



CIANAMIDA DE HIDRÓGENO INCREMENTA LA BROTAÇÃO DE PISTACHE (*Pistacia vera* L.) EN REGIONES ÁRIDAS CON FRÍO INSUFICIENTE

HYDROGEN CYANAMIDE INCREASES PISTACHIO (*Pistacia vera* L.) BUD BREAK IN ARID REGIONS WITH INSUFFICIENT CHILLING

Jesús Guadalupe Arreola-Avila¹; Abelardo Núñez-Barríos²; Gonzalo Vargas- Piedra¹
Ricardo Valdez-Cepeda¹; Amparo Borja-de la Rosa³; Ricardo Trejo- Calzada¹

¹Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Apdo. Postal Núm. 8. Bermejillo, Dgo. C.P. 35230.

²CELALA - INIFAP. Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. Av. Escorza Núm. 9000.

C. P. 9000. Chihuahua, Chih. Correo-e: arreolaavila@hotmail.com (¹Autor para correspondencia).

³División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo Estado de México. C.P. 56230. México

RESUMEN

El pistache (*Pistacia vera* L.) requiere de veranos prolongados y secos para su adecuado desarrollo y productividad. Estas condiciones son características de las zonas áridas y semiáridas. Aunque también lo son los inviernos cálidos, los cuales son más constantes debido, en parte, al cambio climático. Bajo estas condiciones los requerimientos de frío no son satisfechos por esta especie para su brotación satisfactoria. Por lo que el uso de uniformizadores de la brotación o compensadores de frío constituye una de las alternativas para resolver este problema. Este experimento se llevó a cabo con el objetivo de evaluar los efectos de cianamida de hidrógeno sobre la brotación en pistache (*Pistacia vera* L.) desarrollado en una región árida con insuficientes horas frío (≤ 7.2 °C). Yemas en dormancia sobre ramas de uno a cinco años de edad fueron tratadas en febrero 20 del 2006 y 2007 con 0, 25.5 y 51.0 g·L⁻¹ de H₂CN₂ [equivalente a 0, 2.5 y 5.0 % (v/v) de H₂CN₂]. Cianamida de hidrógeno adelantó e incrementó la brotación en ramas de 1 a 5 años de edad. La mayor brotación se observó cuando se aplicó H₂CN₂ al 5.0 %, sin causar fitotoxicidad. Cianamida de hidrógeno aplicada al 5.0 % \approx 30 días antes de inicios de brotación puede incrementar la brotación y compensar las horas frío cuando el pistache se desarrolla en ambientes con inviernos benignos.

Recibido: 17 de agosto, 2010
Aceptado: 13 de mayo, 2011
doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.10.056
<http://www.chapingo.mx/revistas>

PALABRAS CLAVE: Inviernos benignos, concentraciones, yemas vegetativas, edad de ramas.

ABSTRACT

The pistachio (*Pistacia vera* L.) requires extended dry summers for its proper development and productivity. These conditions are characteristic of arid and semiarid areas, as are mild winters which are more constant due in part to climate change. Under these conditions chilling requirements for the optimum budbreak of this species are not met. Therefore, the use of chilling compensators is one of the ways to solve this problem. This experiment was carried out to evaluate the effects of hydrogen cyanamide on budbreak in pistachio (*Pistacia vera* L.) grown in an arid region with insufficient chilling hours (≤ 7.2 °C). Dormant buds on branches from 1 to five years old were treated on February 20 of both 2006 and 2007 with 0, 25.5 and 51.0 g·L⁻¹ of H₂CN₂ [hereafter referred to as 0, 2.5 and 5.0 % (v/v) H₂CN₂]. Hydrogen cyanamide advanced and increased vegetative budbreak in branches from one to five years old. The highest budbreak was observed when H₂CN₂ was applied at 5.0 % without causing phytotoxicity. Hydrogen cyanamide applied at 5.0 % \approx 30 days before expected budbreak can increase budbreak and substitute for chilling when pistachio is grown in environments with mild winters.

KEY WORDS: Mild winters, concentrations, vegetative buds, branch age.

INTRODUCCIÓN

El pistache es una especie adaptada a condiciones áridas, y requiere para su desarrollo propicio veranos prolongados y secos (Crane y Takeda, 1979). Es una especie que tolera además condiciones de salinidad elevadas, característica muy frecuente en agua y suelos de estas regiones del norte de México.

INTRODUCTION

The pistachio is a species adapted to arid conditions and requires extended dry summers for its proper development (Crane and Takeda, 1979). It also tolerates high salinity conditions, which is a very common feature in water and soil in these northern regions of Mexico.

En regiones áridas con inviernos moderados los frutales caducifolios manifiestan un reposo prolongado y brotación incipiente, debido a que las necesidades de frío requeridas no son satisfechas. Para resolver el problema de falta de adaptación de estas especies, se han efectuado con resultados satisfactorios aplicaciones de diversos compuestos químicos como aceites, tiourea, nitrato de potasio, 4,6-dinitro-o-cresol y cianamidas (Erez, 1987). Entre éstos la cianamida de hidrógeno (cianamida ácida o H_2CN_2) ha tenido efectos sobre el adelanto e incremento de la brotación, entre otras respuestas, en diversos frutales caducifolios como nectarino [*Prunus persica* (L.) Batsch] (George y Nissen, 1988), manzano (*Malus pumila* L.) (Jackson y Bepete, 1995), durazno (*Prunus persica* L.) (George y Nissen, 1993; George et al., 1992), vid (*Vitis vinifera* L.) (McColl, 1986; George et al., 1988; Cirami y Furkaliev, 1991; Dookozlian et al., 1995), nogal pecanero (*Carya illinoensis* K. Koch) (Wood, 1993), arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) (Williamson et al., 2002), frambuesa (*Rubus idaeus* L.) (Jalonen y Linden, 2006) y pistache (*Pistacia vera* L.) (Pontikis, 1989).

El pistache requiere inviernos fríos, que acumulen aproximadamente 1,000 horas frío (temperaturas menores de 7 °C) para romper el reposo de las yemas (Crane y Takeda, 1979). La Comarca Lagunera está situada en el norte de México, Y comprende parte de los estados de Coahuila y Durango. La superficie cultivada con pistache en esta región es menor del 0.01 % del área dedicada a la agricultura de riego, que es de 173,352 mil ha aproximadamente, no obstante lo cual su potencial de desarrollo en el norte de México es importante. Uno de los factores que limitan el desarrollo de la industria de pistache en esta región, lo constituyen los inviernos que presentan una fluctuación de 89 a 435 horas frío, con un promedio de 265. Bajo estas condiciones esta especie manifiesta un porcentaje de yemas brotadas menor de 5 %, que conduce a una baja foliación del árbol y bajo potencial productivo. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar la aplicación de cianamida de hidrógeno, efectuada en varias concentraciones sobre el incremento en brotación de yemas vegetativas sobre ramas de diferente edad en pistaches en desarrollo del cultivar Kerman.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en una huerta de pistache de siete años de edad, injertados sobre patrones de *Pistacia atlántica*. La huerta está localizada al suroeste del municipio de Lerdo, Durango, y ubicada a los 25° 46' de latitud norte y 103° 31' de longitud oeste con una altura de 1,250 m. El tipo de suelo corresponde a un litosol, poco profundo, que tiene un pH de 7.8 y una textura areno-arcillosa. El clima es de tipo cálido y presenta una temperatura media anual de 21 °C. La precipitación promedio anual es de 273 mm, presentándose el 70 % de julio a septiembre. La cianamida de hidrógeno se

In arid regions with mild winters, deciduous fruits show a prolonged dormancy and incipient budbreak because the chilling requirements are not met. To solve the problem of lack of adaptation of these species, applications of various chemical compounds such as oils, thiourea, potassium nitrate, 4,6-dinitro-o-cresol and cyanamides have been successfully carried out (Erez, 1987). Among these hydrogen cyanamide (acid cyanamide or H_2CN_2) has had an impact on budbreak advancement and increase, among other responses, in various deciduous fruits such as nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] (George and Nissen, 1988), apple (*Malus pumila* L.) (Jackson and Bepete, 1995), peach (*Prunus persica* L.) (George and Nissen, 1993; George et al., 1992), grapevine (*Vitis vinifera* L.) (McColl, 1986; George et al., 1988; Cirami and Furkaliev, 1991; Dookozlian et al., 1995), pecan nut (*Carya illinoensis* K. Koch) (Wood, 1993), blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) (Williamson et al., 2002), raspberry (*Rubus idaeus* L.) (Jalonen and Linden, 2006) and pistachio (*Pistacia vera* L.) (Pontikis, 1989).

The pistachio requires cold winters to accumulate about 1,000 chilling hours (temperatures below 7 °C) to break bud dormancy (Crane and Takeda, 1979). The Comarca Lagunera (Lagunera region) is located in northern Mexico, and includes part of the states of Coahuila and Durango. The pistachio acreage in this region is less than 0.01 % of the area devoted to irrigated agriculture, which is approximately 173,352 ha. Despite this, the pistachio industry has significant development potential in northern Mexico. One of the factors limiting industry development in this region is the mild winters, during which the number of chilling hours ranges from 89 to 435, with an average of 265. Under these conditions this species shows a budbreak percentage of less than 5 %, which leads to low tree foliation and low productive potential. Therefore, the aim of this study was to evaluate the application of various concentrations of hydrogen cyanamide on vegetative budbreak increase on different-age branches in developing Kerman cultivar pistachio trees.

MATERIALS AND METHODS

This study was conducted in a seven-year-old pistachio orchard, which was established by grafting on *Pistacia atlantica* rootstock. The orchard is located southwest of the town of Lerdo, Durango, at 25° 46' north latitude and 103° 31' west latitude with an altitude of 1,250 m. The soil is a shallow litosol, with a pH of 7.8 and a sandy-loam texture. The climate is warm with a mean annual temperature of 21 °C. Average annual rainfall is 273 mm, with 70 % occurring from July to September. Hydrogen cyanamide was applied on February 20, a month before the onset of budbreak, at a rate of 0, 25.5 g·L⁻¹ and 51.0 g·L⁻¹, corresponding to 0, 2.5 and 5.0 % (v/v) H_2CN_2 . The application was made using a brush, thoroughly wetting the buds of the selected branches of one, two, three,

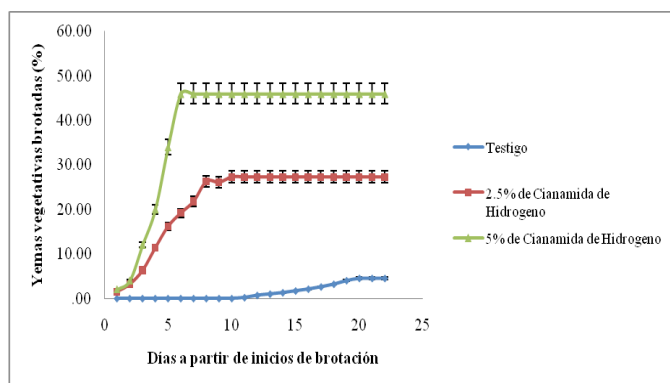


FIGURA 1. Dinámica de brotación de yemas de pistache durante 2006, como respuesta a los tratamientos de cianamida de Hidrógeno de 0, 2.5 y 5.0 %. Barras verticales indican error estándar de cada punto que representa la media de 10 observaciones.

FIGURE 1. Budbreak dynamics of pistachio in 2006, in response to hydrogen cyanamide treatments of 0, 2.5 and 5.0 %. Vertical bars indicate the standard error of each point that represents the mean of 10 observations.

aplicó el 20 de febrero, un mes antes de que ocurra el inicio de brotación a razón de 0, 25.5 g·L⁻¹ y 51.0 g·L⁻¹ que corresponden a 0, 2.5 y 5.0 % (v/v) de H₂CN₂. La aplicación se efectuó utilizando una brocha, humedeciendo completamente las yemas de las ramas seleccionadas de uno, dos, tres, cuatro y cinco años de edad. Se incluyó un testigo sin aplicación. Las variables, inicio y porcentaje final de yemas brotadas se evaluaron considerando un diseño experimental de bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas, con cinco repeticiones, correspondiendo a las parcelas grandes las concentraciones de cianamida, y las subparcelas estuvieron constituidas por la edad de las ramas tratadas. Se consideró un árbol como unidad experimental y 20 ramas de cinco años por cada árbol. Se utilizaron en el estudio un total de 15 árboles. Éstos fueron tratados en los inviernos del 2005-06 y 2006-07, en los cuales se acumularon 266 y 204 horas frío con temperatura menor de 7.2 °C. Los datos fueron analizados mediante el sistema estadístico SAS versión 9.1 (SAS Institute, 2002. Cary, N.C.). Las comparaciones entre medias se establecieron utilizando la prueba de Tukey a una P≤0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Adelanto en brotación

La aplicación de cianamida de hidrógeno al 2.5 y 5.0 % efectuada en el invierno 2005-06, promovió el inicio de brotación el 12 de marzo, cuando habían transcurrido 71 días a partir del primero de enero (Figura 1), mientras que en el testigo este evento se observó el 23 de marzo, a los 82 días de inicios de año. La máxima brotación de yemas ocurrió 11 y 14 días después de iniciada la brotación para H₂CN₂ al 2.5 y 5.0 %, mientras que para el testigo ésta se presentó a los 16 días. En el año 2007 la aplicación de

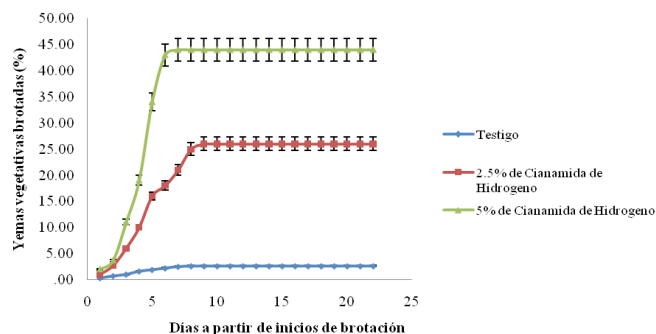


FIGURA 2. Dinámica de brotación de yemas de pistache durante 2007, como respuesta a los tratamientos de cianamida de Hidrógeno de 0, 2.5 y 5.0%. Barras verticales indican error estándar de cada punto que representa la media de 10 observaciones.

FIGURE 2. Budbreak dynamics of pistachio in 2007, in response to hydrogen cyanamide treatments of 0, 2.5 and 5.0 %. Vertical bars indicate the standard error of each point that represents the mean of 10 observations.

four and five years of age. We included a control without application. The start and final percentage budbreak variables were evaluated based on a randomized complete block experimental design with a split-block arrangement, with five replications, and with the large plots corresponding to the cyanamide concentrations and the sub-plots to the age of the branches treated. A tree was considered as the experimental unit with 20 five-year-old branches for each tree. In total, 15 trees were used in the study. They were treated in the winters of 2005-2006 and 2006-07, in which 266 and 204 chilling hours with the temperature lower than 7.2 °C were accumulated. Data were analyzed using SAS statistical analysis software version 9.1 (SAS Institute, 2002. Cary, N.C.). Means were compared using Tukey's test at P≤0.05.

RESULTS AND DISCUSSION

Budbreak advancement

The application of hydrogen cyanamide at 2.5 and 5.0 %, made in the winter of 2005-06, promoted the onset of budbreak on March 12 when 71 days had elapsed from the first of January (Figure 1), while in the control this event was observed on March 23, or 82 days after the start of the year. The highest budbreak occurred 11 and 14 days after the onset of budbreak for H₂CN₂ at 2.5 and 5.0 %, while this occurred at 16 days for the control. In 2007 the application of cyanamide prior to budbreak advanced its onset, which was observed on March 11, by eleven days (Figure 2). The pattern of budbreak dynamics for treated and untreated trees in the winter of 2006-2007 was very similar to that observed in the previous year, which is why it can be said that the prevalent conditions of each year, at least during the period that this event lasted, had no significant impact on it. The application of cyanamide advanced the onset of budbreak without causing phytotoxicity. The early budbreak

cianamida antes de brotación adelantó once días el inicio de la misma, la cual se observó el 11 de marzo (Figura 2). El patrón de la dinámica de brotación para los árboles tratados y no tratados en invierno 2006-2007 fue muy similar al observado en el año anterior, por lo que se considera que la condición de cada año, al menos durante el periodo que duró este evento, no tuvo un impacto considerable sobre el mismo. La aplicación de cianamida adelantó el inicio de brotación sin causar efectos de fitotoxicidad. El inicio de brotación temprana como respuesta a la aplicación de cianamida de hidrógeno, evidencia la capacidad de este producto para sustituir al menos parcialmente los requerimientos de frío del pistache bajo las condiciones en las que se hizo el estudio. Similares resultados han sido observados por Pontikis (1989) en esta especie y en otros frutales cultivados en Australia (George y Nissen, 1988; George *et al.*, 1988. George *et al.*, 1992; George y Nissen, 1993; Mc Coll, 1986), así como en otras regiones con inviernos benignos (Linsley-Noakes, 1989; Jackson y Bepete, 1995; Dookozlian *et al.*, 1995; Williamson *et al.*, 2002).

Concentraciones de cianamida y brotación en ramas de diferente edad

En el año 2006 la brotación en ramas de uno a cinco años de edad, se incrementó significativamente con el aumento de la concentración de cianamida de hidrógeno (Cuadro 1). La aplicación de cianamida de hidrógeno al 2.5 % incrementó cuatro veces la brotación de yemas desarrolladas en ramas de uno, dos y tres años de edad; no obstante, esta variable aumentó cinco, seis y siete veces cuando el producto se aplicó a una concentración del 5 % (Cuadro 1). En ramas de cuatro y cinco años de edad, cianamida aplicada al 2.5 % incrementó el porcentaje de brotación en por lo menos catorce veces, en comparación con el testigo, observándose un incremento en al menos del 36 %, cuando la concentración del producto se incrementó al 5 %.

Cianamida de hidrógeno aplicada en el invierno 2006-2007 tuvo un efecto muy similar al observado el año anterior (Cuadro 1). Incrementos de cuatro y seis veces en el porcentaje de yemas brotadas se observaron en ramas de uno y dos años de edad como respuesta a la aplicación de cianamida al 2.5 y 5 %, respectivamente, de seis y diez veces en ramas de tres años de edad y al menos de once y 37 veces en ramas de cuatro y cinco años de edad. La respuesta significativa al producto fue de mayor impacto en ramas de cuatro y cinco años de edad, debido al bajo porcentaje de yemas brotadas en las ramas de la misma edad sin aplicar. No obstante lo anterior, el mayor porcentaje de yemas brotadas se observó en ramas de un año de edad, superando significativamente al encontrado en ramas de dos a cinco años de edad dentro de cada tratamiento. El mayor porcentaje de yemas brotadas en ramas de un año de edad observado en este estudio,

CUADRO 1. Brotación de yemas en ramas de diferente edad, como respuesta a las aplicaciones de cianamida de hidrógeno durante dos años en prebrotación.

TABLE 1. Budbreak on different-age branches in response to applications of hydrogen cyanamide for two years in pre-budbreak.

Edad de Ramas (años)	Cianamida de hidrógeno (%)		
	0	2.5	5.0
	Yemas brotadas (%)		
	2006		
1	10.4 h ^z	49.3 b	56.4 a
2	7.0 i	33.6 e	46.7 b
3	4.9 i	11.7 f	41.6 c
4	1.0 j	14.6 g	45.8 b
5	0.9 j	20.1 f	36.6 d
	2007		
1	9.3 h	45.0 b	59.2 a
2	6.3 i	33.0 e	45.6 b
3	4.0 j	24.6 f	41.4 c
4	1.1 k	11.8 g	39.6 c
5	1.0 k	12.9 g	37.0 d

^zMedias con la misma letra dentro y entre cada columna son iguales, de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

^{*}Means with the same letter within and between each column are equal, according to Tukey's test at $P \leq 0.05$.

in response to the application of hydrogen cyanamide demonstrates the ability of this product to at least partially substitute the chilling requirements of pistachio under the conditions in which this study was conducted. Similar results have been observed by Pontkis (1989) in this species and in other fruit grown in Australia (George and Nissen, 1988; George *et al.*, 1988; George *et al.*, 1992; George and Nissen, 1993; McColl, 1986), as well as in other regions with mild winters (Lindsay-Noakes, 1989; Jackson and Bepete, 1995; Dookozlian *et al.*, 1995; Williamson *et al.*, 2002).

Cyanamide concentrations and budbreak in different-age branches

In 2006, the budbreak on branches one to five years old increased significantly with increased concentrations of hydrogen cyanamide (Table 1). The application of hydrogen cyanamide at 2.5 % increased bud breaking by four times on branches of one, two and three years of age; however, this variable increased five, six and seven times when the product was applied at a concentration of 5 % (Table 1). In four- and five-year-old branches, cyanamide applied at 2.5 % increased the budbreak percentage by at least fourteen times compared with the control, with an increase of at least 36 % observed when the concentration of the product was increased to 5 %.

Hydrogen cyanamide applied in the winter of 2006-2007 had a very similar effect to that observed the

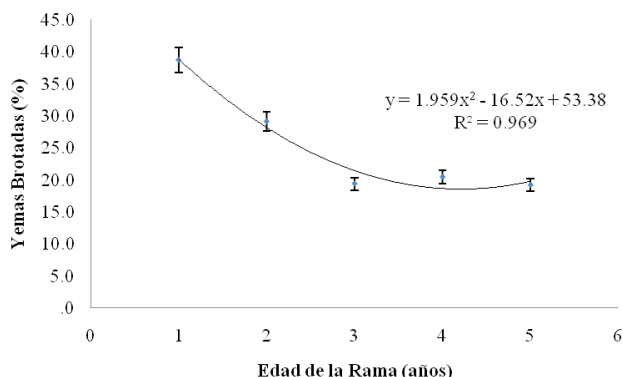


FIGURA 1. Relación entre porcentaje de yemas brotadas y edad de ramas de pistache en 2006. Barras verticales indican el error estándar de cada punto respectivo, que representa la media de 150 observaciones. Datos ajustados a un modelo cuadrático ($P \leq 0.001$).

FIGURE 1. Relationship between budbreak percentage and pistachio branch age in 2006. Vertical bars indicate the standard error of each respective point, which represents the average of 150 observations. Data adjusted to a quadratic model ($P \leq 0.001$).

coincide con el encontrado en Kiwi por Linsley-Noakes (1989), quienes agregan que las ramas de un año de edad en esta especie son más sensitivas que las adultas.

El incremento en brotación como respuesta a la aplicación del producto, pone de manifiesto el efecto de algunos químicos como cianamida para sustituir parcialmente la falta de frío en esta especie, al cultivarse en áreas con inviernos que acumulan menos de 300 horas frío, como los que se registran en el área donde se llevó a cabo el estudio. Se ha observado en nogal pecanero (Wood, 1997) y otros frutales caducifolios (Cirami y Fuekaliev, 1991; Williamson *et al.*, 2001) un efecto significativo de la época de aplicación sobre la brotación de yemas. Aunque en este estudio este aspecto no se evaluó; se pone de manifiesto el efecto consistente de la concentración de cianamida en el incremento de brotación de yemas vegetativas en esta especie.

Por otro lado, los resultados encontrados en el presente estudio, muestran las bondades que tienen los uniformizadores de la brotación sobre especies de clima templado, como el pistache, para cultivarse satisfactoriamente en regiones subtropicales o con inviernos benignos, similares al encontrado en esta región. Así lo muestran algunos resultados donde se cultivan con éxito *Polidrupas* (Palonen y Linden, 2006) pomáceas (Jackson y Bepete, 1995), incluyendo drupáceas (George *et al.*, 1992), introducidas en regiones menos frías a las que presentan sus áreas de origen.

Edad de ramas y porcentaje de brotación

En la primavera de 2006 la mayor brotación de yemas en ramas de un año de edad tiende a disminuir en ramas

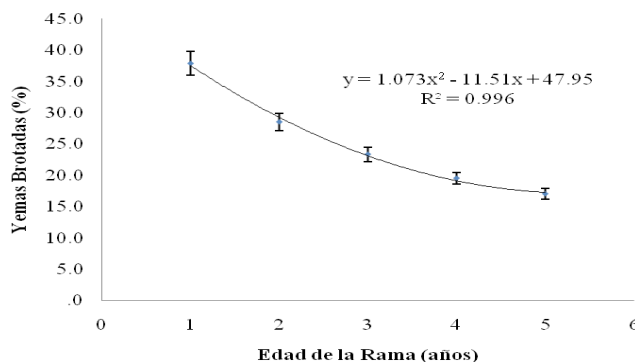


FIGURA 2. Relación entre porcentaje de yemas brotadas y edad de ramas de pistache en 2007. Barras verticales indican el error estándar de cada punto respectivo, que representa la media de 150 observaciones. Datos ajustados a un modelo cuadrático ($P \leq 0.001$).

FIGURE 2. Relationship between budbreak percentage and pistachio branch age in 2007. Vertical bars indicate the standard error of each respective point, which represents the average of 150 observations. Data adjusted to a quadratic model ($P \leq 0.001$).

previous year (Table 1). Increments of four and six times in budbreak percentage were observed in one- and two-year-old branches in response to the application of hydrogen cyanamide at 2.5 and 5 %, respectively, of six and ten times in three-year-old branches, and of at least eleven and 37 times in four- and five-year-old branches. The product had a greater impact on four- and five-year-old branches, due to the low budbreak percentage on untreated branches of the same age (control). Notwithstanding the foregoing, the highest budbreak percentage was observed on one-year-old branches, significantly exceeding that found on branches from two to and five years of age within each treatment. The highest budbreak percentage on one-year-old branches observed in this study coincides with that found in kiwi by Linsley-Noakes (1989), who noted that the one-year-old branches in this species are more sensitive than the adults.

The increase in budbreak in response to product application shows the ability of some chemicals such as cyanamide to partially compensate for the lack of cold in this species when grown in areas with winters that accumulate less than 300 chilling hours, such as those recorded in the area where the study took place. The time of the application has been observed to have a significant effect on budbreak in pecan walnut (Wood, 1997) and other deciduous fruits (Cirami and Fuekaliev, 1991; Williamson *et al.*, 2001). Although the timing factor was not assessed in this study, it shows the consistent effect of the cyanamide concentration in increasing vegetative budbreak in this species.

Furthermore, the results found in this study show the benefits that chilling compensators have on temperate species, such as pistachio, allowing them to be grown successfully in subtropical regions or those with mild winters, similar to that found in this region. These

de dos y tres años, observándose una tendencia hacia un ligero incremento en ramas de cuatro años, para volver a disminuir en las ramas de mayor edad (Figura 3). Para 2007, la tendencia hacia el decremento de la brotación, conforme incrementó la edad de la rama, fue altamente significativa (Figura 4). Esta tendencia de tipo cuadrático explica en parte la capacidad que tiene el árbol para inducir mayor brotación, principalmente en la parte apical del dosel de la copa, es decir, en las ramas más jóvenes, la cual se reduce considerablemente hacia el interior de la misma. La disminución en el porcentaje de yemas brotadas con el incremento de la edad de las ramas, es digna de considerarse cuando el objetivo es incrementar la brotación en estas unidades, que de manera natural presentan un bajo porcentaje de la misma y distribuir por consiguiente una mejor foliación en la copa.

CONCLUSIONES

Las yemas tratadas con cianamida de hidrógeno adelantaron su brotación 10 días respecto a las no tratadas.

Cianamida de hidrógeno estimuló la brotación en ramas de uno a cinco años de edad.

La respuesta en brotación de las yemas tratadas, aumentó con el incremento de la concentración del producto.

Las ramas de un año de edad mostraron mayor sensibilidad hacia la brotación respecto a las ramas de mayor edad.

Los resultados obtenidos en el presente estudio, ponen de manifiesto la efectividad del producto para estimular la brotación de las yemas del pistache, bajo condiciones de invierno con menos de 300 horas frío.

LITERATURA CITADA

- CIRAMI R. M.; FUEKALIEV D. G. 1991. Effect of time of pruning and hydrogen cyanamide on growth and development of glasshouse-grown cardinal grapes. *Austral. J. Expt. Agr.* 31(2): 273-278.
- CRANE J.; TAKEDA T. 1979. The unique response of the pistachio tree to inadequate winter chilling. *HortScience* 14(2): 135-137.
- DOOKOZLIAN N. K.; WILLIAMS L. E.; NEJAR. A. 1995. Chilling exposure and hydrogen cyanamide interact in breaking dormancy of grape fruits. *HortScience* 30(6): 1244-1247.
- EREZ A. 1987. Chemical control of budbreak. *HortScience* 22: 1240-1243.
- GEORGE A. P.; NISSEN R. J. 1988. Chemical methods on breaking dormancy of low chill nectarines: Preliminary evaluations in subtropical Queensland. *Austral. J. Expt. Agr.* 28(3): 425-429.
- GEORGE A. P.; NISSEN R. J.; BAKER J. A. 1988. Effects of hydrogen cyanamide in manipulating budburst and advancing fruit maturity of table grapes in south-eastern Queensland.

benefits are evidenced in other studies in which polydrupes (Palonen and Linden, 2006) and pomes (Jackson and Bepet, 1995), including drupes (George et al., 1992), have been successfully grown in areas warmer than their places of origin.

Branch age and budbreak percentage

In the spring of 2006 the higher budbreak on one-year-old branches tended to decrease in two- and three-year-old branches, followed by a tendency towards a slight increase in four-year-old branches and then fall again in older branches (Figure 3). For 2007, the trend towards decreased budbreak with increasing branch age was highly significant (Figure 4). This quadratic trend partly explains the tree's ability to induce higher budbreak, mainly in the apical part of the crown canopy, *i.e.*, the youngest branches, which is considerably reduced toward its interior. The decrease in budbreak percentage with increasing branch age is worthy of consideration when the goal is to increase budbreak in these units, which naturally have a low budbreak percentage and therefore a better foliage distribution in the crown.

CONCLUSIONS

Buds treated with hydrogen cyanamide had their budbreak advanced 10 days compared to untreated ones.

Hydrogen cyanamide stimulated budbreak on branches from one to five years old.

The budbreak response in treated buds increased with increasing product concentration.

The one-year-old branches showed greater sensitivity to budbreak compared to older branches.

The results obtained in this study show the effectiveness of the product to stimulate budbreak in pistachio, under winter conditions with less than 300 chilling hours.

End of English Version

- Austral. J. Expt. Agr.* 28(4): 533-538.
- GEORGE A. P.; LLOYD J.; NISSEN R. J. 1992. Effects of hydrogen cyanamide, paclobutrazol and pruning date on dormancy release of the low chill peach cultivar Flordaprince in subtropical Australia. *Austral. J. Expt. Agr.* 32(1): 89-95.
- GEORGE A. P.; NISSEN R. J. 1993. Effects of growth regulators on defoliation, flowering and fruit maturity of the low chill peach cultivar Flordaprince in subtropical Australia. *Austral. J. Expt. Agr.* 33(6): 787-795.
- JACKSON J. E.; BEPETE M. 1995. The effect of hydrogen cyanamide (Dormex) on flowering and cropping of different apple cultivars under tropical conditions of subtropical winter

- chilling. *Scientia Horticulturae* 60(3): 293-304.
- LINSLEY-NOAKES G. C. 1989. Improving flowering of kiwi fruit in climatically marginal areas using hydrogen cyanamide. *Scientia Hort.* 38: 247-259.
- McCOLL C. R. 1986. Cyanamide advances the maturity of table grapes in central Australia. *Austral. J. Expt. Agr.* 26(4): 505-509.
- PALONEN P.; LINDEN L. 2006. Breaking dormancy in red raspberry with hot water treatment and its effects on cold hardiness. *HortScience* 131(2): 209-213.
- PONTIKIS C. A. 1989. Effects of hydrogen cyanamide on bloom advancement in female pistachio (*P. vera* L.). *Fruit Var. J.* 43(3): 125-128.
- SAS 2002. User's Guide, version 9.1. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
- WILLIAMSON J. G.; KREWER G.; MAUST B. E.; MILLER E. P. 2002. Hydrogen cyanamide accelerates vegetative budbreak and shortens fruit development period of blueberry. *HortScience* 37(3): 539-542.
- WILLIAMSON J. G.; MAUST B. E.; NESMITH D. S. 2001. Timing and concentration of hydrogen cyanamide affect blueberry bud development and flower mortality. *HortScience* 36(5): 922-924.
- WOOD B. D. 1997. Hydrogen cyanamide advances pecan budbreak and harvesting. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(6): 690-693.