

APLICACIÓN DE PROMOTORES DE LA BROTAÇÃO EN CIRUELO JAPONÉS (*Prunus salicina* Lind.) 'SHIRO' Y 'SANTA ROSA'

G. Almaguer-Vargas; J. R. Espinosa-Espinosa; A. Luna-Contreras; J.C. Paz-Solórzano.

Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 56230. México.

RESUMEN

Se aplicaron promotores de la brotación en ciruelo japonés 'Shiro' el 29 de enero de 1996 y en 'Santa Rosa' el 5 de febrero de 1997 para adelantar y uniformizar la brotación de yemas. Los mejores resultados en el primer año se obtuvieron en los árboles asperjados con citrolina 2 % + tidiázuron 250 mg·litro⁻¹ y 500 mg·litro⁻¹. En el segundo año se usó con más éxito citrolina 3 % + tidiázuron a 500 mg litro⁻¹. Estos tratamientos aceleraron la brotación de yemas en 19 y 15 días, respectivamente, comparándolo con el testigo. Los azúcares totales y la prolina fueron evaluados a 6, 21, 45, 94 y 241 horas después de la aplicación en 'Santa Rosa'. Se observó que la concentración de azúcares totales decreció cuando la brotación empezó. La concentración de prolina fue similar en todos los tratamientos, lo que sugiere que la aplicación de citrolina + tidiázuron no tiene efecto sobre la prolina. Estos promotores se pueden usar exitosamente para estimular y uniformar la brotación.

PALABRAS CLAVE: Reposo, tidiázuron, estimulación de la brotación de yemas.

CHEMICAL BUD BREAK SPRAYS IN JAPANESE PLUM (*Prunus salicina* Lindl.) 'SHIRO' AND 'SANTA ROSA'

SUMMARY

Chemical rest bud break promoters were sprayed in 1996 and 1997 on Japanese plum to accelerate bud break at the end of the rest period. Chemicals were sprayed on 'Shiro' on January 29, 1996, and on 'Santa Rosa' on February 5, 1997. Better results were found in the first year using citrolina 2 % + thidiazuron 250 mg·liter⁻¹ and citrolina 2 % + thidiazuron 500 mg·liter⁻¹. In the second year citrolina 3 % + thidiazuron 500 mg liter⁻¹ was used. These treatments accelerated bud break by 19 and 15 days, respectively, compared with the control and promoted an early and highly uniform bud break. Sugars and proline were also sampled at 6, 21, 45, 94, and 241 hours after spraying in 'Santa Rosa'. Total sugars decreased as bud break begun. The behavior of proline was similar in all treatments. The results suggest that thidiazuron + citrolina can be used successfully as a chemical rest break.

KEY WORDS: Dormancy, thidiazuron, chemical rest bud break.

INTRODUCCIÓN

El factor limitante en la adaptabilidad y productividad de frutales caducifolios en zonas con inviernos benignos lo representa el deficiente enfriamiento para romper el letargo de sus yemas (Edwards, 1987). Este problema se agrava debido a que la acumulación de frío se ve frecuentemente interrumpida por la presencia de altas temperaturas (Erez, 1987).

Por ejemplo, para las condiciones de Chapingo, el ciruelo 'Shiro' no satisface sus requerimientos de frío, manifestándose lo anterior con una etapa de floración prolongada (60 días) y una reducida brotación total de yemas vegetativas y florales, con valores de 45.4 y 10.0 %, respectivamente (Almaguer, 1986).

Una de las alternativas para reducir este problema es la aplicación de sustancias químicas que estimulan la brotación de yemas. Estos promotores se aplican durante la fase de "endoletargo" final, cuando ya se han acumulado ciertas horas frío (Saure, 1985).

Se han utilizado varios promotores de la brotación de yemas en los frutales caducifolios para adelantar, uniformizar y aumentar la brotación de yemas, por ejemplo la citrolina en ciruelo japonés (Bustamante, 1987), la cianamida de hidrógeno en vid (Angulo, 1990) y durazno (Díaz *et al.*, 1987) y el tidiázuron (TDZ) en ciruelo y chabacano (Calderón y Rodríguez, 1995). Este último producto provocó en durazno una brotación cercana al 90 %, 35 días después de ser aplicado (Calderón y Rodríguez, 1996).

En general, se desconoce el modo de acción que tienen las sustancias químicas utilizadas como promotores de la brotación en la fisiología del reposo de las yemas de árboles frutales. Erez (1987) indicó que en general su acción es debida a que se utilizan concentraciones subletales, aunque su efectividad está en función de diversos factores como tipo y concentración del producto, clima, tiempo de aplicación y cultivar.

De manera particular el aceite mineral (citrolina) crea condiciones de anaerobiosis para las yemas. La planta responde a esta condición con una brotación espontánea (Erez *et al.*, 1980).

Por otra parte, la planta descompone enzimáticamente a la cianamida en urea, la cual es utilizada como fuente de nitrógeno, produciéndose un incremento en aminoácidos (Shulman *et al.*, 1983).

La respiración se incrementa al aplicar cianamidas en vid (Shulman *et al.*, 1983) y al aplicar TDZ en manzano (Wang *et al.*, 1987). Se sugiere que el reposo de las yemas es parcialmente gobernado por la inhibición de la respiración (Shulman *et al.*, 1983).

Erez *et al.* (1990) propusieron que la disminución en el número de radicales libres y el incremento en la actividad catalítica (isoenzimas), pueden ser los mecanismos por los cuales se rompe el reposo de la yema al aplicar TDZ. El TDZ puede convertir carbohidratos de reserva a formas más fácilmente asimilables y promover el transporte eficiente para la brotación de la yema (Wang *et al.*, 1987).

Al romper el reposo de yemas de manzano con TDZ, hubo un incremento en su contenido de proteínas, ADN y ARN (Wang *et al.*, 1985). Cutting *et al.* (1991) encontraron un incremento de citocininas calcio y magnesio en la savia del xilema, y una reducción en la concentración de sorbitol, al aplicar cianamida hidrogenada en manzanos.

La prolina es un aminoácido constituyente de proteínas y se sintetiza en las hojas (Erakar y Murumkar, 1994). En yemas de durazno, la prolina y el ácido glutámico son los aminoácidos predominantes durante el reposo y se incrementan precisamente antes de completar el reposo (El-Mansy y Walker, 1969). Su acumulación se da bajo condiciones de estrés por sequía (Aspinall y Paleg, 1981), salinidad (Lin y Kao, 1995) y bajas temperaturas (Mosbah y Yelenosky, 1987).

Por lo anteriormente planteado, el objetivo de este trabajo fue incrementar y uniformizar la brotación floral en ciruelo japonés 'Shiro' y 'Santa Rosa', mediante la aplicación de dos promotores de la brotación, así como determinar las concentraciones de azúcares reductores, totales y prolina al inicio de la brotación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Experimental 'San Martín' de la Universidad Autónoma Chapingo, México; localizado a 19° 29' latitud Norte y 98° 53' longitud Oeste, a una altitud de 2240 msnm y presenta un clima templado subhúmedo (García, 1988).

Se aplicaron promotores de la brotación a árboles de ciruelo 'Shiro' el 29 de enero de 1996 y a ciruelo 'Santa Rosa' el 5 de febrero de 1997, de acuerdo a los tratamientos planteados (Cuadro 1).

CUADRO 1. Promotores de la brotación evaluados en ciruelo japonés en Chapingo, México.

Primer ciclo ('Shiro')	Segundo ciclo ('Santa Rosa')
T1. Testigo	T1. TDZ 125 mg·litro ⁻¹ + 3 % de citrolina
T2. Citrolina 5 %	T2. TDZ 250 mg·litro ⁻¹ + 3 % citrolina
T3. Citrolina 2 % + TDZ 250 mg·litro ⁻¹	T3. TDZ 500 mg·litro ⁻¹ + 3 % de citrolina
T4. Citrolina 2 % + TDZ 500 mg·litro ⁻¹	T4. Testigo
T5. Cianamida de hidrógeno 1 %	
T6. Cianamida de hidrógeno 2 %	

El diseño experimental fue un bloque al azar con seis repeticiones. La unidad experimental fue un árbol, por lo que se utilizaron 36 árboles en el primer ciclo y 24 árboles en el segundo.

Las variables estudiadas fueron inicio de brotación (cuando hubo un 10 % de brotación floral), brotación total (en 10 ramas mixtas de 30 cm de longitud y 0.8 cm de diámetro aproximadamente ubicadas alrededor del árbol en su parte media), porcentaje de brotación vegetativa (se contó el número de yemas vegetativas brotadas y se relacionó con el número de yemas totales presentes en 10 ramas mixtas por árbol) y porcentaje de brotación floral (se contó el número de yemas florales brotadas y se relacionó con el número de yemas totales presentes en 10 ramas mixtas por árbol). Además en 'Santa Rosa' se cuantificaron azúcares totales, para lo cual se utilizó la metodología de Ting (1956). Azúcares totales. Se adicionaron 10 ml de ácido clorhídrico 1:1 a 10 ml de la solución homogenizada, dejándose reposar por 24 horas. Se neutralizó con NaOH 1N hasta pH de 7 y se aforó a 100 ml. Posteriormente se continuó con la metodología para obtener azúcares reductores. También se analizó prolina y se utilizó la metodología de Bates (1972). Para azúcares totales y prolina, se tomaron como muestra 5 g de yemas florales de ramas de un año de edad. Se homogenizaron 5 g de yemas florales en 10 ml de ácido sulfo-

salicílico al 3 %, después de agitar, se filtro la muestra y se obtuvo una alícuota de 0.5 ml a la que se le adicionó 1.8 ml de ácido sulfosalicílico al 3 %, 2 ml de una mezcla de ácido acético glacial, ácido sulfúrico y ninhidrina. Posteriormente se colocó la muestra en baño María a 100°C y se enfrió después en agua con hielo. Se le agregaron 4 ml de tuloeno y se extrajo la fase orgánica. finalmente se tomó la lectura en un espectrofotómetro a 520 nm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

‘Shiro’

Los tratamientos de citrolina 2 % + thidiazuron (TDZ) 250 mg·litro⁻¹ y citrolina 2 % + TDZ 500 mg·litro⁻¹ provocaron la mejor respuesta en árboles de ‘Shiro’, ya que adelantaron 19 y 18 días la brotación respectivamente, y provocaron uniformidad y mejor brotación (Cuadro 2).

CUADRO 2. Inicio de la brotación (10%) en ciruelo ‘Shiro’ por efecto de promotores de la brotación.

Tratamiento	Brotación inicial (DDA ^z)	ADE ^y
Citrolina 2 % + thidiazuron 250 mg·litro ⁻¹	13	19 a ^x
Citrolina 2 % + thidiazuron 500 mg·litro ⁻¹	14	18 a
Cianamida de hidrógeno 2 %	18	14 b
Cianamida de hidrógeno 1 %	20	12 b
Citrolina 5 %	26	6 c
Testigo	32	--

^z DDA = Días después de la aplicación.

^y ADE = Días de adelanto respecto al testigo.

^x Medias con la misma letra dentro de columnas no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba Tukey ($P \leq 0.05$).

Se esperaba que la brotación floral de ‘Shiro’ fuera alta al aplicar citrolina 2 % más 250 mg·litro⁻¹ de TDZ y citrolina 2 % más 500 mg·litro⁻¹ de TDZ ya que, Calderón y Rodríguez (1995) al usar TDZ a 150 y a 200 mg·litro⁻¹, lograron una alta brotación vegetativa o floral; sin embargo, no sucedió esto.

Los resultados en ‘Shiro’ muestran que las aplicaciones de citrolina al 2 % + TDZ a 250 mg·litro⁻¹, provocaron una brotación total alta, a los 24 días después de la aplicación, estadísticamente similar a la obtenida aplicando 2 % de citrolina + 500 mg·litro⁻¹ de TDZ, por lo que se plantea la conveniencia de usar las concentraciones más bajas; algo parecido obtuvieron Calderón y Rodríguez (1995) quienes aplicaron thidiazuron sólo a 250 y 500 mg·litro⁻¹ y encontraron alta brotación vegetativa, sin reprimir la brotación floral a concentraciones bajas.

‘Santa Rosa’

Con el tratamiento de citrolina al 3 %, + TDZ a 500 mg·litro⁻¹, se obtuvo un adelanto de 15 días en la brotación de yemas de ‘Santa Rosa’ (Cuadro 3). Se esperaba tener una mejor respuesta en el adelanto de la brotación al aumentar la concentración de citrolina, sin embargo, la respuesta no fue muy diferente a la del cultivar Shiro.

CUADRO 3. Inicio de la brotación (10 %) en ciruelo ‘Santa Rosa’ por efecto de promotores de la brotación.

Tratamiento	Brotación (DDA ^z)	ADE ^y
Citrolina 3 % + thidiazuron 500 mg·litro ⁻¹	10	15 a ^x
Citrolina 3 % + thidiazuron 250 mg·litro ⁻¹	16	9 b
Citrolina 3 % + thidiazuron 125 mg·litro ⁻¹	19	6 b
Testigo	25	--

^z DDA = Días después de la aplicación.

^y ADE = Días de adelanto respecto al testigo.

^x Medias con la misma letra dentro de columnas no son estadísticamente significativas de acuerdo a la prueba de Tukey, $P \leq 0.05$.

En ‘Santa Rosa’ la mejor respuesta a brotación floral la presentaron los árboles asperjados con citrolina 3 % + TDZ 500 mg·litro⁻¹ (T3) con un 57.46 % de brotación floral a los 30 días después de la aplicación, lo que fue 14 veces mayor que el testigo a los 30 días después de la aplicación. Aunque se incrementó la concentración de citrolina aplicada, los resultados no difieren en mucho a los encontrados en ‘Shiro’ (Cuadro 4).

CUADRO 4. Brotación floral de ciruelo cv. Santa Rosa por efecto de aplicación de promotores de brotación en Chapin-gó, México.

Tratamiento	30 DDA ^z (%)	34 DDA (%)	40 DDA (%)
Citrolina 3 % + thidiazuron 150 mg·litro ⁻¹	10.44 b ^y	11.86 b	16.90 b
Citrolina 3 % + thidiazuron 250 mg·litro ⁻¹	12.45 b	13.11 b	23.80 b
Citrolina 3 % + thidiazuron 500 mg·litro ⁻¹	57.46 a	73.49 a	50.22 a
Testigo	4.45 b	12.17 b	27.71 b

^z DDA = Días después de la aplicación

^y Medias con la misma letra dentro de columnas no son estadísticamente diferentes (Tukey; $P \leq 0.05$).

La brotación total en ‘Santa Rosa’ presentó el mejor efecto con la mezcla de citrolina al 3 % + 500 mg·litro⁻¹ de TDZ, a los 30, 34 y 40 días después de la aplicación, con

los más altos porcentajes de brotación. El testigo tuvo los más bajos porcentajes de brotación y presenta cambios ascendentes en la misma, sin llegar aparentemente a su máximo, lo que revela una brotación lenta y tardada. Los resultados son similares a los encontrados por Calderón y Rodríguez (1995) en ciruelo, chabacano y en durazno, donde al aplicar thidiazuron 500 mg·litro⁻¹ y citrolina 2 % más thidiazuron 500 mg·litro⁻¹ adelantaron la brotación, la uniformaron y los porcentajes fueron altos.

Las concentraciones de prolina presentes en yemas florales, durante las evaluaciones a las 21, 45, 94 y 241 horas después de la aplicación, no presentaron diferencias estadísticas; tampoco presenta una tendencia definida (Cuadro 5), por lo que se considera que no tiene relación con la aplicación de TDZ.

CUADRO 5. Prolina (μmol·g⁻¹ de peso fresco en yemas de ciruelo ‘Santa Rosa’, asperjados con promotores de la brotación.

Tratamiento	Horas después de la aplicación				
	6	21	45	94	241.5
Citrolina 3 % + thidiazuron 125 mg·litro ⁻¹	14.811 c ^z	45.50 a	6.330 a	11.167 a	40.38 a
Citrolina 3 % + thidiazuron 250 mg·litro ⁻¹	24.795 a	24.50 a	6.167 a	9.375 a	35.54 a
Citrolina 3 % + thidiazuron 500 mg·litro ⁻¹	19.323 b	33.69 a	7.333 a	7.000 a	39.97 a
Testigo	19.618 b	44.10 a	3.250 a	5.225 a	53.56 a

^z Medias con la misma letra dentro de columnas no presentan diferencias de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$)

Los azúcares totales presentaron una tendencia a disminuir desde la aplicación hasta la última evaluación realizada (Cuadro 6). Ryugo (1993) mencionó que los caducifolios tienen su nivel más bajo de carbohidratos durante la brotación. También Wang *et al.* (1987) mencionaron que los azúcares podrían ser movilizados para soportar el crecimiento y desarrollo de las yemas, y además, el TDZ pudiera convertir carbohidratos de reserva a formas más fácilmente asimilables, incrementar proteínas, ADN y ARN.

Sin embargo, se puede apreciar que las plantas con los tratamientos 1 y 2 tienen concentraciones más altas comparados con las plantas tratadas con citrolina al 3 % + 500 mg·litro⁻¹ de TDZ (que ya se habían brotado), esto pudiera deberse, como lo mencionó Saure (1985), a la utilización de los azúcares para el desarrollo de los brotes.

CUADRO 6. Azúcares totales mg·g⁻¹ en yemas florales de ciruelo ‘Santa Rosa’ asperjado con promotores de la brotación.

Tratamiento	Horas Después de Aplicación				
	6	21	45	94	241.5
Citrolina 3 % + thidiazuron 125 mg·litro ⁻¹	1.8750	0.625 b	0.781 a	0.3906 c	0.9063 a
Citrolina 3 % + thidiazuron 250 mg·litro ⁻¹	1.2500 c	1.563 a	1.094 a	0.6094 b	0.8438 a
Citrolina 3 % + thidiazuron 500 mg·litro ⁻¹	1.5313 b	0.875 b	0.813 a	0.5625 b	0.4500 b
Testigo	0.8813 d	0.906 b	0.934 a	0.7500 a	0.4531 b

^zMedias con la misma letra dentro de columnas no presentan diferencias, de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

Citrolina 2 % + TDZ 500 mg·litro⁻¹ y citrolina 3 % + TDZ 250 mg·litro⁻¹ promovieron la brotación durante un período corto y en un mayor porcentaje en los dos cultivos, adelantando 19 y 15 días, respectivamente, con relación al testigo.

No hubo efecto en las concentraciones de prolina en yemas florales de ciruelo al aplicar TDZ + citrolina.

Los azúcares totales presentan una tendencia a disminuir al inicio de la brotación.

LITERATURA CITADA

ALMAGUER V., G. 1986. Caracterización de cuatro cultivares de ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.) en Chapingo, Méx. Tesis de Maestría. Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

ANGULO M., M. 1990. Efecto del frío y aplicación de cianamida de hidrógeno en la brotación de yemas de vid (*Vitis vinefera* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.

BATES, L. S. 1972. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil* 39: 205-207.

BUSTAMANTE O., F. 1987. Diferenciación floral y producción forzada en ciruelo japonés *Prunus salicina* Lindl. X *Prunus cerasifera* E.) ‘Methley’ en Chapingo, México. Tesis de Maestría. Centro de Fruticultura. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.

CALDERÓN Z., G.; RODRÍGUEZ A., J. 1995. Producción forzada de durazno y ciruelo. Memorias del Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitogenética. México. pp. 76-81.

CALDERÓN Z., G.; RODRÍGUEZ A., J. 1996. Revent (thidiazuron o TDZ), un nuevo estimulador de la brotación para durazno y

- ciruelo. (Inédito) Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- CUTTING, J. G. M.; STYDOM, D. K.; JACOB, G. 1991. Changes in xylem constituents in response to restbreaking agents applied to apple before budbreak. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116 (4): 680-683.
- DÍAZ D., H.; ÁLVAREZ A.; SANDOVAL J. 1987. Cultural and chemical practices to induce uniform bud break of peach and apple under warm climates in Mexico. *Acta Horticulturae* 199: 129-136.
- EL-MANSY, H. I.; WALKER, D.R. 1969. Seasonal fluctuations of amino acids, organic acids, and simple sugar in 'Elberta' peach and 'Chinese' apricot flower buds during and after rest. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 44: 184-92.
- EDWARDS, G. R. 1987. Temperatures in relation to peach culture in the tropics. *Acta Horticulturae* 199: 61-62
- ERAKAR S., R.; MURUMKAR, C. V. 1994. Proline accumulation in *Tephrosia purpurea* Pers. *Biologic Plantarum* 37(2): 301-304.
- EREZ, A.; COUVILLON, G. A.; KAYS, S. J. 1980. The effect of oxygen concentration on the release of peach leaf buds from rest. *Hortscience* 15(1): 39-41.
- EREZ, A. 1987. Use of the rest avoidance technique in peaches in Israel. *Acta Horticulturae* 199: 137.
- EREZ, A. 1990. Off-season production of decidus fruits by manipulating the rest period. Institute of Horticulture. The Volcanic Center, Bet Dagan, Israel.
- GARCÍA E. 1988. Modificaciones a la Clasificación Climática de Köppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana UNAM. D. F., México.
- LIN, C. C.; KAO, C. H. 1995. NaCl stress in rice seedlings: effects of L-proline, glycylbetaine, L- and D- asparagines on shedding growth. *Biologic Plantarum* 37(2): 305-307.
- MOSBAH, M. K.; YELENOSKY, G. 1987. Evaluation of polyamines and proline levels during low temperature acclimation of citrus. *Plant Physiology* 84: 692-696.
- RYUGO, K. 1993. *Fruticultura, Ciencia y Arte*. AGT Editor. S.A. D.F. México.
- SAURE M., C. 1985. Dormancy release in deciduous fruit trees. *Hort. Rev.* 7:241-299
- SHULMAN, Y.; NIR, G.; FANBERSTEIN, L.; LAVEE, S. 1983. The effect of cyanamide on the release from dormancy of grapevine buds. *Scientia Horticulturae* 19: 97-104.
- TING, S. V. 1956. Rapid colorimetric method for simultaneous determination of total reducing sugar and fructose in citrus juice. *J. Agric. Food. Chem.* 4: 263-266.
- WANG, S.; Y.; STEFFENS, G. L.; FAUST, M. 1985. Breaking bud dormancy in apple with a plant bioregulator, thidiazuron. *Phytochemistry* 25(2): 311-3 17.
- WANG, S.; J. I., Z. L.; FAUST, M. 1987. Metabolic changes associated with bud break induced by thidiazuron. *Journal of Plant Growth Regulation* 6: 85-95.