

# CALIDAD DE FRUTOS DE SANDÍA POLINIZADOS ARTIFICIALMENTE

Rolando Rueda-Luna, Jenaro Reyes-Matamoros, Ana Cristina Pérez-González,  
María del Consuelo Flores-Yáñez y Miriam Romero-Hernández

## RESUMEN

El experimento se llevó a cabo en condiciones de invernadero durante el ciclo primavera - verano de 2011 en el municipio de Puebla, México, utilizando el cultivar diploide 'Bandera'. Se aplicó una solución de CPPU (Sitofex) por inmersión a ovarios no polinizados en las dosis de 25, 50 y 100ppm y polinización manual. La evaluación de parámetros productivos, calidad de frutos y contenido de azúcares

se realizó a los 55 días después de aplicar los tratamientos. El contenido de azúcares en frutos se determinó mediante HPLC (Varian Polaris - Pro Star 210 con columna tipo Hypersil APS-2, 250×4,6mm). Los resultados indican que los frutos de sandía tratados con 25ppm CPPU y polinización manual presentaron mejores parámetros productivos y la más alta concentración de glucosa y sacarosa.

## Introducción

La sandía (*Citrullus lanatus*) es una hortaliza de ciclo anual que se cultiva en casi todo el mundo. En México, el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) informó que la producción de sandía en 2012 fue de 1.033.524,43t en una superficie cosechada de 37.522,50ha, con un rendimiento promedio nacional de 27,54t·ha<sup>-1</sup>, siendo Sonora, Jalisco y Chihuahua los principales estados productores.

La producción de sandía proviene principalmente de cultivares diploides. No obstante, en los últimos años se ha incrementado la superficie del cultivo de sandía triploide (sin semilla) por tener gran aceptación en el mercado dada la comodidad en la degustación. Sin embargo, las variedades triploides producen poco polen y no fértil, por lo que para obtener un porcentaje aceptable de frutos cuajados y bien desarrollados

es necesario intercalar variedades diploides que hagan la función de polinizador. Esta asociación de sandía diploide con triploide es óptima siempre que coincida la floración de las plantas, polinizadora y polinizada; una relación de 30-40% de planta polinizadora y 60-70% de planta polinizada puede ser necesaria para obtener buen rendimiento comercial (Camacho y Fernández, 1997).

La utilización de plantas de sandía polinizadora se elige en función de la sandía a polinizar: si ésta es de corteza rayada, la diploide es de corteza oscura y viceversa, con el fin de poder distinguirlas durante la recolección y comercialización (Camacho y Fernández, 1997). La presencia de plantas polinizadoras presenta el inconveniente de reducir la superficie de sandía sin semillas que puede utilizarse y con ello complica la plantación, ya que la distribución y la proporción de variedades diploides y

triploides han de ser las adecuadas. En ocasiones no coinciden más que parcialmente las floraciones de ambas variedades. Si la floración no es coincidente, el descenso del rendimiento es considerable debido fundamentalmente al excesivo desarrollo vegetativo de las plantas de sandía por el bajo número de frutos cuajados, o inexistentes, y también se adelanta la recolección de la variedad con semillas y, en aquellas recolecciones que se efectúan simultáneamente, la separación de ambos tipos de fruto dificulta y encarece el proceso (Miguel y Maroto, 1996). La problemática mencionada también se puede plantear bajo invernadero en cultivares diploides por falta de insectos polinizadores (López *et al.*, 2002).

Con el fin de solucionar los inconvenientes expuestos, se están desarrollando varias líneas de investigación que intentan eliminar o reducir el porcentaje de polinizador

necesario en este tipo de cultivo. Por lo tanto, para obtener un buen cuaje se intercalan en la plantación, líneas enteras de un polinizador (dos triploides, una diploide) de manera que siempre las plantas triploides tengan a su lado una diploide (López *et al.*, 2002). Una reducción de las proporciones arriba indicadas supone una disminución en el porcentaje de cuajado y en la cosecha, por lo que otras alternativas ensayadas son el entutorado de plantas polinizadoras y la utilización de fitoreguladores (Miguel, 1997). Desde hace años se han utilizado distintos fitoreguladores para inducir el cuajado partenocárpico de los frutos y así prescindir de polinizadores naturales obteniéndose frutos sin semilla. Miguel y Maroto (1996) reportan que los principales fitoreguladores utilizados para el cuajado y maduración de frutos son las auxinas (MCPA, ANA y 2,4-D), giberelinas (AG<sub>3</sub>) y citoquininas (CPPU y BA). El objetivo del presente estudio fue

## PALABRAS CLAVE / *Citrullus lanatus* / CPPU / Contenido de Azúcar / Polinización Artificial /

Recibido: 09/12/2013. Modificado: 29/10/2015. Aceptado: 30/10/2015.

**Rolando Rueda-Luna.** Ingeniero Agrónomo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México. Doctor Ingeniero Agrónomo, Universidad Politécnica de Valencia, España. Profesor-Investigador, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), México.

**Jenaro Reyes-Matamoros.** Ingeniero Agrónomo, Maestro en

Ciencias Agrícolas y Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad Rusa de la Amistad de los Pueblos. Profesor-Investigador, BUAP, México. Dirección: Av. 14 Sur N° 6301, Col. San Manuel, CU, CP 72570, Puebla, Pue., México, e-mail: jenaro.reyes@correo.buap.mx

**Ana Cristina Pérez-González.** Bióloga y Maestra en Ciencias

Ambientales, BUAP, México. Profesora, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra, México.

**María del Consuelo Flores-Yáñez.** Química Farmacobióloga, BUAP, México. Doctora en Ciencias Biológicas, Universidad de Valencia, España. Profesor-Investigador, BUAP, México.

**Miriam Romero-Hernández.** Ingeniera Industrial en Producción, Instituto Tecnológico de Apizaco, México. Estudiante de Maestría en Manejo Sostenible de Sistemas Agrícolas, BUAP, México.

## FRUIT QUALITY OF ARTIFICIALLY POLLINATED WATERMELON

Rolando Rueda-Luna, Jenaro Reyes-Matamoros, Ana Cristina Pérez-González, María del Consuelo Flores-Yáñez and Miriam Romero-Hernández

### SUMMARY

The experiment was conducted under greenhouse conditions during the spring - summer 2011 in the municipality of Puebla, Mexico, using the 'Bandera' diploid cultivar. CPPU (Sitofex) solutions were applied by immersion to nonpollinated ovaries at doses of 25, 50 and 100ppm and hand pollination. The evaluation of production parameters, quality of fruits and sugar con-

tent was performed at 55 days after applying the treatments. The sugar content in fruits was determined by HPLC (Varian Polaris - Pro Star 210 with a column Hypersil APS-2, 250×4.6mm). The results indicate that watermelon fruit treated with 25ppm CPPU and hand pollination had better production parameters and the highest concentration of glucose and sucrose.

## FRUTO DA QUALIDADE DE MELANCIA ARTIFICIALMENTE POLINIZADAS

Rolando Rueda-Luna, Jenaro Reyes-Matamoros, Ana Cristina Pérez-González, María del Consuelo Flores-Yáñez e Miriam Romero-Hernández

### RESUMO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação durante o ciclo primavera - verão de 2011, na cidade de Puebla, México, usando o cultivar diploide bandeira. Solução CPPU (Sitofex) mergulho para ovários não polinizados em doses de 25, 50 e 100ppm e polinização manual foi aplicado. A avaliação dos parâmetros de produção, qualidade dos frutos e teor de açúcar foi

realizado em 55 dias após a aplicação dos tratamentos. O teor de açúcares de frutos foi determinado por HPLC (Varian Polaris - Star Pro 210 com coluna tipo Hypersil APS-2, 250×4,6mm). Os resultados indicam que os frutos de melancia tratadas com 25ppm CPPU e polinização manual apresentou melhor crescimento e maior concentração de glicose e sacarose.

evaluar la calidad de frutos de sandía polinizados artificialmente mediante la aplicación de CPPU.

### Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en condiciones de invernadero en las instalaciones del Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Municipio de Puebla, México (19°14'N, 98°18'O, a 2150 msnm). El cultivo se desarrolló en el ciclo primavera-verano de 2011 y se utilizó el cultivar diploide 'Bandera'. La plantación se llevó a cabo en contenedores tipo boli rellenos de fibra de coco con un peso seco de 5kg dentro de un invernadero con cubierta plástica tipo túnel. El marco de plantación utilizado fue de 1,9m entre hileras y 0,5m entre plantas, resultando una densidad de 1,05 plantas/m<sup>2</sup>, la solución nutritiva utilizada durante la fertilización estuvo compuesta por (mMol·l<sup>-1</sup>) 15,0 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 1,0 H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 2,0 SO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 0,5 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 5,9 K<sup>+</sup>; 4,9 Ca<sup>+2</sup> y 1,98 Mg<sup>+2</sup>; CE= 1,9mS×cm<sup>-1</sup> y pH 7,2. La

fuelle de CPPU fue el producto comercial Sitofex (Forclorfenuron 1-(2-cloro-4-piridil)-3-fenilurea). La aplicación del CPPU fue por inmersión de los ovarios con las flores totalmente abiertas.

Se utilizó un diseño de un factorial completamente al azar: 1×4 (cultivar 'Bandera'; (25, 50 y 100ppm de CPPU, y polinización manual), con tres repeticiones de seis plantas cada una.

El corte se realizó a los 55 días de maduración. Los parámetros productivos valorados fueron: peso medio (kg), diámetro y longitud (cm) del fruto. Respecto a los parámetros de calidad, la firmeza se midió con un penetrómetro modelo FT 001 (0-11) lb; el grosor de la corteza de los frutos se midió de acuerdo con la

clasificación de Reche (1998) y el contenido de sólidos solubles totales se midió en °Brix con un refractómetro digital Leica Brix 35 HP. La cata de frutos se realizó con un panel de 5 catadores no profesionales, asignándole una escala de 1 a 5, donde 1 representa el mejor sabor; 2 buen sabor y así sucesivamente hasta 5 que representa los frutos de menor sabor. El contenido de azúcares en los frutos se determinó mediante un HPLC Varian Polaris - Pro Star 210 con columna tipo Hypersil APS-2, 250×4,6mm.

El análisis estadístico se efectuó con ayuda del software Statgraphics versión 5.0. A los datos se les realizó análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey.

### Resultados y Discusión

Los resultados de los parámetros productivos, calidad de los frutos y concentración de azúcares presentes en los frutos de sandía valorados a los 55 días de corte se presentan en las Tablas I, II y III. En la Tabla I se aprecia que los frutos polinizados de forma manual presentaron los mayores peso medio y diámetro, con diferencias estadísticamente significativas (e.s.; p≤0,01) respecto a los frutos tratados con diferentes dosis de CPPU. Asimismo, los frutos obtenidos con polinización manual tuvieron la mayor longitud con diferencias e.s. (p≤0,05).

Se obtuvieron frutos con peso medio de 3,8kg en el caso de polinización con las distintas dosis de CPPU,

TABLA I  
PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE SANDÍA

Tratamientos	Peso medio del fruto (kg)	Diámetro del fruto (cm)	Longitud del fruto (cm)
Polinización manual	5,07 A	21,90 A	21,42 a
CPPU	25ppm	3,89 B	19,18 B
	50ppm	3,69 B	19,12 B
	100ppm	3,84 B	19,78 AB

Medias con la misma letra (mayúsculas/minúsculas) dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con p≤0,01 y 0,05, respectivamente.

resultados que coinciden con los reportados por Hayata *et al.* (1995), quienes señalan frutos de tamaño reducido con aplicaciones de CPPU. Miguel (1997) reporta frutos de tamaño reducido (3-4kg) con aplicaciones de CPPU y más grandes (4-6kg) en plantas polinizadas de forma manual.

Los frutos obtenidos en los diferentes tratamientos de CPPU tuvieron semillas blancas, delgadas y pequeñas. De la misma forma, Hayata *et al.* (1995) reportan que mientras en los frutos provenientes de polinización manual las semillas fueron de color negro-café y totalmente lignificadas en un 80%, con los frutos que recibieron alguna dosis de CPPU se estimuló la partenocarpia y las semillas fueron blancas, delgadas y vacías.

En la Tabla II se observa que a pesar de que la firmeza es una característica propia de la variedad de sandía utilizada, no se vio afectada por la forma de polinización. El grosor de la corteza de los frutos fue menor en los tratados con 100ppm de CPPU con diferencias e.s. ( $p \leq 0,05$ ) con respecto a los frutos polinizados de forma manual, a 25 y a 50ppm.

TABLA II  
CALIDAD DE LOS FRUTOS DE SANDÍA

Tratamientos	Firmeza de la pulpa (g)	Grosor de la corteza (cm)	°Brix de la pulpa	Cata de la pulpa
Polinización manual	472,33 -	1,58 b	10,87 -	1,62 -
25 ppm	461,92 -	1,53 b	10,77 -	1,95 -
50 ppm	612,17 -	1,70 b	10,35 -	2,40 -
100 ppm	537,33 -	1,22 a	11,00 -	1,58 -

Medias con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con  $p \leq 0,05$ .

TABLA III  
CONCENTRACIÓN DE AZÚCARES DE SANDÍA

Tratamientos	Fructosa (g·l <sup>-1</sup> )	Glucosa (g·l <sup>-1</sup> )	Sacarosa (g·l <sup>-1</sup> )	F+G+S (g·l <sup>-1</sup> )
Polinización manual	41,23 -	31,79 A	18,77 a	91,78 a
25 ppm	39,55 -	29,09 AB	15,46 ab	84,09 ab
50 ppm	39,63 -	24,16 B	14,96 ab	78,77 b
100 ppm	42,25 -	25,31 AB	12,92 b	80,48 ab

Medias con la misma letra (mayúsculas/minúsculas) dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con  $p \leq 0,01$  y  $0,05$ , respectivamente.

Según la clasificación de Reche (1988) los frutos de sandía se tipificaron como frutos de corteza gruesa. A este respecto, Kano (2000) reportó que con las aplicaciones de CPPU se forman frutos de corteza más gruesa, ya que el CPPU promueve la división celular, acelerando el crecimiento del fruto, pero sin formación de licopeno, ya que éste no se acumula en células pequeñas o que no tengan cierta edad fisiológica.

No se encontraron diferencias significativas en el contenido de sólidos solubles (°Brix). Este mismo resultado lo reporta Hayata *et al.* (1995).

Los mejores frutos evaluados por el panel de catadores fueron los tratados con 100ppm de CPPU. La cata de la pulpa del fruto es importante y puede proporcionar información fidedigna en la toma de decisiones, puesto que es un parámetro que explora directamente las características gustativas. Cabe mencionar que no se encontraron reportes bibliográficos en los que se evalúe este aspecto.

En la Tabla III se muestra que la mayor concentración de glucosa y azúcares totales se

obtuvo en los frutos polinizados manualmente, con diferencias e.s. ( $p \leq 0,01$ ) respecto a los frutos tratados con CPPU a la dosis de 50ppm. Para la concentración de sacarosa, también se constató una diferencia e.s. ( $p \leq 0,05$ ) entre los frutos procedentes de polinización y los tratados con CPPU a la 100ppm.

En el presente trabajo se encontró que la concentración de azúcares en frutos tratados con las distintas dosis de CPPU y la polinización manual era parecida, tal y como lo mencionan Walker y Hawker (1976), ya que el crecimiento del fruto y acumulación de azúcares dependen del suministro de la concentración de sacarosa, por lo tanto, si cesa el crecimiento del fruto aumenta la concentración de sacarosa y comienza la maduración del fruto. Asimismo, la fructosa es el azúcar en mayor concentración; le sigue en orden descendente la glucosa y en menor concentración la sacarosa, como lo afirman Elmstrom y Davis (1981), Brown y Summers (1985) y Hayata *et al.* (1995). Cabe señalar que los resultados obtenidos de la cata de los frutos y la concentración de azúcares valorados con HPLC son similares entre lo que reportan los estándares y los valores encontrados de la concentración de azúcares en los frutos. No obstante, la relación F+G+S fue mayor en frutos polinizados manualmente y con el tratamiento de 25ppm de CPPU. Miguel *et al.* (2002) reportan que el contenido de azúcares en frutos tratados con CPPU es similar a los polinizados manualmente, y a su vez la maduración se ve ligeramente retrasada en frutos tratados con CPPU. Por otra parte, Hayata *et al.* (1995) señalan que los frutos de sandía no difieren en el contenido final de carbohidratos entre los polinizados manualmente y tratados con CPPU.

## Conclusiones

En variedades diploides es posible producir frutos de

sandías sin semillas (partenocárpicas) de calidad normal en ausencia de insectos polinizadores mediante aplicaciones de CPPU. Los frutos de sandía tratados con CPPU a dosis de 25ppm y polinizados de forma manual registraron la más alta concentración de glucosa, sacarosa y la relación F+G+S.

## REFERENCIAS

- Brown C, Summers L (1985) Carbohydrate accumulation and color development in watermelon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110: 683-687.
- Camacho F, Fernández E (1997) El entutorado de la sandía diploide. *Horticultura* 125: 13-16.
- Elmstrom W, Davis L (1981) Sugars in developing and mature fruits of several watermelon cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106: 330-333.
- Hayata Y, Niimi Y, Iwasaki N (1995) Synthetic cytokinin -1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea (CPPU) - promotes fruit set and induces parthenocarp in watermelon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120: 997-1000.
- Kano Y (2000) Effects of CPPU treatment on fruit and rind development of watermelons (*Citrullus lanatus* Matsum. et Nakai). *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 75: 651-654.
- López S, Baixauli C, Miguel A, Maroto JV, Miguel A, Pomares F (2002) Cultivo de sandía sin semillas. En Maroto JV, Miguel A, Pomares F (Eds.) *El cultivo de la Sandía*. Mundi-Prensa-Fundación Caja Rural. Valencia, España. pp. 121-138.
- Miguel A (1997) *Injerto de Hortalizas*. Generalitat Valenciana, España. pp. 15-70.
- Miguel A, Maroto JV (1996) El injerto herbáceo en la sandía (*Citrullus lanatus*) como alternativa a la desinfección química del suelo. *Invest. Agr. Prod. Protec. Veg. II*: 239-253.
- Miguel A, Maroto JV, Miguel A, Pomares F (2002) Injerto. En Maroto JV, Miguel A, Pomares F (Eds.) *El cultivo de la Sandía*. Mundi-Prensa-Fundación Caja Rural. Valencia, España. pp. 269-289.
- Reche J (1988) *La Sandía*. Mundi-Prensa-MAPA. Madrid, España. pp. 29-205.
- Walker R, Hawker S (1976) Effects of pollination on carbohydrate metabolism in young fruits of *Citrullus lanatus* and *Capsicum annum*. *Phytochemistry* 15: 1881-1884.