



Efecto de la aplicación de Chlorpropham en el brotamiento de tubérculos de olluco (*Ullucus tuberosus* L.) en condiciones de almacén

Effect of application of Chlorpropham in sprouting of olluco tubers (*Ullucus tuberosus* L.) under storage

Isaac Aliaga, Frank Velásquez*, René Mendoza, Roberto Chuquilín

Facultad de ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Huancavelica, Común Era, Acobamba, Perú.

Recibido 04 abril 2011; aceptado 03 junio 2011

Resumen

Se evaluó el efecto de Chlorpropham sobre el brotamiento de tubérculos de olluco (*Ullucus tuberosum* L.) Variedad Tarmeño durante el almacenamiento a 15 °C y HR de 85 %; los tratamientos fueron 0, 5, 10, 20 y 30 mg de Chlorpropham por kg de tubérculo, en un diseño completamente al azar con 4 repeticiones. A los 60 días de almacenamiento la longitud de brotes para el testigo sin Chlorpropham fue de 9.63 cm y para los tratamientos con Chlorpropham desde 0.22 hasta 0.71 cm. A los 90 días la longitud de los brotes se mantuvieron iguales y algunos brotes empezaron a secarse, a excepción del testigo donde se incrementaron de tamaño de 15 a 20 cm. A los 90 días de almacenamiento la pérdida de peso para los tratamientos con Chlorpropham fue en promedio de 21 % y para el testigo de 37.35 %. Todos los tratamientos de Chlorpropham mostraron un menor número de brotes por tubérculo, menor longitud de brotes, menor número de tubérculos con brotes y menor pérdida de peso; con un $p < 0.05$, la prueba de Duncan mostró que no existe diferencias significativa entre los tratamientos con Chlorpropham para las variables evaluadas, pero sí diferencias significativas con el tratamiento testigo.

Palabras clave: *Ullucus tuberosum* L., Chlorpropham, brotamiento, almacenamiento.

Abstract

It was evaluated the effect of Chlorpropham on the sprouting of root's tubers vegetables (*Ullucus tuberosum* L.) Tarmeño variety during storage at 15 °C and RH of 85 %, the treatments were 0, 5, 10, 20 and 30 mg of Chlorpropham / kg of tubers, in a completely random design with 4 repetitions. After 60 days of storage the sprouts, length for the control without Chlorpropham was 9.63 cm and for the treatments with Chlorpropham from 0.22 to 0.71 cm after 90 days the length of the sprouts were kept the same and some of them began to dry up, except the control where increased in size from 15 to 20 cm. After 90 days of storage, weight loss for the treatments with Chlorpropham was averaged of 21 % and for the witness of 37.35 %. All Chlorpropham treatments showed a lower number of sprouts per tuber, lower length of buds, fewer number of tubers with sprouts and less weight loss, with a $p < 0.05$, Duncan test showed don't exist significant differences between treatments with Chlorpropham for the assessed variables, but significant differences with the control treatment.

Keywords: *Ullucus tuberosum* L., Chlorpropham, sprouting, storage.

1. Introducción

El olluco recibe diferentes nombres en el Perú. *Olluco* es la denominación más utilizada en el centro del Perú, la sierra de la Libertad y Cajamarca; *ullush* en algunas comunidades del Callejón de Conchucos;

ulluco en Huancavelica, Ayacucho y Andahuaylas, *papa lisa* o simplemente *lisa* en Abancay, Cusco y Puno; *illaco* en algunas comunidades de Puno. El olluco es la planta más importante del género *Ullucus* y de la familia *Basellaceae* a la que pertenece (López y Hermann, 2004).

* Autor para correspondencia

Email: frankervba@hotmail.com (F. Velásquez)

El olluco, como todo tubérculo, posee una alta proporción de agua. Si calculamos el contenido de los compuestos en base seca, encontramos que el olluco es una fuente importante de calorías por el alto porcentaje de carbohidratos. El contenido de proteínas varía entre 10.8 % y 15.7 % en base seca. Entre los aminoácidos encontramos valina, treonina y leucina como limitantes (López y Hermann, 2004). El contenido de vitaminas no es muy alto. El nivel de ácido ascórbico por ejemplo es la mitad del encontrado en papa. Sólo los niveles de vitamina A (3.77 mg equivalente de retinol) son mayores que en oca (1.26 mg equivalente de retinol) y papa (trazas). En cuanto a minerales en comparación con la papa, el olluco sólo es ligeramente superior en sus niveles (1.1 mg en olluco; 0.9 mg en papa) (King y Gershoff, 1987).

La edad de un tubérculo desde el momento de su iniciación o desde su cosecha se denomina edad cronológica, mientras que la edad fisiológica se refiere principalmente al proceso de desarrollo de los brotes, y depende tanto de la edad cronológica como de las condiciones ambientales (Martínez, 1987). El crecimiento de los brotes es lento a temperaturas inferiores a 5 °C. Por arriba de 5 °C un incremento de la temperatura aumenta el crecimiento de los brotes hasta una temperatura óptima para el crecimiento de alrededor de 20 °C, por encima de la cual la tasa de crecimiento disminuye. Los inhibidores de brotamiento son muy utilizados en el hemisferio norte durante el almacenamiento de papas especialmente cuando no se utiliza temperaturas bajas (4 °C) sino temperaturas sobre los 9 °C (Plisse, 1996; Prange *et al.*, 1997; Lewis *et al.*, 2001).

Entre los productos químicos empleados a escala comercial para controlar el brotamiento durante el almacenamiento prolongado de papa a temperaturas superiores a 5 °C se incluyen: MENA (ácido naftaleno - acético), tecnazeno-fusarex-TCNB (tetracloronitrobenzoceno),

propham-IPPC (isopropilfenil carbamato), Chlorpropham-CIPC (isopropilclorofenil carbamato), nonanol (trimetilhexanol) y MH (hidracina del ácido maleico); donde la hidracina del ácido maleico es la única que se utiliza para asperjar las hojas antes de la cosecha, el resto de productos químicos se usan después de la cosecha, ya sea espolvoreados sobre los tubérculos o mezclados con los tubérculos (forma granular) (Booth y Shaw, 1985).

Chlorpropham según la IUPAC es el isopropil 3-clorocarbanilato. Es utilizado como control del brotamiento durante el almacenamiento y es ampliamente utilizado en el ande, el nivel de residuo máximo es de 10 mg/kg tubérculo (Bradshaw, 2006).

Caldiz *et al.* (1999), evaluaron el efecto de las aplicaciones de hidrazida maleica (HM) sobre el rendimiento y sus componentes, la brotación y el nivel de residuos en los tubérculos destinados al consumo fresco. 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 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. 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.

Anli *et al.* (2010), investigaron el efecto de 20 mg de chlorpropham por kilogramo de tubérculos, a las temperaturas de almacenamiento de 8 y 15 °C, sobre el brotamiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Agria tubers, observando que 8 °C retrasa el brotamiento, reduce la pérdida de peso, reduce la longitud del brote y reduce el número de brotes.

Valladolid (1995) realizó una investigación de la acción de los inhibidores en brotes de olluco (*Ollucus tuberosum* Loz) variedad Tarmeño. Las sustancias inhibitoras probadas fueron CPC, TCNB e IPPC. El CPC se utilizó concentraciones de 75, 150, 225 y 300 mg/kg de tubérculo, aplicado por aspersión; el TCNB en concentraciones de 120 y 240 mg/kg de tubérculo, aplicado por espolvoreo; el IPPC en concentraciones de 100 y 200 mg/kg de tubérculo, aplicado por aspersión. Encontrando que CPC e IPPC en todas las concentraciones probadas inhiben el crecimiento de brotes en olluco, observándose una menor pérdida de peso y cantidad de tubérculos útiles, a diferencia del TCNB, que tiene poco efecto inhibitorio a medida que se prolonga el almacenamiento. En La Libertad (Concepción, Junín) se ha usado el chlorpropham (CIPC). Por cada tonelada de tubérculos se mezclan dos kilos de talco con 160 mL del inhibidor (25 % de principio activo) formulado en forma líquida. La mezcla debe ser realizada en forma homogénea hasta desaparecer todo el rastro del líquido. La mezcla final en polvo debe contener 2 % del principio activo del inhibidor (López y Hermann, 2004).

En vista de la poca información que existe en el control de brotamiento de tubérculos de olluco es que en esta investigación se plantearon los siguientes objetivos (a) evaluar el efecto de Chlorpropham en la inhibición del brotamiento de olluco (*Ollucus tuberosus* L.) y (b) determinar la concentración de Chlorpropham que permita una inhibición del brotamiento de olluco (*Ollucus tuberosus* L.).

2. Materiales y métodos

Los tubérculos de olluco (*Ollucus tuberosum* L.) variedad Tarmeño, provenientes del distrito de Paucará, provincia de Acobamba (Perú), utilizados en este experimento presentaron un peso promedio de 45 g, fueron utilizados tubérculos de olluco sin presencia de magulladuras, cortes o lesiones; luego, se procedió a colocar 15 tubérculos en recipientes adecuados donde se les adicionó Neostop (1 % Chlorpropham) hasta obtener las concentraciones de Chlorpropham a 0, 5, 10, 20 y 30 mg/kg de tubérculo de olluco, después se almacenaron a una temperatura promedio de 15 °C y HR de 85 %; a los 90 días de almacenamiento se evaluaron el número de brotes por tubérculo, longitud del brote, número de tubérculos con brotes y pérdida de peso.

Se utilizó un diseño completamente al azar con un testigo y para cada tratamiento se tomaron cuatro repeticiones, luego se realizó un análisis de varianza para probar si existen diferencias significativas entre tratamientos, luego se realizó una prueba de Duncan para determinar entre que tratamientos existe significancia.

3. Resultados y discusión

El número de ollucos con brotes fue en promedio para los tratamientos de 4.75 a 7.25 y para el tratamiento testigo (Tabla 1) fue 9.25 ; así mismo, se muestra en el Tabla 1, que el número de brotes por tubérculos fue en promedio para el tratamiento testigo de 2.75 y para los tratamientos entre 0.88 y 1.13; podemos apreciar una inhibición tanto del número de tubérculos con brotes como el número de brotes por tubérculo de los tratamientos evaluados al compararlos con el tratamiento testigo a los 60 días de almacenamiento; también, se aprecia que a los 90 días de almacenamiento, no hubo cambio en estas variables evaluadas. Respecto a la longitud de brotes (Tabla 1), para el tratamiento testigo esta longitud fue

en promedio de 9.63 cm y para los tratamientos (5, 10, 20 y 30 mg de Chlorpropham/kg de tubérculo de olluco) fue en promedio entre 0.22 y 0.71 cm, mostrándose una inhibición muy apreciable en la longitud de los tubérculos de olluco a los 60 días de almacenamiento; cabe mencionar, que a los 90 días de almacenamiento, la longitud de los brotes de los tubérculos con los tratamientos de Chlorpropham se mantuvieron a la misma longitud y algunos de empezaron a secarse (brotes) como se muestra en la Figura 1 y los brotes del tratamiento testigo se incrementaron de tamaño alrededor de 15 a 20 cm en promedio, esto concuerda con lo mencionado por Valladolid (1995), ya que, el Chlorpropham mostró inhibición del brotamiento de los tubérculos de olluco; Además, según López y Hermann (2004), los brotes en tubérculos de olluco pueden medir entre 30 y 40 cm de longitud durante 6 meses de almacenamiento, ya que una vez que empiezan a brotar el crecimiento de los brotes es muy intenso.

Tabla 1

Resultados de los variables de respuesta evaluadas para los tratamientos aplicados.

| | a | SD _a | b | SD _b | c | SD _c | d | SD _d |
|----|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|-------|-----------------|
| T1 | 9.25 | 2.21 | 2.75 | 0.50 | 9.63 | 0.94 | 37.35 | 5.50 |
| T2 | 7.25 | 2.71 | 1.13 | 0.25 | 0.71 | 0.1 | 21.67 | 1.07 |
| T3 | 6.25 | 2.50 | 1 | 0.48 | 0.62 | 0.15 | 21.42 | 1.53 |
| T4 | 5 | 0.50 | 0.88 | 0.41 | 0.37 | 0.07 | 21.17 | 0.77 |
| T5 | 4.75 | 1.50 | 0.88 | 0.25 | 0.22 | 0.05 | 19.85 | 0.61 |

T1, T2, T3, T4, T5 son el tratamiento testigo (0 mg Chlorpropham), 5, 10, 20 y 30 mg de Chlorpropham/kg de tubérculo respectivamente.

“a”, “b”, “c” son el promedio del número de tubérculos con brotes, número brotes por tubérculo y la longitud de los brotes (cm) evaluadas a los 60 días de almacenamiento.

“d” es el promedio del porcentaje de pérdida de peso evaluado a los 90 días de almacenamiento y SD (a, b, c y d) es la desviación estándar de las variables evaluadas para cada uno de los tratamientos.

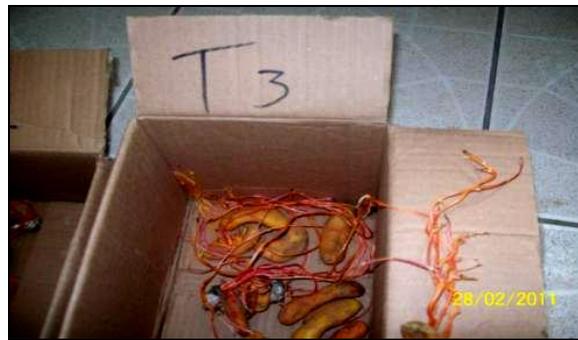
La pérdida de peso por parte de los tubérculos de olluco fue menor para los tratamientos (Tabla 1) y en promedio de estuvo de 19.85 % a 21.67 % y para el tratamiento testigo fue de 37.35 % a los 90 días de almacenamiento. López y Hermann (2004) mencionan que los tubérculos de olluco siguen respirando durante el almacenamiento y por lo tanto, puede ocurrir pérdida de materia seca (carbohidratos, proteínas, etc.). Cuando termina el periodo de reposo, los tubérculos empiezan a brotar, los olluocos brotados aumentan sus pérdidas por respiración y evaporación. Esto ha ocurrido en todos los tratamientos, incluyendo el testigo. Todos los tratamientos muestran apreciables pérdidas de peso, aunque la pérdida de peso en los tratamientos fue menor que el testigo, puesto que la longitud de los brotes, número de tubérculos con brotes y número de brotes por tubérculo de olluco fueron menores que los del tratamiento testigo, lo que ocasionó una menor pérdida por respiración y evaporación durante el almacenamiento.

Cabe mencionar que la pérdida de peso por parte de los tubérculos (tratamientos) se pudo haber afectado por la humedad relativa del ambiente de almacenamiento, ya que, según López y Hermann (2004), los tubérculos de olluco tienen entre 80 y 85 % de agua al momento de la cosecha y son susceptibles de perder agua cuando son almacenados en ambientes con baja humedad relativa, es por ello que se mantuvo una humedad relativa de alrededor de 85 %, pudiendo haber causado la pérdida excesiva; así mismo, Booth y Shaw (1985) recomiendan que para tubérculos de papa la humedad del ambiente de almacenamiento debe de estar entre 85 y 90 %, que tienen una composición similar con los tubérculos de olluco. Al comparar éstas pérdidas con las obtenidas por Anli *et al.* (2010) (pérdidas de peso de 3.02 % de papas almacenadas a 15 °C y 85 % de humedad relativa y utilizando como inhibidor de brotación 20

mg de Chlorpropham/kg de tubérculo), fueron muy altas, esto probablemente por las diferencias en composición en sólidos totales y humedad, tanto del olluco como de la papa.

Todas las concentraciones utilizadas inhibieron el brotamiento de los tubérculos durante los 90 días de almacenamiento, lo cual tiene relación a los resultados obtenidos por Valladolid (1995), ya que, empleando CIPC como inhibidor del

brotamiento durante el almacenamiento logró inhibir los brotes en olluco (*Ullucus tuberosum* L.) a concentraciones de 75 a 300 mg/kg de tubérculo. En esta experiencia las concentraciones de CIPC utilizadas fueron menores, lo cual implica que con concentraciones de 5, 10, 20 y 30 mg/kg se logró inhibir el brotamiento en esta variedad de olluco, pudiéndose encontrar menores residuos de Chlorpropham en el tubérculo.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 1. Tubérculos de olluco a los 90 días de almacenamiento: (a) testigo; (b) 0.5 g/kg; (c) 1 g/kg; (d) 2 g/kg; y (e) 3 g/kg. Las concentraciones mostradas de 0.5; 1; 2 y 3 g/kg tubérculo son de Neostop (1 % Chlorpropham), que equivalen a 5, 10, 20 y 30 mg de Chlorpropham/kg de tubérculo de olluco.

Respecto a los tratamientos de Chlorpropham 5, 10, 20 y 30 mg/kg de tubérculo, todas tuvieron una influencia significativa sobre el número de brotes por tubérculo, longitud de los brotes, tubérculos con brotes, pérdida de peso; con un $p < 0.05$, lo cual muestra el grado de significancia de los tratamientos en comparación con el tratamiento testigo; al realizar la prueba de Duncan para observar si existen diferencias significativas entre los tratamientos se observó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos para el número de brotes por tubérculo, longitud de los brotes, tubérculos con brotes, pérdida de peso, pero sí diferencias significativas entre los tratamientos y el tratamiento testigo; con lo cual se demuestra estadísticamente que los tratamientos tuvieron un efecto significativo ($p < 0.05$) en las variables evaluadas, pero no encontrándose ninguna diferencia entre los tratamientos (prueba Duncan), con lo cual podemos decir que los tratamientos tuvieron casi el mismo efecto significativo.

4. Conclusiones

Chlorpropham logró inhibir el crecimiento de los brotes de los tubérculos de ulluco durante el almacenamiento mostrándose diferencia significativa entre los tratamientos con Chlorpropham y el testigo ($p < 0.05$) en todas las variables evaluadas sin presentarse diferencias estadísticas entre los tratamientos con Chlorpropham. Las concentraciones (5, 10, 20 y 30 mg de Chlorpropham/kg de tubérculo de ulluco) tuvieron el mismo efecto sobre el brotamiento de ulluco a los 90 días de almacenamiento, por lo que sería necesario trabajar con concentraciones menores de Chlorpropham. La pérdida de peso por parte de los tubérculos para los tratamientos en promedio fue de 19.85 % a 21.67 % y 37.35 % para el tratamiento testigo a los 90 días de almacenamiento.

Referencias

- Anli, A.; Karado, A.; Tonguc, M. 2010. Baydar, h. effects of caraway (*carum carvi* L.) seed on sprouting of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers under different temperature conditions. Turkish Journal of Field Crops 15(1): 54-58.
- Booth, R.; Shaw, R. 1985. Principios de almacenamiento de papa. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur SRL, Centro internacional de la Papa. Lima-Peru, Motevideo-Uruguay.
- Bradshaw, N. 2006. Pesticide Residue Minimisation-Potatoes. Editors: Nick Bradshaw, Sue Ogilvy ADAS, Food Standards Agency-UK.
- Caldiz, D.; Lanfrancon, L.; Fernández, L.; Nasetta, M. 1999. 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 tubérculos. Revista Latinoamericana de la papa 11(1): 164-172.
- King, S.; Gershoff, S. 1987. Nutritional evaluation of three underexploited Andean tubers: *Oxalis tuberosa* (Oxalidaceae), *Ullucus tuberosus* (Basellaceae) and *Tropaeolum tuberosum* (Tropaeolaceae). Economía Botánica 41 (4): 503-511.
- Lewis, M.; Thornton, M.; Kleinkopf, M. 2001. Comercial application of sprout inhibitor, CIPC, to storage potatoes. Potato storage research. Kimberly Research and Extension Center. Kimberly, Idaho.
- López, G.; Hermann, M. 2004. El cultivo del ulluco en la sierra central del Perú. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). N° 3. Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional del centro, Instituto Vida en los Andes, Universidad Nacional Agraria La Molina, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú. 133 pp.
- Martínez, C. 1987. Aspectos Fisiológicos en el Cultivo de Papa. Programa de Papa. Universidad Agraria La Molina. Perú.
- Plissey, E. 1996. Maintaining Tuber Health During Harvest, Storage, and Post-storage Handling. In: R. C. Rowe (ed.), Potato Health Management. APS PRESS. The American Phytopathological Society. Chapter 6: pp 41-55.
- Prange, R.; Kalt, W.; Daniels-Lake, B.; Walsh, J.; Dean, P.; Coffin, R.; Page, R. 1997. Alternatives to currently used potato sprout suppressants. Conference Proceedings. Postharvest News and Information Vol. 9 (3): 37N-41N.
- Valladolid, R. 1995. Acción de inhibidores en brotes de ulluco (*Ullucus tuberosus* Loz). Tesis. Universidad Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Perú. 48 pp.