a los 11 días de aplicados los tratamientos, la segunda a los 22 y la tercera a los 33 días. Posteriormente se hizo un recuento del número de tallos por planta y se midió la altura a las mismas.

A los ciento veinte días de ciclo vegetativo se realizó la cosecha y se evaluó la producción de ocho plantas internas del surco central de cada parcela pequeña. La papa obtenida se clasificó de acuerdo a su peso en cuatro categorías, a saber, primera, aquello cuyo peso es mayor de 60 g; segunda, con peso entre 40 y 59 g; tercera con peso entre 20 y 39 g y cuarta o arreflís con peso menor de 20 g.

Cuadro 1. Sustancias, dosis y tiempo de exposición usados para interrumpir el período de reposo en la papa.

	Sustancia	Dosis y tiempos de exposición
<b>Tratamientos por exposición gaseosa</b>	2-cloroetanol 2-cloroetanol disulfuro de carbono disulfuro de carbono testigo	0,50 ml/dm <sup>3</sup> /3 días 0,75 ml/dm <sup>3</sup> /3 días 20 ml/m <sup>3</sup> /3 días 20 ml/m <sup>3</sup> /2 días aire todo el tiempo
<b>Tratamientos por inmersión</b>	ácido giberélico ácido giberélico testigo	3 ppm/30 minutos 5 ppm/10 minutos agua por 30 minutos

## RESULTADOS

De acuerdo con el análisis de varianza, para las variables número de tallos por planta, altura de

planta, número total y peso de las distintas categorías de tubérculos sólo se encontraron diferencias altamente significativas (1%) debidas al efecto de las sustancias químicas utilizadas y a los períodos de almacenamiento. Por otra parte, no se encontró diferencias significativas debido a las dosis o las interacciones.

El análisis del número de tallos por planta (Cuadro 2) mostró que los tubérculos tratados con 2-cloroetanol produjeron un promedio de 3,83 tallos por planta, lo cual fue estadísticamente diferente de los valores producidos por el ácido giberélico y el disulfuro de carbono que ocuparon los valores intermedios, mientras que los testigos produjeron el menor número de tallos.

En el Cuadro 2 se puede observar que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos con 2-cloroetanol y disulfuro de carbono, que produjeron la mayor altura de planta, mientras que los testigos ocuparon los valores intermedios. Las plantas de menor altura fueron producidas por tratamientos con ácido giberélico con un promedio de 33,93 cm por planta.

El número de tubérculos por planta también se vio afectado por las sustancias (Cuadro 2). Los tratamientos con 2-cloroetanol produjeron significativamente más tubérculos, números intermedios fueron alcanzados con ácido giberélico y disulfuro de carbono y el testigo produjo la menor cantidad de tubérculos por planta.

En el análisis del peso de los tubérculos (Cuadro 2), se detectó que el mayor peso en la categoría comercial fue producida por los tratamientos con 2-cloroetanol; con el disulfuro de carbono se encontraron valores intermedios y los resultados más bajos y significativamente diferentes a todos los demás, se detectaron en el tratamiento con ácido giberélico y en los testigos. En la categoría de segunda no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con ácido giberélico y el testigo, que produjeron los valores menores. El análisis de los tubérculos de tercera categoría mostró que los mayores pesos se obtuvieron con los tratamientos de 2-cloroetanol y ácido giberélico y que estos valores fueron significativamente diferentes a los producidos por los tratamientos con disulfuro de carbono y el testigo.

El análisis del efecto de las distintas épocas de siembra sobre las variables evaluadas (Cuadro 3) mostró que el mayor número de tallos por planta se produjo cuando los tubérculos estuvieron almacenados por 11 días. Valores significativamente menores se produjeron cuando se sembró a los 22 ó 33 días después de cosechado.

La mayor altura de planta fue obtenida con períodos de almacenamiento de 22 y 33 días, mientras que las plantas provenientes de tubérculos sembrados 11 días después de cosechados alcanzaron un tamaño significativamente menor (37,01 cm).

**Cuadro 2. Efecto de sustancias químicas para interrumpir el reposo de los tubérculos, sobre el crecimiento y rendimiento de plantas de papa.**

Sustancias	No. tallos p/planta	Altura de planta (cm)	No. tubérculos "comerciales" por planta	Peso de tubérculos kg/parcela		
				Segunda	Tercera	Comercial
Acido giberélico	3,00 b*	33,93 c	46,50 b	6,33 b	3,38 a	9,71 c
2-cloroetanol	3,83a	41,39a	54,79a	8,79a	3,75a	12,54a
Disulfuro de carbono	3,29 b	40,69a	48,37 b	7,77a	3,32ab	11,09 b
Testigos (agua y aire)	2,49 c	37,03 b	35,99 c	5,23 b	2,68 b	7,91 c

\*Los tratamientos seguidos por igual letra dentro de una misma columna son estadísticamente iguales entre ellos, según la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

En el Cuadro 3 se observa que el mayor número de tubérculos de calidad comercial se produjo cuando la siembra se realizó 11 días después de la cosecha. Significativamente menores fueron los valores cuando se sembró a los 22 y 33 días.

Los resultados obtenidos en el peso de los tubérculos (Cuadro 3) de las distintas categorías muestra que en la categoría comercial y se segunda la mayor producción se obtuvo sembrando a los 11 días. Los resultados más bajos se obtuvieron con la siembra a los 33 días, mientras que los valores intermedios y significativamente diferentes a los dos anteriores se obtuvieron a los 22 días. En la categoría de tercera se encontró que la mayor producción se obtuvo realizando la siembra a los 33 días. Los valores intermedios se produjeron cuando se sembró a los 11 días y los menores a los 22 días.

Se hizo un análisis de correlación entre el número de tallos por planta y el peso de tubérculos por parcela, encontrándose que es positiva y altamente significativa ( $r^2 = 0,66$ ) como se puede observar en la Fig. 1.

### DISCUSION

Coincidiendo con lo encontrado por Chinchilla (5), se detectó que el ácido giberélico rompe el período de reposo y la dominancia apical en los tubérculos de papa del cultivar 'Atzimba', lo cual se manifiesta en un aumento en el número de tallos respecto al testigo. Esto concuerda con lo citado por Weaver (14) quien manifiesta que la gibberelina también acelera la brotación de los tallos y la maduración de los tubérculos; sin embargo, en este

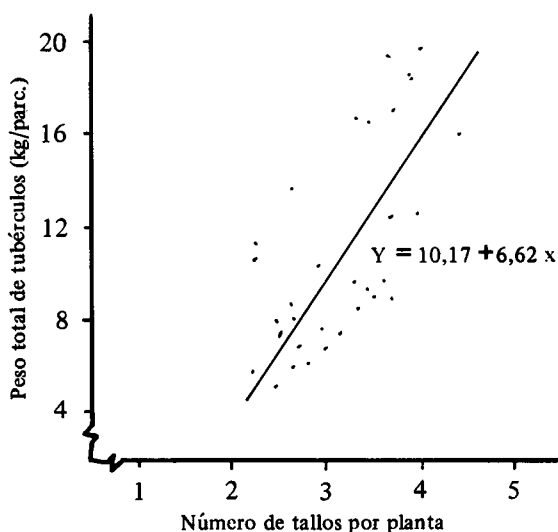


Fig. 1 Diagrama de dispersión con la correlación entre el número de tallos por planta y el peso total de tubérculos de papa.

trabajo las plantas sometidas a este tratamiento tuvieron un desarrollo aún menor que el del testigo, 45 días después de la siembra. La menor altura de las plantas se puede deber a que los brotes obtenidos con esta sustancia no son muy vigorosos, ya que se trata de brotes largos y ramificados (13), lo cual es un inconveniente para el manejo de los tubérculos durante el almacenamiento y la siembra. Aunque Bool (1) manifiesta que la aplicación de ácido giberélico incrementa el rendimiento, en este caso no se obtuvo diferencias significativas

Cuadro 3. Efecto de tres períodos de almacenamiento de tubérculos, en el crecimiento y rendimiento de plantas de papa.

Período de almacenamiento (días)	No. tallos p/planta	Altura de planta (cm)	No. tubérculos calidad comercial	Peso de tubérculos kg/parcela		
				Segunda	Tercera	Comercial
11	3,41 a	37,01 a	58,41 a	2,98 a	0,90 b	3,88 a
22	2,97 b	53,15 b	42,66 b	1,65 b	0,59 c	2,24 b
33	3,03 b	53,12 b	38,25 b	0,78 c	1,02 a	1,80 c

\*Los tratamientos seguidos por igual letra dentro de una misma columna son estadísticamente iguales entre ellos, según la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

respecto al testigo (Cuador 2), lo cual puede atribuirse, en parte a la baja capacidad de penetración de esta sustancia (6,10).

El disulfuro de carbono y el 2-cloroetanol tuvieron efectos positivos y significativos en la producción quizás debido a su condición gaseosa que facilita la penetración en los tubérculos (6). Los brotes obtenidos con estos dos tratamientos contrastan fuertemente con los obtenidos con el ácido giberélico y el testigo, ya que eran brotes más fuertes, más uniformes, más cortos y muy unidos al tubérculo, condición que hace menos arriesgado el manipuleo de la semilla, desde la cosecha hasta la siembra.

El número de tallos por planta aumentó significativamente, lo cual constituye una gran ventaja, ya que cada uno de ellos es una planta que contribuye por separado a la producción total.

El hecho de que no se encontraran diferencias significativas entre las dosis aplicadas de los distintos compuestos, se puede deber a que se trabajó con dosis muy cercanas a las mejores que encontró Chinchilla (5), cuyo trabajo fundamentó éste.

El haber encontrado que en el período de almacenamiento más corto (11 días) es el que produjo mejores resultados en las variables analizadas, parece corroborar la idea de Hutchinson (9), quien manifiesta que un período de almacenamiento mayor produce un envejecimiento fisiológico acelerado en los tubérculos, y que por tanto, disminuye el potencial de brotadura.

La correlación positiva obtenida entre el número de tallos por planta y el peso total de los tubérculos por parcela, confirma la idea de Cásseres (3), entre otros autores, quienes señalan la importancia que tiene el número de tallos por planta en la producción final.

## RESUMEN

Tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) del cultivar Atzimba recién cosechados se trataron con las siguientes sustancias: 2-cloroetanol (0,50 ml/dm<sup>3</sup>/3 días y 0,75 ml/dm<sup>3</sup>/3 días), disulfuro de carbono (20 ml/m<sup>3</sup>/3 días y 20 ml/m<sup>3</sup>/2 días) y ácido giberélico (3 ppm/30 min y 5 ppm/10 min).

Posteriormente se almacenaron durante 11, 22 y 33 días antes de sembrarlos.

Se detectaron incrementos significativos en la producción únicamente con la aplicación de 2-cloroetanol y disulfuro de carbono. El ácido giberélico no afectó esta variable.

No se detectó diferencias significativas atribuibles a las dosis utilizadas.

El análisis de los períodos de almacenamiento mostró que el período corto (11 días) fue el mejor en cuanto a producción.

## LITERATURA CITADA

1. BOOL, L. The effect of gibberelic acid on the resting potato. *Physiologia Plantarum* 14: 676-681. 1961.
2. BURTON, G. W. The potato. 2 ed. Wageningen, Wenman y Tonen, 1966. 328 p.
3. CASSERES, E. Producción de hortalizas. 3 ed. San José, Costa Rica, IICA, 1980. pp 279-308.
4. CATCHPOLE, A. H. y HILLMAN, J. R. The involvement of ethylene in the coiled sprout disorder of potato. *Annals of Applied Biology* 83: 413-423. 1976.
5. CHINCHILLA, C. M. Efecto de algunas sustancias químicas en la interrupción del reposo de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) cv. 'Atzimba'. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1979. 60 p.
6. DENNY, F. E. Second report on the use of chemicals for hastening the sprouting of dormant tubers. *American Journal of Botany* 13: 386-395. 1926.
7. DEVLIN, R. M. Fisiología vegetal. Trad. de la 2 ed. inglesa por Xavier Llimona Pagés. 3 ed. Barcelona, Omega, 1980. pp. 428-489.
8. DUTTA, T. R. y KALEY, D. M. A method for rapid breaking of dormancy in potatoes by purines. *Indian Journal of Physiology* 11: 88-94. 1968.
9. HUTCHINSON, R. W. The dormancy of seed potatoes. The effect of storage temperature. *Potato Research* 21: 267-275. 1978.
10. MEIJERS, C. P. Effect of carbon disulphide on the dormancy and sprouting of seed potatoes. *In International Course on Potato Production*. Wageningen, 1972. p. irr.
11. RYLSKI, I. *et al.* Dual effects of ethylene on potato dormancy and sprout growth. *Plant Physiology* 53: 658-662. 1974.
12. SANCHO, G. y ARIAS, O. Fisiología de los meristemas del melocotonero (*Prunus persica* (L.) Batsch) en condiciones tropicales. Efecto en algunas sustancias para modificar el reposo.

- Agronomía Costarricense 3 (2): 151-159. 1979.
13. SCHREVEN, D.A. Influence of growth substances on tuber formation. *Plant and Soil* 3(1): 76-77. 1956.
14. WEAVER, R. J. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México, Trillas, 1976. pp. 113-200.