



## Inhibición del brotamiento de tubérculos de papas nativas (*Solanum sp*) durante el almacenamiento postcosecha

### *Inhibition of sprouting of native potato tubers (Solanum sp) during storage*

Frank Velásquez\*, Rene Mendoza, Isaac Aliaga

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

Recibido 12 enero 2013; aceptado 23 marzo 2013.

#### RESUMEN

Esta investigación evaluó el efecto de Chlorpropham (CIPC) sobre la longitud de los brotes y pérdida de peso de tubérculos de papas nativas de las variedades: Huayro Negro (*Solanum x chaucha*), Amarilla Tumbay (*Solanum juzepzukii*), Peruanita (*Solanum gonyocalix*), Muro Huayro (*Solanum x chaucha*) y Camotillo (*Solanum tuberosum spp.* Andígena) durante el almacenamiento a temperaturas entre 12 a 15 °C y HR de 80% en la ciudad de Acobamba-Huancavelica; los tratamientos fueron 0, 10, 20 y 30 mg de CIPC /kg de tubérculo. Se utilizó un diseño completamente al azar con 4 repeticiones. A los 120 días de almacenamiento la longitud de brotes de los tratamientos y testigo fueron desde 0.22 a 26.30 cm y las pérdidas de peso de 10.13 hasta 50.71%. Se encontró diferencia significativa  $p < 0.05$  entre de los tratamientos de las variedades evaluadas para la longitud de los brotes y % de pérdida de peso. La prueba de Duncan mostró que existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos de las variedades de papa evaluadas con el tratamiento testigo para la longitud de brotes y la pérdida de peso. Se logró inhibir la longitud de los brotes de las variedades evaluadas con las concentraciones de 20 y 30 mg kg<sup>-1</sup>, excepto la Muro Huayro donde solo se consiguió la inhibición con 30 mg kg<sup>-1</sup> de CIPC; solo se pudo reducir la pérdida de peso con los tratamientos de CIPC aplicados.

**Palabras clave:** Papas nativas, Chlorpropham, brotamiento, almacenamiento.

#### ABSTRACT

This study evaluated the effect of Chlorpropham (CIPC) over the length of sprouts and tubers weight loss of native potato varieties: Black Huayro (*Solanum x chaucha*), Yellow Tumbay (*Solanum juzepzukii*) Peruanita (*Solanum gonyocalix*) Huayro wall (*Solanum x chaucha*) and camotillo (*Solanum tuberosum spp.* andigena) during storage at temperatures between 12 to 15 °C and 80% RH in the city of Acobamba-Huancavelica treatments were 0, 10, 20 and 30 mg of CIPC / kg of tuber and. We used a completely randomized design with four replications. After 120 days of storage the sprout length and control treatments ranged from 0.22 to 26.30 cm and the weight losses from 10.13 to 50.71%. There was significant difference  $p < 0.05$  between the treatments evaluated varieties for sprout length and % weight loss. The Duncan test showed significant difference between treatment means potato varieties evaluated with the ontrol treatment for sprout length and weight loss. He was able to inhibit the length of sprouts of the varieties evaluated with concentrations of 20 and 30 mg kg<sup>-1</sup>, except where only Huayro Wall inhibition was achieved with 30 mg kg<sup>-1</sup> of CIPC, it was able to reduce weight loss CIPC treatments applied.

**Key words:** Native potatoes, Chlorpropham, sprouting, storage.

#### 1. Introducción

Las papas o patatas, se asocian a la especie descrita por Linneo como (*Solanum tuberosum*).

Sin embargo, de acuerdo con el Centro Internacional de la Papa (CIP), son ocho las especies de papa cultivadas presentes en el continente americano: *Solanum goniocalix*.

\*Autor para correspondencia.  
Email: frankervba@hotmail.com

*Solanum x juzepczukii*, *Solanum x curtilobum*, *Solanum x ajanhuiri*, *Solanum x chaucha*, *Solanum stenotomun*, *Solanum phureja* y, la ya mencionada, *Solanum tuberosum* en la que se reconocen dos subespecies (*ssp tuberosum* y la *ssp andigena*) *Solanum x juzepczukii*, *Solanum x ajanhuiri* y *Solanum x curtilobum* son papas amargas, con las cuales se hace el chuño de la región andina (Bonierbale y Amorós, 2001).

En el Perú se siembra anualmente unas 270 mil hectáreas de papa con rendimientos de 11 t/ha. Aproximadamente unas 65 mil hectáreas corresponden a las variedades nativas con rendimientos de 8 a 12 t/ha, que se siembran en pisos altitudinales entre 3 500 a 4 200 msnm, de las cuales dependen aproximadamente unas 22 mil familias. Los principales atributos de las papas nativas son su gran calidad culinaria, alto contenido de materia seca, alto contenido de antocianinas y una gran diversidad de color de pulpa de los tubérculos, variando de blanca, amarilla, roja, morada con combinaciones vistosas y únicas (Wissar, 2008). La calidad culinaria de las papas está afectada en gran medida por la variedad, condiciones culturales y ambientales durante el período de crecimiento del tubérculo, condiciones almacenamiento y métodos de procesamiento (Smith, 1969).

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 (Plissey, 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 (tetracloronitrobenzeno),

(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).

Anli *et al.* (2010) investigaron el efecto de 20 mg de CIPC/kg de tubérculos de papa, a las temperaturas de almacenamiento de 8 y 15 °C, sobre el brotamiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Agría tubers, observando que 8 °C retrasa el brotamiento, reduce la pérdida de peso, reduce la longitud del brote y reduce el número de brotes. Similares resultados obtuvo (Aliaga *et al.*, 2011) en tubérculos de olluco (*Ullucus tuberosus* L) variedad Tarmeño trabajando a temperaturas entre 12 a 15 °C y HR de 80%; a concentraciones de CIPC de 20 y 30 mg kg<sup>-1</sup> y obteniendo longitudes de brote de 0,37 y 0,22 cm, probando que le CIPC es un buen inhibidor del brotamiento en otros tubérculos además de la papa.

El objetivo de esta investigación fue el de evaluar el efecto de CIPC como inhibidor de longitud de los brotes y % de pérdida en las variedades de papas nativas Huayro Negro (*Solanum x chaucha*), Amarilla Tumbay (*Solanum juzepczukii*), Peruanita (*Solanum gonyocalix*), Muro Huayro (*Solanum x chaucha*) y Camotillo (*Solanum tuberosum* spp. Andígena).

## 2. Materiales y Métodos

Se utilizaron tubérculos de papas nativas de las variedades: Huayro Negro (*Solanum x chaucha*), Amarilla Tumbay (*Solanum juzepczukii*), Peruanita (*Solanum gonyocalix*), Muro Huayro (*Solanum x chaucha*) y Camotillo (*Solanum tuberosum* spp. Andígena), provenientes del distrito de Paucará, provincia de Acobamba (Perú) en septiembre del 2011, con 15 días de cosecha, estos tubérculos se utilizaron sin presencia de magulladuras, cortes o lesiones; luego, se procedió a colocar aproximadamente 500 g de tubérculos en recipientes de plástico adecuados donde se les adicionó Neostop (1% CIPC) hasta obtener las concentraciones de CIPC

0 (testigo), 10, 20 y 30 mg kg<sup>-1</sup> de tubérculo de papa nativa, después se almacenaron a una temperatura entre 12 a 15 °C y HR de 80%; a los 30, 60, 90 y 120 días de almacenamiento se evaluaron la longitud de los brotes y el porcentaje de pérdida de peso; Se utilizó un diseño completamente al azar con un testigo, cuatro tratamientos (0, 10, 20 y 30 mg kg<sup>-1</sup> de CIPC ) para cada variedad evaluada y para cada tratamiento se tomaron cuatro repeticiones, luego se realizó un análisis de varianza para probar si el efecto de las tratamientos fueron significativos, después se hizo una prueba de Duncan para determinar entre que tratamientos existe significancia.

### 3. Resultados y Discusiones

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos a los 120 días de almacenamiento donde, se puede apreciar que la variedad Camotillo fue la que obtuvo el menor tamaño de los brotes de 0,22 y 0,24 cm para las concentraciones de 20 y 30 mg kg<sup>-1</sup> de CIPC respectivamente, muy similar a la variedad Peruanita que fue de 0,25 a 0,3 cm para las mismas concentraciones, estos resultados son similares a los obtenidos por (Mehta *et al.*, 2010) donde con concentraciones de CIPC de 20 y 30 mg kg<sup>-1</sup> logró inhibir la pérdida de peso y longitud de los brotes en cuatro variedades de papas a temperaturas de 17 a 27 °C y humedad relativa de 72 a 95%; esto coincide con lo reportado por (Corsini *et al.*, 1979), donde encontró que la concentración mínima de CIPC en la cascara de tubérculos de papa para la inhibición completa del brotamiento fue de 20 mg kg<sup>-1</sup>.

También Beaver *et al.* (2003) utilizando un tratamiento combinado de CIPC y 2,6-diisopropilnaftaleno (2,6-DIPN), a razón de 16.6 mg kg<sup>-1</sup> de cada uno, obtuvo una supresión completa de los brotes de las variedades de papas Russet Burbank, Snowden y Ranger Russet y consideró como aceptable brotes de 0.3 cm de largo. Por lo que se podría decir que las variedades Camotillo y Peruanita produjeron brotes de tamaño aceptable para las concentraciones de 20 y 30 mg kg<sup>-1</sup> de CIPC y los mismo ocurrió con las variedades Amarilla Tumbay, Muro Huayro y donde se obtuvieron las menores longitudes de brotes de 0,21, 0,25 respectivamente para la concentración de 30

mg/kg; la variedad Huayro Negro obtuvo una longitud de brote superior a 0.5 cm para la concentración de CIPC de 30 mg kg<sup>-1</sup> de lo cual es inaceptable (Beaver *et al.*, 2003).

Por lo tanto, las variedades Camotillo, Peruanita, Amarilla Tumbay, Muro Huayro son aceptables para la concentración de CIPC de 30 mg kg<sup>-1</sup> y solo las variedades Camotillo, Peruanita son aceptables concentración de CIPC de 30 mg kg<sup>-1</sup>, en cambio a concentraciones de CIPC de 10 mg kg<sup>-1</sup>, obtuvieron longitud de brotes inaceptables todas la variedades evaluadas. No obstante, la concentración de CIPC máxima en papas frescas es de 10 mg kg<sup>-1</sup> para consumo humano en la Unión Europea (Bradshaw, 2006; Mehta *et al* 2010), lo cual no se pudo comprobar en los tubérculos de papa, pero (Mehta *et al.*, 2010), encontró las concentración remanente de CIPC no superaba los 10 mg kg<sup>-1</sup> que tubérculos de papa tratados con 20 y 30 mg kg<sup>-1</sup> de CIPC, durante el almacenamiento de 105 días; lo cual nos indicaría que las concentraciones remanentes en las variedades de papa evaluadas serían menores a esta cantidad, ya que, el tiempo de almacenamiento fue de 120 días.

Las mayores pérdidas de peso pertenecen a las tratamientos testigos de todos los tipos de variedades de papas nativas evaluadas (Tabla 1) que van desde 5.6 a 26.3 cm, esto es debido a que la fisiología de las papas nativas siguen en proceso de reproducción de yemas apicales que no se han visto inhibidas por el CIPC, ya que según (Campbell *et al.*, 2010), CIPC altera la estructura de los microtubulos y resulta en la inhibición de la división celular, asimismo inhibe la producción del ácido abscísico, ya que la producción de este ácido rompe el periodo de dormancia.

Al realizar el análisis de varianza se encontró que todas las variedades de papas nativas para la longitud de los brotes fue significativo ( $p < 0.05$ ); y al realizar la prueba de Duncan en la variedad Amarilla Tumbay todas los tratamientos de CIPC son diferentes estadísticamente en la longitud de los brotes al testigo; en las variedades Huayro Negro, Peruanita y Camotillo el tratamiento testigo y de 10 mg kg<sup>-1</sup> de CIPC no existe diferencia significativa y lo mismo ocurre con los tratamientos de 20 y 30 mg kg<sup>-1</sup> de CIPC y en la variedad Muro Huayro el tratamiento de 30 mg kg<sup>-1</sup> de CIPC es diferente estadísticamente a los tratamientos de 10, 20 mg kg<sup>-1</sup> y tratamiento testigo para la longitud de los brotes.

**Tabla 1.** Longitud de brote y % pérdida de peso promedio de las variedades de papas nativas a los 120 días de almacenamiento.

| Variedades      | Tratamientos         | Longitud | SD    | Valor | % pérdida | SD     | Valor P |
|-----------------|----------------------|----------|-------|-------|-----------|--------|---------|
| Huayro Negro    | Testigo <sup>c</sup> | 13.1     | 0.173 |       | 19.42     | 0.3048 |         |
|                 | 10                   | 11.1     | 0.115 | *     | 18.38     | 0.1169 | *       |
|                 | 20                   | 2.2      | 0.173 |       | 14.83     | 0.2351 |         |
|                 | 30                   | 0.5      | 0.115 |       | 11.09     | 0.1668 |         |
| Peruanita       | Testigo <sup>c</sup> | 8.3      | 0.231 |       | 26.37     | 0.1306 |         |
|                 | 10                   | 5.8      | 0.115 | *     | 25.75     | 0.2011 | *       |
|                 | 20                   | 0.3      | 0.012 |       | 23.19     | 0.1814 |         |
|                 | 30                   | 0.25     | 0.017 |       | 22.66     | 0.2105 |         |
| Muro Huayro     | Testigo <sup>c</sup> | 26.3     | 0.577 |       | 24.05     | 0.1440 |         |
|                 | 10                   | 7.4      | 0.231 | *     | 15.61     | 0.1220 | *       |
|                 | 20                   | 4.9      | 0.346 |       | 14.83     | 0.1559 |         |
|                 | 30                   | 0.30     | 0.035 |       | 10.33     | 0.1557 |         |
| Amarilla Tumbay | Testigo <sup>c</sup> | 12.3     | 0.115 |       | 50.71     | 0.1125 |         |
|                 | 10                   | 1.9      | 0.115 | *     | 39.48     | 0.2173 | *       |
|                 | 20                   | 1.2      | 0.144 |       | 34.20     | 0.1180 |         |
|                 | 30                   | 0.21     | 0.023 |       | 29.09     | 0.2249 |         |
| Camotillo       | Testigo <sup>c</sup> | 5.6      | 0.173 |       | 16.67     | 0.1636 |         |
|                 | 10                   | 4.8      | 0.173 | *     | 15.45     | 0.1437 | *       |
|                 | 20                   | 0.24     | 0.040 |       | 11.53     | 0.1926 |         |
|                 | 30                   | 0.22     | 0.023 |       | 10.37     | 0.1558 |         |

\* Significativo

<sup>a</sup> Promedio de longitud de brote<sup>b</sup> Promedio de % de pérdida de peso<sup>c</sup> 0 mg kg<sup>-1</sup> CIPC

Las pérdidas de peso de las variedades de papas evaluadas del tratamiento testigo son mayores a las observadas en los tratamientos de 10, 20 y 30 mg kg<sup>-1</sup> de CIPC (Tabla 1). En todos los tratamientos de CIPC evaluados en las diferentes variedades de papa perdieron peso; observándose la menor pérdida de peso por parte de los tratamientos de concentración de CIPC de 20 y 30 mg kg<sup>-1</sup> pero existiendo mucho variabilidad de este porcentaje en las variedades; y esto se relaciona con los obtenidos por Aliaga *et al.* (2011) en tubérculos de olluco (*Ullucus tuberosus* L) variedad Tarmeño 21 % de pérdida de peso para concentraciones de CIPC de 20 y 30 mg kg<sup>-1</sup>, la diferencia de ello radica en que es otro tipo de tubérculo. Las variedades que menor % de pérdida de peso tuvieron fueron la Camotillo, Huayro Negro y Muro Huayro con 10.37 a 15.45 %, 11.09 a 18.38 % y 10.33 a 15.61%, respectivamente para los tratamientos de CIPC de 10, 20 y 30 mg kg<sup>-1</sup> (Tabla 1). Como podemos apreciar las pérdidas de peso son incontrolables y tienen relación con el brotamiento de los tubérculos, ya que como se

puede apreciar en la Tabla 1 y Figura 1 las mayores pérdidas de peso lo obtuvieron los tratamientos testigo y CIPC donde la longitud de los brotes fue mayor. Cabe mencionar que la longitud de los brotes de los tratamientos de 30 mg kg<sup>-1</sup> de CIPC también obtuvieron pérdidas de peso, debido a la respiración del tubérculo, no obstante, pudo haber afectado las temperaturas de trabajo (12 a 15 °C) y la Humedad relativa (80%) en la pérdida de peso ya que según Booth y Shaw (1985) recomiendan que para tubérculos de papa la humedad del ambiente de almacenamiento debe estar entre 85 a 90%. 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 kg<sup>-1</sup> CIPC), existe mucha diferencia esto es debido a la variedad de papa nativa, puesto que la fisiología de maduración es distinta en cada una de ellas debido a su composición y estructura, lo cual tiene mucha relación con la longitud de los brotes, ya que hubo una mayor pérdida de peso en las variedades donde las

longitudes de los brotes fueron mayores como la variedad Amarilla Tumbay.

Al realizar el análisis de varianza se encontró que todas las variedades de papas nativas para la longitud de los brotes fue significativo ( $p < 0.05$ ); y al realizar la prueba de Duncan en la variedad Peruanita no existe diferencia significativa del % de pérdida de peso entre los

tratamientos de CIPC y con el testigo; en la variedad Amarilla Tumbay y Muro Huayro, todas los tratamientos CIPC mostraron diferencias con el tratamiento testigos y en las variedades Huayro Negro y Camotillo el tratamiento testigo y de  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  de CIPC no existe diferencia significativa y lo mismo ocurre con los tratamientos de 20 y  $30 \text{ mg kg}^{-1}$  de CIPC para el % de pérdida de peso.



**Figura 1.** Imágenes de las variedades de papas nativas evaluadas a diferentes concentraciones de CIPC y tratamiento testigo a los 120 días de almacenamiento. a) Huayro Negro b) Amarilla Tumbay c) Peruanita d) Muro Huayro e) Camotillo.

#### 4. Conclusiones

A los 120 días de almacenamiento donde, se logró inhibir el tamaño de los brotes, siendo menores a 0.3 cm para las concentraciones 30 mg kg<sup>-1</sup> de Chlorpropham respectivamente en las variedades evaluadas excepto en la Huayro Negro. En todos los tratamientos de CIPC evaluados en las diferentes variedades de papa perdieron peso; y los más altos % de pérdida de peso variedades son del tratamiento testigo que en los tratamientos de 10, 20 y 30 mg kg<sup>-1</sup> de CIPC observándose la menor pérdida de peso por parte de los tratamientos de concentración de CIPC de 20 y 30 mg kg<sup>-1</sup> pero existiendo mucha variabilidad de este porcentaje en las variedades.

#### 5. Referencias bibliográficas

Aliaga, I.; Velásquez, F.; Mendoza, R.; Chuquilín, R. 2011. Efecto de la aplicación de Chlorpropham en el brotamiento de tubérculos de olluco (*Ullucus tuberosus* L.) en condiciones de almacén. *Scientia Agropecuaria* 2: 91 – 96.

Anli, A.; Karado, A.; Tonguc, M.; Baydar, H. 2010. 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.

Beaver, R.; Devoy, M.; Schafer, R.; Riggle, B. 2003. CIPC and 2,6-DIPN sprout suppression of stored potatoes. *American Journal of Potato Research* 80(5): 311-316.

Bonierbale, W. Amorós, C. 2001, Perspectivas de papa para la industria. Edición A.G.T. España. N° p. 320.

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.

Campbell, M.; Gleichsner, A.; Alsbury, R.; Horvath, D.; Suttle, J. 2010. The sprout inhibitors Chlorpropham and 1,4-dimethylnaphthalene elicit different transcriptional profiles and do not suppress growth through a prolongation of the dormant state. *Plant Molecular Biology* 73 (1-2):181-189.

Corsini, D; Stallknecht G.; Sparks, W. 1979. Changes in Chlorpropham residues in stored potatoes. *American Journal of Potato Research*. 56(1):43-50.

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.

Martínez, C. 1987. Aspectos Fisiológicos en el Cultivo de Papa. Programa de Papa. Universidad Agraria La Molina. Perú.

Mehta, A; Singh, B.; Ezekiel, R.; and Kumar, D. 2010. Effect of CIPC on Sprout Inhibition and Processing Quality of Potatoes Stored Under Traditional Storage Systems in India. *European Association of Potato Research* 53 (1): 1-15.

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* 9(3): 37-41.

Smith O. 1969. Potatoes: Production, storing, processing. *American Journal of Potato Research* 46(5): 184.

Wissar, R. 2008. La respuesta en valor de los atributos de las papas nativas y la generación de Negocios. UDV – INCAGRO Ministerio de Agricultura. Huánuco. N° 4.

