


## ARTÍCULO CIENTÍFICO

### **Aplicación post-cosecha del ácido giberélico como agente retardante de la maduración de banano proveniente del Trópico de Cochabamba**

*Post-harvest application of gibberellic acid as a retarding agent of ripening banana from the  
Tropic of Cochabamba*

Nadia Guzmán Bortolini<sup>1</sup> .

<sup>1</sup> Estudiante de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Privada del Valle. Cochabamba. Bolivia. nadiagb15@gmail.com

## RESUMEN

En el trabajo se evaluó el efecto del ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) en la vida útil de banana dulce *Musa*, variedad *Cavendish Robusta Valery* después de la cosecha. Se realizaron tres tratamientos con concentraciones de ácido giberélico más el testigo; luego se realizaron controles en los tiempos de maduración. Se tomaron racimos de una sola parcela con una concentración para cada caja de bananos, la cual contiene 120 unidades aproximadamente. Los bananos, cosechados con toda la cáscara verde, fueron asperjados con ácido giberélico minutos antes del empaado, en los siguientes tratamientos: 0 (testigo); 900 mg/l; 1350 mg/l; 1889 mg/l de AG<sub>3</sub>. Los bananos se almacenaron en un ambiente controlado (20 ± 1°C, con 40% de humedad). La aplicación de ácido giberélico por aspersión en bananas proporcionó 1,5 días de vida útil adicional. Después de 10 días de almacenamiento, las concentraciones AG<sub>3</sub> de 1350 mg/l y 1889 mg/l fueron las más propicias para el almacenamiento posterior a la cosecha de banana dulce *Musa*, variedad *Cavendish Robusta Valery*.

**Palabras clave:** Cavendish. Giberelinas. Hormonas vegetales. Musa.

## **ABSTRACT**

The work evaluated the effect of gibberellic acid ( $AG_3$ ) on the shelf life of sweet banana *Musa, Cavendish Robusta Valery* variety after harvest. Three treatments were carried out with concentrations of gibberellic acid plus the control; then controls were carried out on the maturation times. Clusters were taken from a single plot with a concentration for each box of bananas, which contains approximately 120 units. The bananas, harvested with all the green skin, were sprayed with gibberellic acid minutes before packing, in the following treatments: 0 (control); 900 mg/l; 1350 mg/l; 1889 mg/l de  $AG_3$ . The bananas were stored in a controlled environment ( $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , with 40% humidity). Spray application of gibberellic acid to bananas provided 1,5 days of additional pot life. After 10 days of storage, the  $AG_3$  concentrations of 1350 mg/l y 1889 mg/l were the most propitious for post-harvest storage of *Musa, Cavendish Robusta Valery* variety sweet banana.

**Keywords:** Cavendish. Gibberellins. Vegetable hormones. Muse.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El cultivo de banano *Musa* se constituye en uno de los rubros de mayor impacto económico y social en el trópico de Cochabamba, con superficies cultivadas que fueron incrementadas considerablemente en los últimos diez años (Escalier y Grageda, 2017). En el periodo 2015-2016 se registró una superficie cultivada de 19837 hectáreas y una producción de 299580 toneladas métricas en Bolivia (Ministerio de Desarrollo Rural y de Tierras de Bolivia, 2017).

Cada vez existe una mayor competencia en cuanto a precio y calidad de banano a nivel nacional entre las empresas dedicadas al rubro del comercio de ésta, estos datos obligan a contar o recurrir a tecnologías y técnicas apropiadas, que permitan que los bananos se conserven con buena calidad por más tiempo, para ser destinados al consumo humano o procesamiento (Ebita SRL, 2016).

En la actualidad, existe información sobre tecnología y técnicas de maduración, pero no así para la retardación de la maduración del banano, que permita una maduración homogénea del fruto en grado de consumo que es el grado 6, sin perder su calidad y de esa manera abastecer al mercado

un banano con mayor vida útil (Zambrana, 2020). Conforme la Escala de *Von Loesecke* los grados de maduración del banano, según el color, van de grado 1, completamente verde, hasta grado 7, completamente amarillo, nivel máximo de maduración (Soto, 2008).

El cultivo de banano en la región del Trópico Cochabambino presenta desperdicios, debido a problemas de manipulación post-cosecha y tiempo de vida útil corto. Los demás problemas, como, malformación del fruto, cicatriz de crecimiento, entre otros, se clasifican en la etapa de selección (Ebita SRL, 2016).

Para prolongar la vida útil del banano, se propone una técnica de retardación de maduración en base a reguladores de crecimiento vegetal de uso agrícola, como es el caso del ácido giberélico (AG<sub>3</sub>). En las plantas se han identificado cerca de 65 giberelinas, de las cuales 12 están exclusivamente en el hongo *Gibberella*. La giberelina número 3 ha sido la más estudiada por su alta efectividad y presencia en los tejidos vegetales; se le conoce como Ácido Giberélico (Dagar *et al.*, 2012). El ácido giberélico es un fitorregulador de acción hormonal que estimula y regula el desarrollo de las plantas (trabajando a nivel celular) y pertenece al grupo de las giberelinas (Miransari y Smith, 2014).

El objetivo fue evaluar la maduración de banano proveniente del trópico de Cochabamba con aplicación de ácido giberélico como agente retardante de la maduración.

## **2. METODOLOGÍA**

Los pasos para el tratamiento fitosanitario con ácido giberélico fueron los siguientes: primero se preparó la solución con fungicida y alumbre como se es de costumbre para tratamientos fitosanitarios de banano, el ácido giberélico fue añadido junto con el alumbre y el fungicida en las dosis definidas. En segundo lugar, se aplicó dicha mezcla con ayuda de una mochila de aspersión (con boquilla tipo cono lleno de 10 litros) sobre las coronas y saneamiento de los gajos.

Seguidamente, se realizó el empaque en cajas plásticas duras con perforaciones que permiten la circulación de aire proporcionadas por la empresa Ebita SRL, identificaron las cajas con cintas de








colores según la dosis de ácido giberélico utilizado, siendo rojo, amarillo y verde la del testigo; verde la dosis mínima; amarillo la dosis media y rojo la dosis alta. Por último, una vez que las cajas fueron empacadas, listas bajo techo para poder cubrirlas del sol, el camión las recogió, tal cual lo hace con la fruta que es comercializada en la ciudad de Cochabamba. La Tabla 1 presenta las características del banano cosechado.

<b>Edad de cosecha y color de cinta</b>	12 semanas – cinta verde
<b>Fecha de cosecha y empaque</b>	16-oct-2019
<b>Proceso de empaque</b>	Empaque por el sistema de dedo suelto
<b>Aplicación de ácido giberélico</b>	16-oct-2019
<b>Tratamientos</b>	10, 15 y 20 cc/l de AG <sub>3</sub>
<b>Tiempo y forma de aplicación</b>	Aspersión (10 segundos) en la corona del banano
<b>Cantidad de banano tratado</b>	1 caja (120 unidades de banano) por tratamiento

*Tabla 1. Características del banano cosechado*

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la Figura 1 se presenta la escala de maduración empleada en las evaluaciones, donde: (1) completamente verde, estado en el que se cosecha y debe llegar a las cámaras de maduración; (2) verde claro, primer cambio de color en la cáscara, indica el comienzo del cambio de color; (3) verde claro con amarillo, la maduración se encuentra en proceso, envío a vendedores mayoristas en condiciones de clima templado; (4) amarillo con verde, color recomendado para despacho al vendedor y próxima exhibición; (5) amarillo con puntas verdes, estado recomendado para exhibición y a mayor temperatura la fruta puede llegar a madurar mas rápido; (6) totalmente amarillo, estado apto para la venta y consumo, tiene firmeza y buen sabor, y (7) amarillo con pecas cafés, completamente maduro, alto valor nutritivo y mayor dulzor. El porcentaje de madurez, se obtuvo mediante regla de tres  $[(n/7)*100]$ , tomando en cuenta la escala de maduración.

							
<b>Escala de maduración</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>% de maduración</b>	14,3	28,6	42,9	57,1	71,4	85,7	100

*Figura 1. Escala de maduración empleada en las evaluaciones*

Fuente: Elaborado en base de Soto (2008).

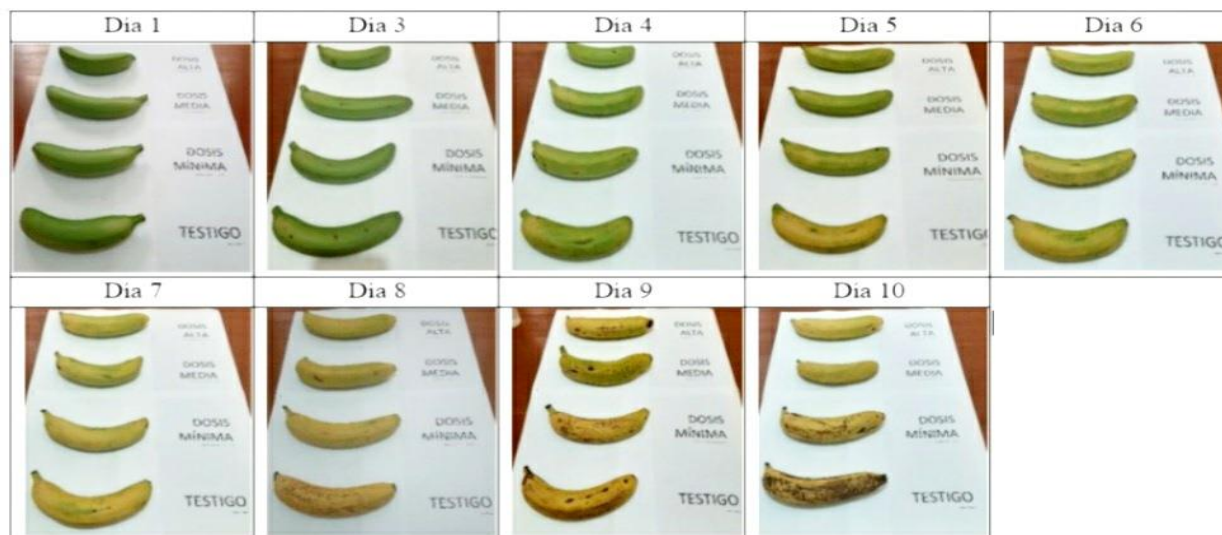
### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Color de cáscara

Se evaluó el banano tratado todos los días a las 8:00 de la mañana por un periodo de 10 días (el día dos no se evaluó ya que las cajas se encontraban dentro de la cámara maduradora sin abrir). De acuerdo con Yang *et al.* (2009), la pérdida de color verde es uno de los síntomas de maduración que conduce a la senescencia de la fruta; las frutas tratadas con AG<sub>3</sub> a 100 mg/l en el estudio realizado por Yang *et al.* (2009), tenían un ángulo de tonalidad mínima, lo que es indicativo de una posible acción de AG<sub>3</sub> para retardar la degradación de la clorofila, ya que las giberelinas tienen la función de maduración lenta de la fruta, que afecta principalmente los cambios de color de la cáscara.

En la Figura 2, se observa la secuencia del proceso de maduración según los tratamientos evaluados, siendo T1: 0 mg/l AG<sub>3</sub> (testigo), T2: 900 mg/l AG<sub>3</sub> (dosis mínima), T3: 1350 mg/l AG<sub>3</sub> (dosis media) y T4: 1889 mg/l AG<sub>3</sub> (dosis máxima). Se observó que el quinto día el testigo (T1) ya torna color amarillo, mientras que las bananas con ácido giberélico aún se mantienen verdes (T2, T3 y T4). En el día ocho se observó que el testigo (T1) ya se encontraba en grado de maduración 7, totalmente madura con pecas; mientras que, la dosis con 1889 mg/l de AG<sub>3</sub> (T4) se mantuvo en grado de maduración 5 para los días siete y ocho. El día diez se contempla que el testigo (T1) ya tiene una maduración mayor a grado 7, mientras que los bananos con ácido

giberélico (T2, T3 y T4) se mantuvieron en grados de consumo favorables (grado de maduración 5 y 6), dando dos días más de coloración amarillenta en la cáscara.












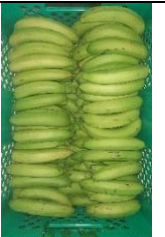


























*Figura 2. Cambio de color de cáscara por día*

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Los resultados de la Figura 3 muestran que el cambio de color en la cáscara de banano fue notable, el color va cambiando gradualmente diferenciándose entre el testigo (T1) y los bananos con diversas dosis de ácido giberélico, siendo que los tratamientos T3 y T4 de ácido giberélico son los más adecuados para obtener entre 1,5 a 2 días adicionales de vida útil en el banano. A partir del quinto día, el tratamiento T1 empieza a tomar un color amarillo, indicando el comienzo de la maduración. En cambio los tratamientos T2, T3 y T4 siguen totalmente verdes (grado de maduración 1).



Trat.	Día 1	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
1									
2									
3									
4									

*Figura 3. Secuencia del proceso de maduración por color*

Fuente: Elaboración propia, 2019

### 3.2 Grado de maduración

El cambio del grado de maduración es representado en la Figura 4, se puede observar un cambio en el grado de maduración a partir del segundo día, cambiando 1,5 grados de madurez cada día en todas las muestras, siendo el testigo (T1) que presentó una mayor velocidad de cambio de grado de maduración. Rossetto *et al.* (2004) encontraron que las rodajas de banano tratadas con solución de manitol (120 mmol/l), con 0,1 mmol/l  $AG_3$ , mostraron un retraso en la maduración. Al respecto Mohapatra *et al.* (2010) señala que la pérdida de firmeza de la pulpa se asocia con actividades enzimáticas relacionadas con la degradación de la pared celular y los componentes pécticos de la lámina media y la conversión de almidón en azúcares durante la maduración.

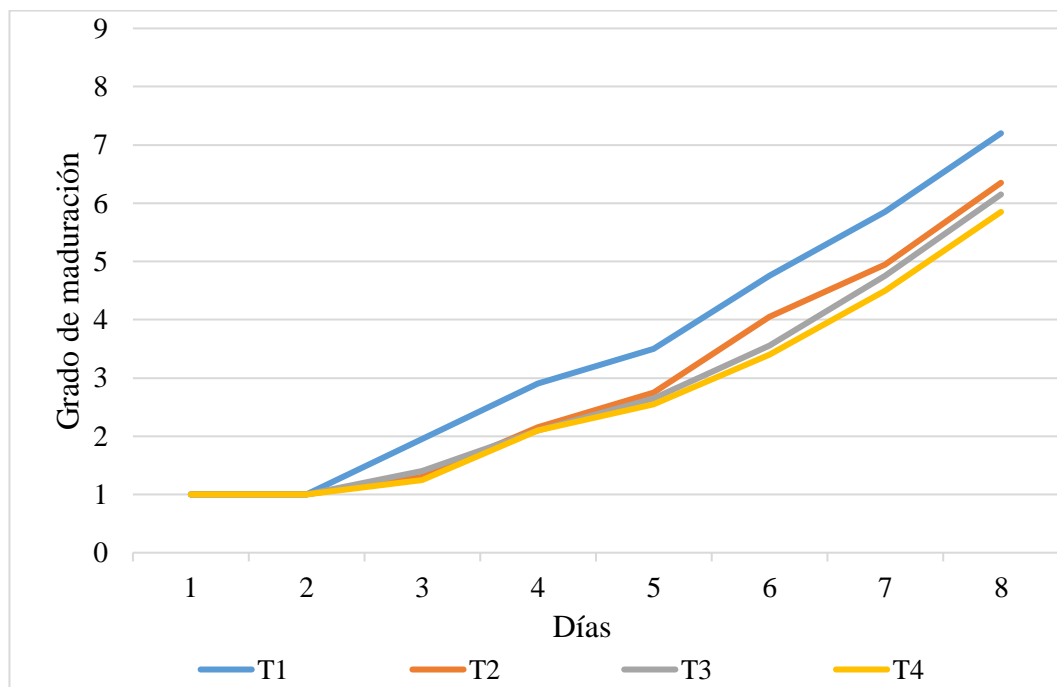


Figura 4. Grado de maduración de la banana según tratamiento

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### 3.3 Color de pulpa

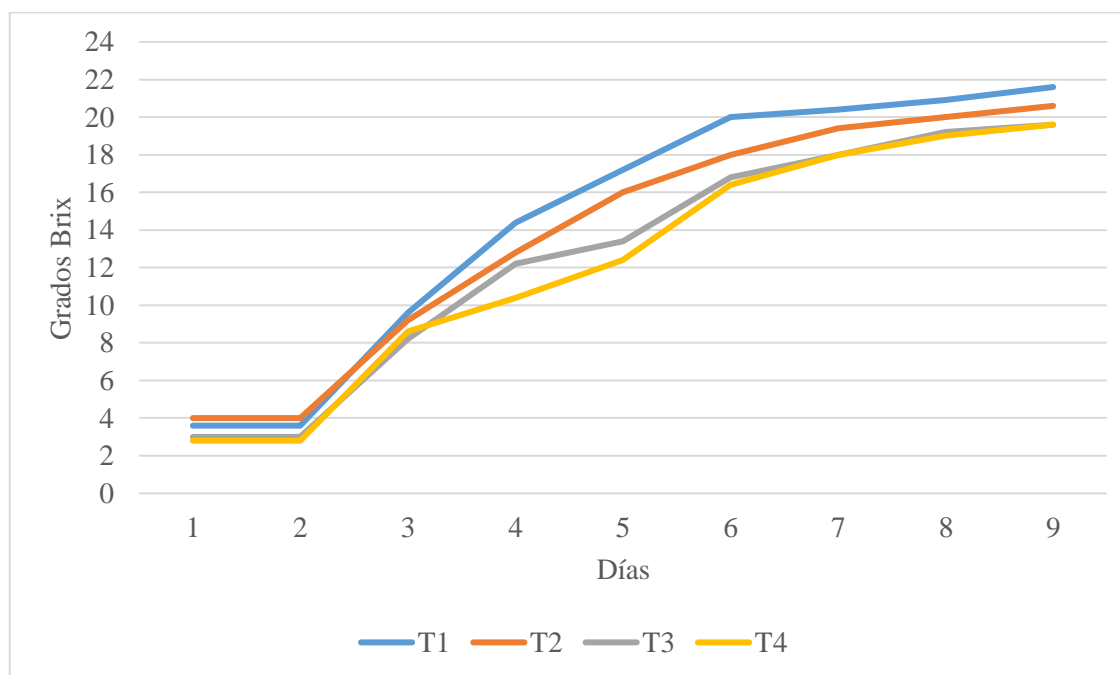
El cambio de color de pulpa del banano a lo largo de los nueve días de maduración mostró que el testigo (T1) es el que cambia de coloración con mayor rapidez; mientras que, los bananos con el T4 tuvieron un cambio de coloración más retardado. Los tratamientos T2 y T3 presentaron



también una menor velocidad de cambio de coloración que el testigo T1. Los cambios de coloración en la pulpa se diferencian entre el testigo (T1) y los bananos con las diferentes dosis aplicadas de ácido giberélico (T2, T3 y T4) a partir del día tres de maduración. Huang *et al.* (2014) observaron que las frutas tratadas con 10 mg/l de fenilurea y 50 mg/l AG<sub>3</sub> se mantuvieron firmes con un color de pulpa blanco transparente (inmaduro) después de 16 días de almacenamiento a 23°C y 75-90% de humedad relativa.

### 3.4 Cambio de azúcares (°Brix)

Se observa en la Figura 5 que el testigo (T1) tuvo una maduración acelerada llegando el noveno día a tener 21,6° Brix en comparación a los tratamientos T3 y T4 (dosis media y alta de ácido giberélico) que están por debajo de los 20° Brix (19,6° Brix). Aquino (2014) encontró que, en banano *Apple* en la etapa 6 (maduro), el contenido de azúcares fue de 25,7° Brix; el contenido de sólidos solubles en las frutas también es indicativo del contenido de azúcar en la fruta.



*Figura 5. Grados Brix del banano según tratamiento*

Fuente: Elaboración propia, 2019.

#### 4. CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que tanto el tratamiento con 1350 mg/l y con 1889mg/l prolonga la vida útil del banano hasta 1,5 días más, siendo que ambos producen los mismos resultados. Sin embargo, por motivos de costos, la concentración 1889 mg/l es la más favorable para la conservación posterior a la cosecha del banano *Cavendish Valery* proveniente del trópico de Cochabamba, dándole utilidades a la empresa comercializadora.

#### REFERENCIAS

- Aquino, C. (2014). *Características físicas, químicas y potencial antioxidante de los frutos de 15 cultivares de banano*. Tesis de doctorado, Universidad Federal de Viçosa, Brasil.
- Dagar, A., Weksler, A., Friedman, H., y Lurie, S. (2012). *Gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) application at the end of pit ripening: effect on ripening and storage of two harvests of 'September Snow' peach*. *Scientia Horticulturae*, 140, 125-130. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.03.013>
- Ebita SRL. (2016). *Programa para el mejoramiento de la producción de banano en el trópico de Cochabamba*. Empresa Bananera Integral Técnica Agrícola. Cochabamba.
- Escalier, B., y Grageda, R. (2017) *Manual de buenas prácticas agrícolas y de empaque de banano (No. CIDAB-SB379. B2-E8m)*. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (Bolivia).
- Huang, H., Jing, G., Wang, H., Duan, X., Qu, H., y Jiang, Y. (2014). The combined effects of phenylurea and gibberellins on quality maintenance and shelf life extension of banana fruit during storage. *Scientia horticulturae*, 167, 36-42. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.12.028>
- Ministerio de Desarrollo Rural y de Tierras de Bolivia (2017). Cochabamba. Recuperado de: <https://www.ruralytierras.gob.bo/> (23/11/2019)
- Miransari, M., y Smith, D.L. (2014). Plant hormones and seed germination. *Environmental and experimental botany*, 99, 110-121. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.11.005>
- Mohapatra, D., Mishra, S., Singh, C. B., y Jayas, D. S. (2011). Post-harvest processing of banana: opportunities and challenges. *Food and bioprocess technology*, 4(3), 327-339. <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0377-6>
- Rossetto, M.R.M., Lajolo, F.M., y Cordenunsi, B.R. (2004). Influência do ácido giberélico na degradação do amido durante o amadurecimento da banana. *Food Science and Technology*, 24(1), 76-81. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000100015>

Soto, M. (2008). *Cultivo y comercialización*. 2da edición. San José.

Yang, X., Pang, X., Xu, L., Fang, R., Huang, X., Guan, P., et al. (2009). Accumulation of soluble sugars in peel at high temperature leads to stay-green ripe banana fruit. *Journal of experimental botany*, 60(14), 4051-4062. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp238>

Zambrana, O. (2020). Comunicación personal, *Datos no publicados de pruebas realizadas durante el desarrollo del producto Green Life (Ácido giberelico), gestión 2018 - 2019*. Empresa Natura Agribusiness. Cochabamba.

**Fuentes de financiamiento:** Esta investigación fue financiada con fondos de los autores.

**Declaración de conflicto de intereses:** Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de interés.

Copyright (c) 2021 Nadia Guzmán Bortolini



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

**Atribución:** Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)