

Evaluación de cianamida hidrogenada en brotación, rendimiento y calidad de nuez de nogal pecanero

Evaluation of hydrogenated cyanamide in in budbreak, yield and nut quality of pecan

Rafael Zuñiga-Valenzuela¹ , Elizabeth Zuñiga-Valenzuela¹ , Urbano Nava-Camberos^{1*} , José Luis García-Hernández¹ , Pablo Preciado-Rangel² , Cristo Omar Puente-Valenzuela³ 

¹Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo Km 32, CP. 35111. Venecia, Gómez Palacio, Durango, México.

²Instituto Tecnológico de Torreón: Carretera Torreón - San Pedro De las Colonias KM 7.5, CP. 27018. Ejido Ana, Torreón, Coahuila, México.

³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Margen derecha canal Sacramento km 6.5, CP. 35120. Gómez Palacio, Durango, México

*Autor de correspondencia: nava_cu@hotmail.com

Artículo científico

Recibido: 20 de marzo 2024

Aceptado: 30 de agosto 2024

RESUMEN. Las horas frío efectivas (HFE) son un factor ambiental que influye en el desarrollo del nogal, al poder retrasar las brotaciones además de reducir la producción. El objetivo fue evaluar cianamida hidrogenada (H_2CN_2), como compensador de HFE en el cultivo de nogal pecanero (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch). Realizando dosificaciones de ≈ 0 , ≈ 2.5 , ≈ 5 y $\approx 7.5\%$ de cianamida evaluando la brotación en diferentes fechas. se observaron diferencias significativas en las evaluaciones de brotación del 22 y 26 de marzo. En los árboles sin tratar (0%) se tuvo un 3.6% de brotación, mientras que en los tratados con cianamida se incrementó, registrándose un 12.8, 16.4 y 29.4%, respectivamente. Para la fecha del 26 de marzo en los testigo se presentó el 9.9% de brotación, y los tratados de 23.5, 28.6 y 54.6%, en la longitud de brote las fechas del tres de mayo y siete de junio, en el testigo la longitud promedio del brote fue de 4.0 a 4.7 cm; y en los tratados, la longitud promedio del brote fue de 5.7 a 6.2 cm, 6.5 a 7.2 cm y 5.2 a 6.0 cm. En la variable de producción el tratamiento de 7.5% mostró diferencia estadística sobre los demás tratamientos con media de 40 kg por árbol, los tratamientos de 0, 2.5 y 5% produjeron 30.1, 33.2 y 34.8 respectivamente. De acuerdo a los resultados obtenidos la cianamida influye en el desarrollo de la brotación y aumenta la producción, sin disminuir la calidad de la nuez.

Palabras clave: Compensador de horas frío, horas frío efectivas, producción de nuez.

ABSTRACT. Effective chilling hours (EFH) are an environmental factor that influences the development of the walnut tree, by being able to delay sprouting in addition to reducing production. The objective was to evaluate hydrogenated cyanamide (H_2CN_2), as a HFE compensator in the pecan walnut crop (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch). Carrying out dosages of ≈ 0 , ≈ 2.5 , ≈ 5 and $\approx 7.5\%$ of cyanamide, evaluating sprouting on different dates. Significant differences were observed in the sprouting evaluations on March 22 and 26. In untreated trees (0%) there was 3.6% sprouting, while in those treated with cyanamide it increased, registering 12.8, 16.4 and 29.4%, respectively. For the date of March 26, the control showed 9.9% sprouting, and the treated ones, 23.5, 28.6 and 54.6%, in the shoot length on the dates of May 3 and June 7, in the control trees. the average shoot length was 4.0 to 4.7 cm; and in treated trees, the average shoot length was 5.7 to 6.2 cm, 6.5 to 7.2 cm and 5.2 to 6.0 cm. In the production variable, the 7.5% treatment showed a statistical difference over the other treatments with an average of 40 kg per tree, the 0, 2.5 and 5% treatments produced 30.1, 33.2 and 34.8 respectively. According to the results obtained, cyanamide influences the development of sprouting and increases production, without reducing the quality of the nut.

Keywords: Cold hours compensator, effective cold hours, pecan production.

Como citar: Zuñiga-Valenzuela R, Zuñiga-Valenzuela E, Nava-Camberos U, García-Hernández JL, Preciado-Rangel P, Puente-Valenzuela O (2024) Evaluación de cianamida hidrogenada en brotación, rendimiento y calidad de nuez de nogal pecanero. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 11(3): e4079. DOI: 10.19136/era.a11n3.4079.

INTRODUCCIÓN

El nogal pecanero es el cultivo más importante de frutales en la región lagunera ubicada en los estados de Coahuila y Durango en el norte de México, con un valor aproximado de 8 000 millones de pesos, y una superficie plantada en 2020 de 103 711 hectáreas, con una producción de 116 224 toneladas, donde las variedades más comunes son Western y Wichita (SIAP 2021).

El desarrollo de los frutales, como el nogal pecanero, de acuerdo con Balandier *et al.* (1993) está caracterizado anualmente por una fase de crecimiento activo (primavera-verano) alternando con un periodo de descanso (otoño-invierno). Este período de descanso se define como una suspensión temporal del crecimiento visible en cualquier estructura vegetal que contenga un letargo, y se divide en tres estados: paradormancia, endodormancia y ecodormancia (Lang *et al.* 1987). Una vez concluido el estado de ecodormancia, el crecimiento se reanuda siempre y cuando la planta esté sometida a un período de bajas temperaturas, que varía para cada variedad. Las variedades de nogal requieren de 400 a 1 000 HFE (≤ 7.2 °C) para romper la etapa de dormancia de las yemas, estimando que Western necesita 600 HFE y Wichita 400 HFE (Osorio-Acosta *et al.* 1987).

En la Región Lagunera donde los inviernos son benignos y no proveen el frío suficiente, se producen irregularidades en la brotación, por brotaciones deficientes, floración irregular y amplio período, foliación raquílica, y poca ramificación; por lo que disminuye el rendimiento potencial, factor que puede impedir la máxima productividad. Aunado a esto las condiciones de calentamiento global, aumenta la temperatura, lo que provoca cambios en el ciclo fisiológico y la producción de frutales en regiones áridas (Jangra y Sharma 2013), por lo que es necesario utilizar compuestos que ayudan a superar la latencia en los nogales Western y Wichita, lo que resulta en correcta brotación de las yemas. La (H_2CN_2) tiene un efecto localizado, es decir, sólo brota si la aplicación se realiza directamente sobre la zona de interés, la dosificación puede variar y la suma de horas de frío acumulado (Pérez y Lira 2005). Además, es el producto más utilizado para ayudar a romper la dormancia (Souza *et al.* 2021), se comercializa bajo el nombre de Dormex® (BASF). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar tres dosis de cianamida hidrogenada (H_2CN_2), como compensador de horas frío efectivas en el cultivo de nogal pecanero Western y Wichita en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de Gómez Palacio, Durango, México, en las coordenadas geográficas 25° 44' 55.01'' de Latitud Norte y 103° 21' 28.26'' de Longitud Oeste a una altitud sobre el nivel del mar de 1 110 m, durante el ciclo agrícola 2022 en una huerta representativa de la región; con una edad de 27 años, y nogales de las variedades Western y Wichita. Se aplicaron cuatro riegos durante el ciclo del cultivo. La fertilización consistió en el uso de 200 kg de urea por ha (92 kg de N por ha), además de biofertilizantes a base de biol de nopal y lixiviado de lombriz.

Los tratamientos evaluados fueron tres dosis de cianamida hidrogenada (H_2CN_2), $\approx 2.5\%$, $\approx 5\%$ y $\approx 7.5\%$, correspondiendo a 2.5, 5.0 y 7.5 L en 100 L de agua, respectivamente, y un testigo sin tratar

(0%). Se agregaron 2 L de aceite vegetal por 100 L de agua como coadyuvante. La aplicación de los tratamientos se realizó el 15 de febrero del 2022 mediante aspersion foliar.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con seis repeticiones por tratamiento. Cada una compuesta por tres árboles, lo que totalizó 18 árboles por tratamiento. Se seleccionaron seis ramas (brotes de crecimiento anual) al azar por árbol para el conteo del número de yemas totales y brotadas para estimar el porcentaje de brotación en cuatro fechas de evaluación (22 y 26 de marzo, 5 y 30 de abril, correspondiendo a los 81, 85, 95 y 120 días julianos), respectivamente. Adicionalmente se evaluó la longitud del brote en tres fechas; (3 de mayo, 7 de junio y 16 de julio, correspondiendo a los 121, 156, y 195 días julianos) así como el rendimiento por árbol y la calidad de la nuez (longitud, ancho y porcentaje de almendra).

Los datos de las variables evaluadas fueron sometidos a análisis de varianza y comparación de medias de tratamientos utilizando la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), mediante el programa estadístico SPSS Statistics 23 (Rivadeneira *et al.* 2020). Se efectuaron análisis de regresión lineal simple para determinar la relación entre las dosis de cianamida (x) y los porcentajes de brotación (y), cuyo modelo es $y = \beta_0 + \beta_1 x$. Adicionalmente se efectuaron regresiones cuadráticas para representar la dinámica de brotación del nogal, cuyo modelo es $y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2$ donde y es el porcentaje de brotación y x es el tiempo expresado en días julianos (Rodríguez *et al.* 2011).

RESULTADOS

Dinámica de brotación del nogal

El 22 de marzo, correspondiente a los 81 días julianos, los números y porcentajes de yemas brotadas fueron significativamente diferentes entre las dosis de cianamida ($P = 0.0269$), ($P = 0.0362$), respectivamente. En los árboles testigo se registró el 0.2 de yemas abiertas por brote (3.6% de brotación), mientras que en los árboles tratados con 2.5, 5.0 y 7.5% del compensador de frío, se incrementó la brotación, registrando 1.4, 1.3 y 3.2 yemas activas por brote (12.8, 16.4 y 29.4% de brotación), respectivamente (Figuras 1 y 2). Para el 26 de marzo (85 días julianos) también se detectaron diferencias significativas en los números de yemas brotadas y en los porcentajes de brotación entre los tratamientos de dosis de cianamida, ($P < 0.0001$); ($P = 0.0001$), respectivamente. En esta fecha los árboles testigo presentaron un promedio de 0.5 yemas abiertas por brote (9.9% de brotación), en tanto que los árboles tratados con 2.5, 5.0 y 7.5% de cianamida, presentaron 2.7, 2.4 y 6.1 yemas activas por brote (23.5, 28.6 y 54.6% de brotación), respectivamente (Figuras 1 y 2).

En la evaluación del 5 de abril (95 días julianos) se observó un incremento notable en la brotación de los árboles de nogal en todos los tratamientos. En esta fecha se detectaron diferencias significativas en los números de yemas brotadas y en los porcentajes de brotación entre los tratamientos de dosis de cianamida ($P = 0.0010$); ($P = 0.0257$), respectivamente. En esta fecha los árboles con 0, 2.5, 5.0 y 7.5 % de cianamida presentaron promedios de 2.2, 5.5, 4.7 y 9.4 yemas abiertas por brote, equivalentes a 60.4, 69.1, 74.0 y 83.1% de brotación, respectivamente (Figuras 1 y 2).

En la evaluación del 30 de abril (120 días julianos) se alcanzó el 100% de brotación de los árboles de nogal en todos los tratamientos. Sin embargo, las cantidades de yemas brotadas variaron significativamente entre los tratamientos de dosis de cianamida ($P = 0.0007$). En esta fecha los árboles con 0, 2.5, 5.0 y 7.5% de cianamida presentaron promedios de 3.4, 7.1, 6.1 y 11.3 yemas abiertas por brote, respectivamente. Estos resultados indican que las dosis de 2.5 y 5.0% de cianamida duplicaron el número de yemas brotadas; mientras que la dosis de 7.5% triplicó el número de yemas brotadas (Figuras 1 y 2).

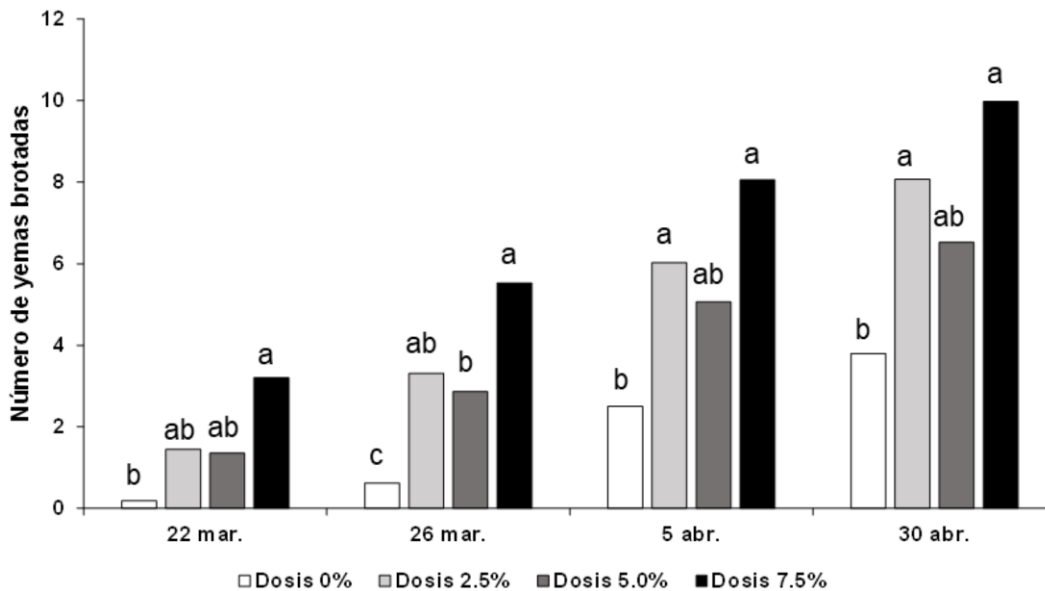


Figura 1. Dinámica de brotación del nogal en diferentes dosis de cianamida de hidrógeno.

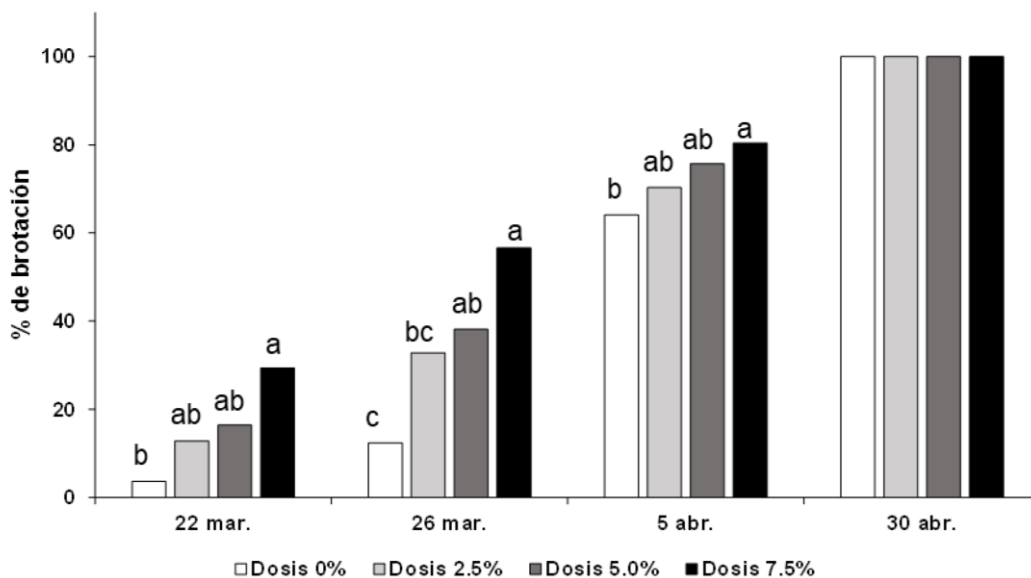


Figura 2. Porcentajes de brotación del nogal en diferentes dosis de cianamida de hidrógeno.

Se observó una relación lineal positiva entre la dosis de cianamida y el porcentaje de brotación de los árboles de nogal en las evaluaciones realizadas el 22 y 26 de marzo y 5 de abril, de tal manera que al incrementarse la dosis de cianamida se observó un incremento en el porcentaje de brotación (Figura 3). Las ecuaciones de regresión lineal simple que estiman el porcentaje de brotación en función de la dosis de cianamida para cada fecha de evaluación se presentan en la Tabla 1. Puede observarse que las relaciones entre dosis de cianamida y porcentajes de brotación son altamente significativas ($P = < 0.0001 - 0.0027$), sin embargo la capacidad predictiva de las ecuaciones de regresión es baja para el 5 de abril ($R^2 = 0.36$) y para el 22 y 26 de marzo ($R^2 = 0.61$) (Tabla 1).

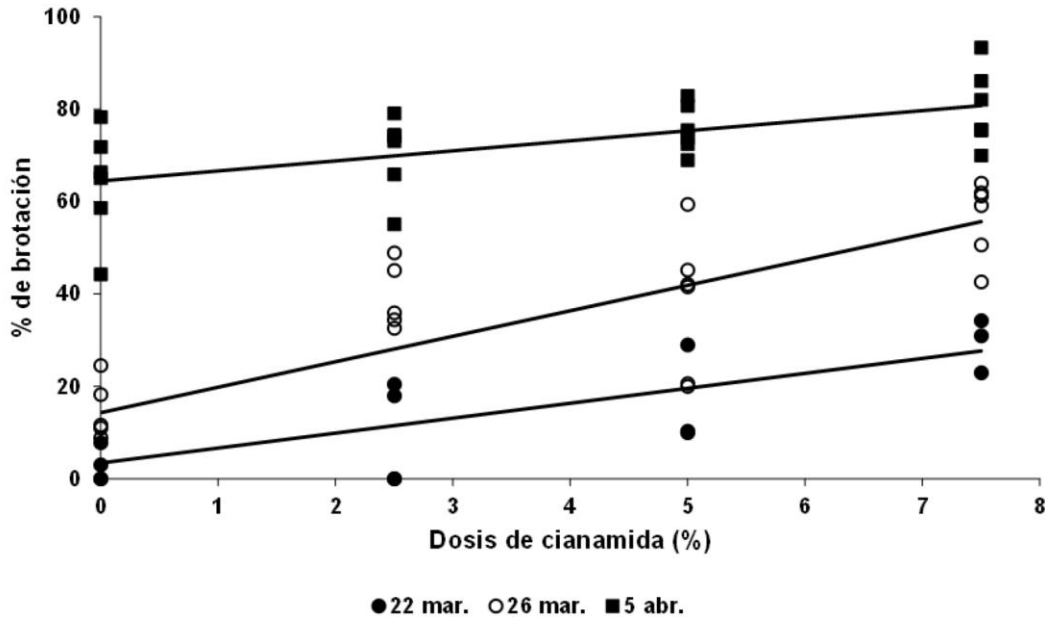


Figura 3. Relación entre la dosis de cianamida de hidrógeno y el porcentaje de brotación del nogal en diferentes fechas de evaluación.

Tabla 1. Regresiones lineales simples de la relación entre la dosis de cianamida de hidrógeno (X) y el porcentaje de brotación del nogal (Y) en diferentes fechas de evaluación.

Fecha de evaluación	Ecuación	Coefficiente de determinación (R^2)	$P > F$
22 marzo	$Y = 3.423 + 3.236X$	0.61	0.0027
26 marzo	$Y = 14.270 + 5.521X$	0.61	< 0.0001
5 abril	$Y = 64.442 + 2.177X$	0.36	0.0018

Se observó una relación curvilínea positiva (ecuación cuadrática) entre la época de evaluación de la brotación, expresada en días julianos, y los porcentajes de yemas brotadas para cada dosis de cianamida, de tal manera que al incrementarse los días julianos y la dosis de cianamida se observó un incremento no lineal en el porcentaje de brotación (Figura 4). Las ecuaciones de regresión cuadráticas que estiman el porcentaje de brotación en función de los días julianos para cada dosis de cianamida se presentan en la Tabla 2. Puede observarse que las relaciones entre días julianos y porcentajes de brotación fueron altamente significativas ($P < 0.0001$) y la capacidad predictiva de

las ecuaciones de regresión cuadráticas fue alta ($R^2 = 0.91 - 0.95$) para todas las dosis. La Tabla 3 muestra los días julianos estimados para 0, 25, 50, 75 y 100% de brotación con las ecuaciones de regresión cuadráticas para cada dosis de cianamida. Al incrementarse la dosis de cianamida se observó un adelanto en la época de brotación, expresada en días julianos. Por ejemplo, el 50% de brotación del nogal tuvo lugar a los 92, 89, 88 y 84 días julianos (2 abril, 30, 29 y 25 de marzo, respectivamente) para las dosis de 0, 2.5, 5.0 y 7.5% de cianamida, lo que corresponde a 3, 4 y 8 días de adelanto para los árboles tratados en comparación con los árboles no tratados.

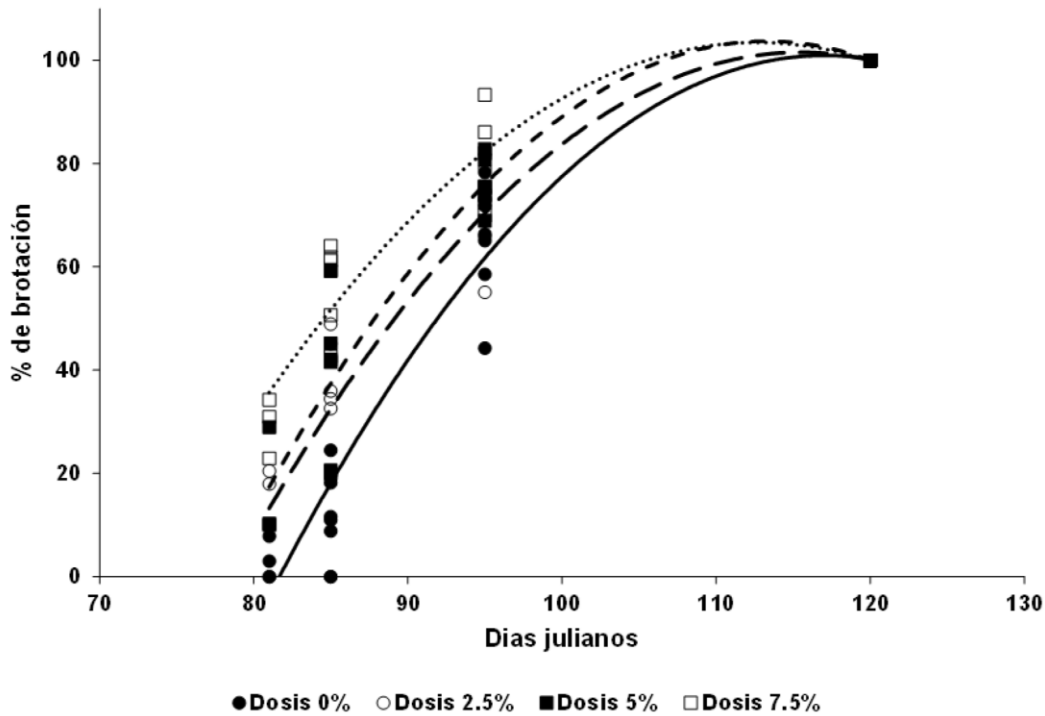


Figura 4. Relación entre días julianos y el porcentaje de brotación del nogal a diferentes dosis de cianamida de hidrógeno.

Tabla 2. Regresiones cuadráticas de la relación entre días julianos (X) y el porcentaje de brotación del nogal (Y) a diferentes dosis de cianamida de hidrógeno.

Dosis de cianamida (%)	Ecuación	Coefficiente de determinación (R^2)	$P > F$
0	$Y = -1003.60 + 18.87X - 0.0806X^2$	0.95	< 0.0001
2.5	$Y = -889.69 + 17.17X - 0.0744X^2$	0.91	< 0.0001
5.0	$Y = -958.32 + 18.75X - 0.0827X^2$	0.93	< 0.0001
7.5	$Y = -755.44 + 15.25X - 0.0677X^2$	0.92	< 0.0001

Longitud del brote

En las dos primeras fechas de evaluación se detectaron diferencias significativas en la longitud del brote entre tratamientos de dosis de cianamida ($P = 0.028$); ($P = 0.024$), mientras que en la tercera fecha no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P = 0.067$). En los árboles testigo (sin aplicación de cianamida) la longitud promedio del brote varió de 4.0 a 4.7 cm; mientras que en

los árboles tratados con 2.5, 5.0 y 7.5% del compensador de frío, la longitud promedio del brote varió de 5.7 a 6.2 cm, 6.5 a 7.2 cm y 5.2 a 6.0 cm, respectivamente (Figura 5).

Tabla 3. Días julianos estimados para diferentes porcentajes de brotación del nogal con las ecuaciones cuadráticas de cada dosis de cianamida de hidrógeno.

% de brotación	Dosis de cianamida (%)			
	0	2.5	5.0	7.5
0	82	78	78	73
25	86	83	82	79
50	92	89	88	84
75	99	96	95	92
100	115	111	107	105

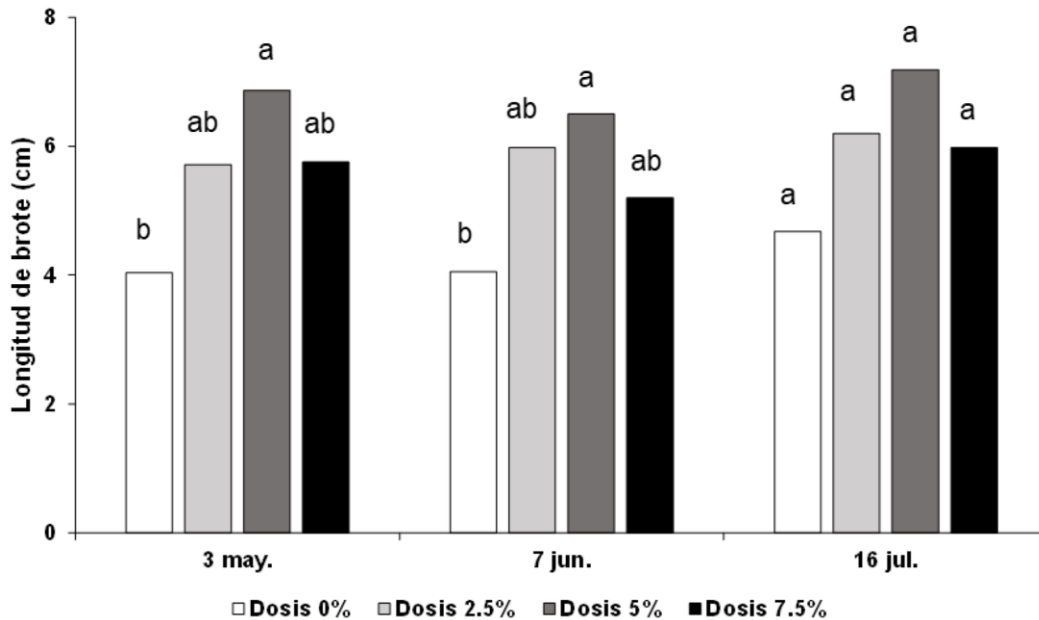


Figura 5. Longitud del brote de nogal en diferentes dosis de cianamida de hidrógeno.

Rendimiento y calidad de nuez

La Tabla 4 muestra el rendimiento por árbol y la calidad de nuez en los tratamientos de dosis de cianamida. Se detectaron diferencias significativas en el rendimiento de nuez entre tratamientos de cianamida ($P = 0.001$). Sólo los árboles tratados con la dosis alta de cianamida (7.5%) presentaron un rendimiento significativamente mayor 40.6 kg/árbol, en promedio que los árboles testigo 30.1 kg/árbol, en promedio. Las dosis de 2.5 y 5.0% de cianamida presentaron rendimientos intermedios 33.2 y 34.8 kg/árbol, en promedio, respectivamente, siendo estadísticamente iguales al testigo sin tratar.

Se observó una relación lineal positiva entre la dosis de cianamida y el rendimiento de nuez por árbol, de tal manera que al incrementarse la dosis de cianamida se observó un incremento en el rendimiento. La ecuación de regresión lineal simple que estima el rendimiento de nuez (Y) en función de la dosis de cianamida (X) fue $Y = 29.73 + 1.3156X$ ($R^2 = 0.79$, $P = 0.0001$). Las variables de calidad de la nuez evaluadas, longitud de nuez, ancho de nuez y porcentaje de almendra, no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos de cianamida ($P = 0.066$); ($P = 0.297$); ($P = 0.401$). Por lo tanto, el tamaño de la nuez y su contenido de almendra no fueron afectados por la aplicación de cianamida (Tabla 4).

Tabla 4. Rendimiento y calidad de nuez en diferentes dosis de cianamida de hidrógeno.

Dosis de cianamida (%)	Rendimiento por árbol (Kg)	Longitud de nuez (mm)	Ancho de nuez (mm)	Contenido de almendra (%)
0	30.1b	38.3	20.5	50.6
2.5	33.2b	38.0	20.9	51.0
5.0	34.8b	39.6	21.1	52.0
7.5	40.6 ^a	39.6	20.4	55.0
P > F	0.001	0.066	0.297	0.401
CV (%)	12.4	2.5	2.4	6.2

DISCUSIÓN

Dinámica de brotación del nogal

El nogal pecanero presenta un período invernal de dormancia, por lo que requiere de la acumulación de entre 350 y 500 horas frío por debajo de los de 7 °C, durante el invierno para lograr una brotación temprana y uniforme, lo cual depende de la variedad. En regiones con clima cálido durante el invierno como la Costa de Hermosillo, Sonora y en algunos años en La Comarca Lagunera no se satisfacen los requerimientos de horas frío del cultivo, por lo que es necesario la aplicación de compensadores de frío, como la cianamida de hidrógeno, para mejorar la brotación, rendimiento y calidad de la nuez (Arreola *et al.* 2005, Sabori *et al.* 2012). En la Comarca Lagunera se acumulan 262 horas frío, en promedio, registrándose un mínimo de 89 y un máximo de 453, calculadas con el método de Da Mota (Medina y Cano 2002).

Los resultados obtenidos en el presente estudio indican que al incrementar la dosis de cianamida incrementó en el número de yemas brotadas y el porcentaje de brotación del nogal, lo cual dependió de la fecha de evaluación, de tal manera que en las dos primeras fechas (22 y 26 de marzo) se tuvo mayor efecto de la aplicación de cianamida en la brotación que en la tercera fecha (5 de abril). Los porcentajes de brotación de los árboles tratados con las diferentes dosis de cianamida incrementaron del 9.2 al 44.2%, en comparación con los árboles sin tratar, durante las fechas de evaluación del 22 al 26 de marzo del 2023 (Figuras 2 y 3). De forma similar, Sabori *et al.* (2012) encontraron mayor efecto de las dosis de 0.5 y 1.0% de cianamida en los porcentajes de brotación durante las primeras etapas de la dinámica de brotación del nogal, obteniendo incrementos significativos en los porcentajes de brotación (del 59 al 71%) de los árboles tratados con respecto a

los árboles testigo. Al respecto, Rosa Júnior *et al.* (2022) observaron que independientemente de la dosis usada (1, 2 y 3%) la aplicación de cianamida hidrogenada mejoró la brotación de los cultivares Barton, Desirable y Jackson de nogal.

Además del incremento en los porcentajes de brotación, la aplicación de cianamida puede mejorar la uniformidad al adelantar y reducir el período de brotación. En el presente estudio se observó una precocidad de 3 a 8 días con brotación del 50 y 75% de los árboles tratados con cianamida en comparación con los árboles testigo. Al respecto, Arreola *et al.* (2005) observaron una precocidad de la brotación de 17 y 13 días con aplicaciones de cianamida hidrogenada al 2.5 y 5%, respectivamente. Mientras que Martínez (1995) reportó que al aplicar la cianamida hidrogenada con citrolina a árboles de nogal, se adelantó e incrementó la brotación. Por su parte Sabori *et al.* (2012) observaron que la época de máxima brotación del nogal se adelantó 12 días y el período de brotación se redujo en 12 días al aplicar 0.5 y 1.0% de cianamida.

Rendimiento y calidad de nuez

Con relación al efecto de la aplicación de cianamida en el número de nueces por brote y rendimiento de nuez, en el presente estudio solo la dosis de 7.5% incrementó el rendimiento. Al respecto, Arreola *et al.* (2005) reportaron que la aplicación de cianamida en concentraciones del 2.5% no superó significativamente al testigo sin tratar en cuanto al número de nueces por rama; mientras que la concentración de 5% de cianamida presentó un mayor número de nueces que la dosis baja y el testigo. Los resultados obtenidos indican que el uso de cianamida de hidrógeno mejora la brotación y el rendimiento de nuez del nogal pecanero bajo las condiciones climáticas actuales de la Comarca Lagunera, y puede ser de mayor utilidad para los productores de nuez en los próximos años debido al incremento de la temperatura y reducción de las horas frío, lo cual requerirá realizar estudios para evaluar dicho compensador de frío, así como otras opciones de productos alternativos de menor costo e impacto ambiental.

CONCLUSIONES

La aplicación de cianamida hidrogenada incrementó el número de yemas brotadas, porcentaje de brotación y longitud del brote, además adelantó la fecha de brotación del nogal pecanero, lo cual dependió de la dosis del compensador de frío. La aplicación de 2.5 y 5.0% de cianamida hidrogenada duplicaron el número de yemas brotadas, mientras que la dosis de 7.5% triplicó dicha variable. Se tuvieron incrementos del 9.2 al 44.2% en la brotación de los árboles tratados con cianamida con respecto a los árboles testigo, durante las dos primeras fechas de evaluación (22 y 26 de marzo). Se observó un adelanto de 3 a 8 días del 50 y 75% de brotación de los árboles tratados con cianamida en comparación con los árboles testigo. Sólo la dosis de 7.5% de cianamida tuvo un rendimiento de nuez alto (40.6 kg por árbol), el cual fue significativamente mayor que el rendimiento del testigo. La calidad de nuez no fue afectada por la aplicación de cianamida hidrogenada.

LITERATURA CITADA

- Arreola-Ávila J, Jacinto-Soto R, Rodríguez-López JS, Santamaria-César E (2005) Efecto de la cianamida de hidrógeno en la estimulación de brotes en nogal pecanero [*Carya Illinoensis* (Wangenh) K. Koch] en la Comarca Lagunera. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 4(1): 29-34.
- Balandier P, Bonhomme M, Rageau R, Capitán F, Parisot E (1993) Leaf bud endodormancy release in peach trees: evaluation of temperature models in temperate and tropical climates. *Agricultural and Forest Meteorology* 67 (1-2): 95-113. [https://doi.org/10.1016/0168-1923\(93\)90052-J](https://doi.org/10.1016/0168-1923(93)90052-J).
- Jangra MS, Sharma JP (2013) Climate resilient and apple production in Kullu valley of Himachal Pradesh. *International Journal of Farm Sciences* 3(1): 90-97.
- Jobling M, Alanára A, Kadri S, Huntingford F (2012) Feeding biology and foraging. In: Huntingford F, Jobling M, Kadri S (eds) *Aquaculture and behavior*. Wiley-Blackwell, LTD. Sussex, UK. pp. 121-149.
- Lang GA, Early JD, Martin GC, Darnell RL (1987) Endo-, Para-, and Eco-dormancy: Physiological Terminology and Classification for Dormancy Research. *Hort Science* 22(3): 371-377.
- Martínez, ROA (1995) Efecto de las aplicaciones de cianamida de hidrógeno y citrolina en nogal (*Carya illinoensis* Koch). En: *Memorias 41 Reunión Anual Sociedad Interamericana para Horticultura Tropical*. Universidad de Magdalena.
- Medina MMC, Cano-Ríos P (2002) Aspectos generales del nogal pecanero. En: Arreola AJG, Reyes JI (eds) *Tecnología de producción en nogal pecanero*. Campo Experimental La Laguna, INIFAP. Matamoros, Coahuila, México. pp: 1-14.
- Osorio-Acosta G, Diaz-Montenegro D, Siller-Cepeda J (1997) Regulación de la brotación en vid bajo condiciones del desierto de Sonora. Folleto técnico No.14. INIFAP-CIRNO-CECH. Hermosillo, Sonora, México. 71p.
- Pérez FJ, Lira W (2005) Possible role of catalase in post-dormancy bud break in grapevines. *Journal of Plant Physiology* 162(3): 301-308.
- Rivadeneida PJJ, Barrera-Argüello MV, De La Hoz-Suaerez AI (2020) Análisis general del spss y su utilidad en la estadística. *Journal of Business Sciences* 2(4): 17-25.
- Rodríguez A, Sánchez E, De la Casa A (2011) Contributions of early season temperatures to *Pyrus comunnis* 'Bartlett' fruit growth. *Acta Horticulturae* 909(2): 657-664.
- Rosa-Júnior HF, da Silveira-Pasa M, Barboza-Malgarim M, Helbig-Pasa E, Fonseca-Paschoal JD (2022) Bud-break promoters for the improvement of the budburst of pecan cultivars. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 57: e02956. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921>
- Sabori PR, Quijada-Flores A, Grageda-Grageda J, Martínez-Díaz G, Núñez-Moreno JH (2012) Efecto de la cianamida de hidrógeno en la brotación de árboles jóvenes de nogal pecanero (*Carya Illinoensis*, Koch) variedad Wichita. En: Grageda GJ, Núñez MJH, Maldonado NLA, Vieira FFA, Martínez DG, Fontes PAA, Sabori PR (eds) *XIII Simposio Internacional de Nogal Pecanero*. Memoria Científica 3. INIFAP, Campo experimental costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora, México. pp. 102-109.
- Souza JMA, de Sousa-Silva M, Ferraz RA, Modesto JH, Ferreira RB, Batista-Bolfarini AC, Leonel S (2021) The use of hydrogen cyanamide or nitrogen fertilizer increases vegetative and productive performance of fig cv. Roxo de Valinhos. *Acta Scientiarum* 43: e50519. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v43i1.50519>
- SIAP (2021) *Avances de siembras y cosechas 2021*. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Regional. <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/>. Fecha de consulta: 26 abril de 2022.