

**EFFECTO DE LA ESTRATIFICACIÓN Y DEL ÁCIDO
GIBERÉLICO SOBRE LA GERMINACIÓN Y EMERGENCIA
EN NOGAL NEGRO**

José Vega Ríos¹
Alfonso Reyes López²
Inocente Mata Beltrán²
Jesús Ortegón Pérez³
Emilio Padrón Corral⁴

¹ Alumno de la Maestría en Horticultura de la UAAAN.

² Profesor investigador del Depto. de Horticultura de la UAAAN.

² Profesor investigador del Depto. de Horticultura de la UAAAN.

³ Profesor investigador de Tecnol. de Semillas de la UAAAN.

⁴ Profesor investigador del Depto. de Est. y Cálculo de la UAAAN.

RESUMEN

El *Juglans nigra* L. es una fuente potencial de diversidad genética que puede usarse como portainjerto y productor de madera fina. Sin embargo, uno de los mayores problemas es su uso limitado debido a que presenta un bajo porcentaje de germinación y emergencia; por tal razón, esta investigación fue conducida para evaluar el efecto de la estratificación y ácido giberélico sobre la germinación, emergencia y desarrollo de la planta. El estudio se llevó a cabo bajo un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 3x4 en cuatro repeticiones. El factor A fue la estratificación a 2 °C (cero, 30 y 60 días); el factor B fue la inmersión en GA₃ durante 12 horas (cero, 500, 650 y 800 ppm). El ANVA no detectó significancia en la interacción para las variables en estudio; el factor B tampoco fue significativo para las variables germinación y altura de planta, pero sí para emergencia.

En el factor A se encontró diferencia altamente significativa (P \leq 0.01) para germinación y emergencia, pero sólo diferencia significativa (P \leq 0.05) para altura de planta. La prueba de Tukey (P \leq 0.01) reporta que 60 días de estratificación aceleró e incrementó la germinación hasta un 60 % y la emergencia hasta un 83 %; mientras que Tukey (P \leq 0.05) reporta efecto en altura de planta. En el factor B, para emergencia, Tukey (P \leq 0.05) reporta que 800 ppm de GA₃ aceleró e incrementó hasta un 78 %. Los resultados indican que la estratificación influencia la germinación y altura de planta, mientras que la emergencia, la estratificación y el GA₃.

Palabras clave: *Juglans nigra* L., tratamiento a la semilla, nuez de nogal negro, altura de planta, emergencia.

ABSTRACT

The Juglans nigra L. is a potential source of genetic diversity that can be used as a graft bearer and fine wood producer. Nevertheless, one of the greater problems is its limited use because it presents a low percentage of germination and emergency; for such reason, this research was lead to evaluate the effect of the stratification and giberelic acid on germination, emergency and development of the plant. The study was carried out under a completely random design, with factorial adjustment 3x4 in four replications. The A factor was the 2 °Cs stratification (0, 30 and 60 days); factor B was the 12 hours immersion in GA₃ (0, 500, 650 and 800 ppm). The ANVA did not detect significance in the interaction for the variables in study; factor B was not significant either for the variables germination and height of plant, but for emergency.

In factor A a highly significant difference was found (P ≤ 0.01) for germination and emergency, but only a significant difference (P ≤ 0.05) for height of plant. The Tuckey test (P ≤ 0.01) reports that 60 days of stratification accelerated and increased the germination up to 60 % and the emergency to 83 %; whereas Tuckey (P ≤ 0.05) reports an effect on height of plant. In factor B; for emergency, Tukey (P ≤ 0.05) reports that 800 ppm of GA₃ accelerated and increased up to 78 %. The results indicate that the stratification influences the germination and height of plant, whereas the emergency, the stratification and GA₃.

Key words: *Juglans nigra* L., seed treatment, black walnut nut, plant height, emergency.

INTRODUCCIÓN

El nogal de castilla es un árbol muy apreciado por su fruto y por la calidad y finura de su madera. El fruto o nuez posee un gran valor medicinal ya que el 90% de sus aceites son insaturados, por lo que es buena para la circulación sanguínea; así mismo, tiene valor alimenticio pues es una fuente concentrada de energía. Por estas características, entre otras, se cotiza ampliamente en el mercado.

La producción mundial de nuez de castilla se sitúa actualmente alrededor de 770 a 780 miles de toneladas métricas, de la cual se comercializa anualmente cerca de la quinta parte; el principal productor es Estados Unidos de Norteamérica (Luna, 1990).

En nuestro país no hay datos estadísticos de superficie ni de producción de ningún tipo de nogal de castilla, debido a que es un cultivo que requiere alrededor de 1200 horas frío, a la vez que veranos muy calientes, características que difícilmente se presentan en México, aunque existen algunas huertas en la Región Lagunera y en Durango, las cuales son improductivas por la ausencia de tales condiciones. Sin embargo, lo anterior ya no es problema, pues según investigaciones realizadas en Matamoros, Coah., cuando se aplicó H_2NCN al dos por ciento, más cuatro por ciento de Citrolina emulsificada en dos variedades de nogal de castilla, Serr y Ashley, se obtuvieron brotaciones del 90 y 87%, respectivamente, lo que propició rendimientos hasta de cinco ton/ha (Castro, 1993).

En los países productores, el único patrón que se utiliza es el *Juglans regia*, pero desde hace algunos años se han empezado a considerar otras especies de *Juglans*, como la *Juglans nigra* debido a sus raíces tolerantes a la podredumbre (*Armillaria mellea*) y a la

enfermedad de la tinta (*Phytophthora cinnamomi*), característica que *Juglans regia* no posee; además, las variedades injertadas sobre este patrón, producen un año antes que las injertadas sobre *Juglans regia* y dan un rendimiento del tres por ciento más en almendra y grosor del fruto. Sin embargo, *Juglans nigra* es más exigente en pluviometría y en suelo, ya que requiere suelos profundos, ricos, frescos y bien drenados, por tal razón, con un buen manejo el *Juglans nigra* podría tener un mejor efecto que con el *Juglans regia*.

El nogal negro, *Juglans nigra*, crece en forma silvestre en Coahuila; se trata de un germoplasma de la región que no se ha utilizado en forma masiva y comercial como portainjerto o como recurso maderable; tal vez porque su semilla posee una cubierta muy dura, además de un bajo por ciento de almendra y una gran cantidad de inhibidores. A la fecha se desconoce una metodología para explotarlo, ya que no existe mucha investigación al respecto, lo cual desanima a los productores a utilizarlo como portainjerto, o bien con fines maderables; sin embargo, algunas investigaciones demuestran que al tratar las nueces a dos °C por 40 días, o de dos a cuatro °C de ocho a 10 días, para posteriormente estratificadas en arena, a la intemperie, durante 70 a 80 días, se obtienen buenos resultados de germinación (Luna, 1990). Por consiguiente, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la aplicación de periodos diferentes de frío combinados con diferentes niveles de GA₃ en semilla de nogal negro, para conocer sus efectos sobre la germinación, emergencia y desarrollo de la planta, con el propósito de encontrar una metodología que permita utilizar a *Juglans nigra* como portainjerto.

Hipótesis: la germinación, emergencia y desarrollo de la planta de nogal negro tiene un comportamiento similar al aplicarse frío combinado con distintos niveles de ácido

giberelico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó del 20 de mayo al 25 de noviembre de 1995, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en Buenavista, al sur del municipio del Saltillo, Coahuila, a 25° 25' 41" latitud Norte, y 100° 59' 57" longitud Oeste, con una altitud de 1747 m.

La investigación se llevó a cabo bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x4 en cuatro repeticiones; de tal forma que el factor A fue días de frío en estratificado a dos °C con tres niveles: cero, 30 y 60; y el factor B, ppm de ácido giberélico (GA_3) y 12 horas de inmersión con cuatro niveles: cero, 500, 650 y 800. Se utilizaron 10 semillas de nogal negro criollo (*Juglans nigra* L.) por repetición, y todas las nueces se sumergieron en agua común durante tres días antes del tratamiento de frío, para posteriormente aplicar el GA_3 . Inmediatamente después del tratamiento con agua común, grupos de 40 nueces fueron tratadas con GA_3 a razón de cero, 500, 650 y 800 ppm, durante 12 horas, e inmediatamente se llevaron a una cámara germinadora a temperatura constante de 25 °C, 60% de humedad relativa, y ocho horas luz con 16 de oscuridad; las nueces se colocaron con la sutura en plano vertical, en charolas de cartón forradas con papel aluminio. Se diferenció cada unidad experimental de cada tratamiento, se utilizó como sustrato papel filtro-algodón-papel filtro bien humedecido, previamente esterilizado en autoclave, a 121 °C y 1.5 kg/cm² de presión durante 40 minutos, para cubrir las semillas y mantenerlas así durante 60 días, hasta que se evaluó la germinación. Después de

germinadas, se establecieron con un distanciamiento de 10x10 cm, en una cama bajo invernadero a temperatura media de 26 °C, controlada con sistema de enfriamiento y de calefacción, para evaluar la emergencia hasta los 25 días después de germinadas, y la altura de la planta a los 60 días después de la emergencia. El sustrato de la cama fue tierra fértil (rica en materia orgánica) cribada y esterilizada con Bromuro de Metilo, que se mezcló con un 17 % de estiércol de cabra, cribado y esterilizado con el mismo producto. En forma paralela, un total de 160 nueces fueron estratificadas a dos °C durante 30 días y otro tanto a la misma temperatura por 60 días. El estratificado se hizo en cajas de madera, utilizando aserrín seco tratado con Captán; las semillas se colocaron en capas alternas de aserrín húmedo-nueces-aserrín húmedo. Después de los 30 días de estratificado se sacaron 160 nueces y grupos de 40 fueron tratadas con GA_3 , a razón de cero, 500, 650 y 800 ppm, que pasaron por el procedimiento ya conocido para laboratorio e invernadero. Después de 60 días de estratificado, se sacaron las otras 160 nueces y fueron tratadas en grupos de 40 con GA_3 , a razón de cero, 500, 650 y 800 ppm, que posteriormente pasaron por el procedimiento ya conocido para laboratorio e invernadero. Para preparar las concentraciones de GA_3 , primeramente se disolvió en alcohol etílico y luego se aforó con agua destilada.

La germinación se evaluó en laboratorio, y una nuez se consideró germinada cuando la radícula al menos midió tres milímetros de longitud. Para obtener el por ciento de germinación total de cada tratamiento a los 60 días después de haber sido puestas a germinar, primero se obtuvo el por ciento de germinación de cada repetición en cada tratamiento tomando la cantidad de nueces germinadas, que se divide entre el total y se

multiplica por 100; luego se suman los porcentajes de cada repetición y se dividen entre cuatro repeticiones, que son las que integran un tratamiento. La tasa de germinación acumulativa o velocidad de germinación (TGA), como su nombre lo indica, fue la medición del por ciento de germinación en forma acumulativa a intervalos de 15 días, por lo que no se realizó análisis de varianza.

La emergencia y altura de planta se evaluaron en invernadero. La emergencia total se obtuvo respecto al por ciento de germinación en cada tratamiento, y su mecánica de evaluación fue similar a la de por ciento de germinación, sólo que en por ciento de emergencia total en cada tratamiento (número de plántulas emergidas de las nueces sembradas en la cama, por 100).

La tasa de emergencia acumulativa o velocidad de emergencia (TEA), como su nombre lo indica, fue la medición del por ciento de emergencia en forma acumulativa a intervalos de cinco días y no se analizó estadísticamente. La altura de planta se midió en centímetros, desde la superficie del suelo hasta el meristemo apical. Para la comparación de medias se empleó la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la realización de los ANVAS fue necesario transformar los datos con LN $(X+3)$ en todas las variables (Cuadro 1), con la finalidad de disminuir los coeficientes de variación, ya que inicialmente estaban muy altos, lo que propiciaba se perdiera cierta credibilidad en los resultados.

Los ANVAS efectuados para germinación total, emergencia total y altura de planta no registraron significancia para la interacción; mientras que en el factor A, se detectó diferencia altamente significativa para las variables germinación y emergencia total, y diferencia significativa para altura de planta (Cuadro 1). Así mismo, en el factor B no se encontró significancia para germinación total y altura de planta, pero sí para emergencia total. El hecho de no encontrar significancia en altura de planta con la aplicación de GA_3 (Factor B) no concuerda con Rojas y Ramírez (1990), quienes afirman que la adición de giberelina induce un mayor desarrollo del talluelo.

Por lo anterior, se procedió a realizar las pruebas de Tukey correspondientes con los datos transformados: con un 99 por ciento de confianza para germinación y emergencia total y con un 95 por ciento de confianza para altura de planta en el factor A (Cuadro 2); mientras que para emergencia total en el factor B, se hizo con un 95 por ciento de confianza (Cuadro 3). En el factor A (Cuadro 2), se encontró que el nivel de 60 días de frío supera estadísticamente a 30 y cero días, los cuales son estadísticamente iguales, por lo que 60 días de frío en estratificación es el mejor tratamiento para la variable germinación total; mientras que para emergencia total (Cuadro 2), 60 y cero días de frío son estadísticamente iguales y superan a 30 días. Estos resultados son muy similares a los encontrados por Frisby y Seeley (1993) en semilla de durazno sometida a 60 días de estratificado, a dos °C, en los que se logró la mayor germinación y emergencia. El alto valor alcanzado en emergencia total con cero días de frío (Cuadro 2) posiblemente se deba a que las semillas tenían mucho más vigor que las tratadas con 30. En altura de planta (Cuadro 2) se encontró que 60 y 30 días de frío son estadísticamente iguales y

superan a cero. En el factor B (Cuadro 3) para emergencia total, los niveles de 800, 650 y cero ppm de GA_3 son estadísticamente iguales, y superan a 500 ppm, pero numéricamente el mejor nivel fue 800 ppm; resultados que al no encontrar significancia dentro del factor B, para germinación total, pero sí para emergencia total (Cuadro 3), son corroborados con lo mencionado por Rojas y Ramírez (1990) en drupas, quienes señalan que la aplicación de GA_3 sólo sustituye parcialmente al frío. Las semillas que no se trataron con GA_3 y presentaron altos resultados de emergencia, posiblemente tenían mas vigor que las demás.

Por otra parte, la velocidad con que se presentó la germinación fue mucho mayor con el nivel 60 días de frío (Figura 1), mientras que la germinación mas lenta se presentó con cero días, por lo que 60 continuó siendo el mejor nivel, lo que coincide con lo mencionado por Morales (1992) en semilla de pastos, respecto a que los tratamientos sobresalientes en germinación total presentan una mayor velocidad de germinación. Por su parte, se observa claramente que la velocidad de emergencia (Figura 2) es similar a la emergencia total, ya que fue mucho mayor con 60 y cero días de frío que con 30, con lo cual se asume que posiblemente las nueces tratadas con cero días tenían más vigor que las tratadas con 30. Así mismo, los resultados para velocidad de emergencia en el factor B (Figura 3) son muy semejantes a la emergencia total, ya que la emergencia fue más rápida

Cuadro 1. Análisis de varianza con datos transformados por LN (X+3) para las variables germinación total, emergencia total y altura de planta.

VARIABLE	F.V.	G.L.	S.C.	Pr
GERMINACION TOTAL	A	2	9.55	0.0001 **
	B	3	2.57	0.1011 NS
	AXB	6	4.78	0.0802 NS
	ERROR	36	13.79	
	C.V. = 17.99%			
EMERGENCIA TOTAL	A	2	32.93	0.0001 **
	B	3	7.94	0.0205 *
	AXB	6	5.75	0.2668 NS
	ERROR	36	25.81	
	C.V. = 22.81%			
ALTURA DE PLANTA	A	2	2.62	0.0148 *
	B	3	0.20	0.8658 NS
	AXB	6	1.28	0.5944 NS
	ERROR	36	9.91	
	C.V. = 19.45%			

* significativo al 0.05 de probabilidad

**significativo al 0.01 de probabilidad

con 800, cero y 650 ppm de GA_3 que con 500 ppm, lo que parece indicar que las nueces no tratadas con GA_3 tenían mas vigor que las tratadas.

Cuadro 2. Medias de los niveles de estratificado para las variables germinación y emergencia total (P£ 0.01) y altura de planta (P£ 0.05).

Factor A (estratificación, días a 2 °C)	Variable		
	Germinación total	Emergencia total	Altura de planta
60	60 A	83 A	16.4 A
30	28 B	23 B	15.9 A B
0	23 B	75 A	8.9 B

Prueba de Tukey

Letras distintas son estadísticamente diferentes

Cuadro 3. Medias de los niveles de GA₃ para la variable emergencia total y germinación total y altura de planta.

Factor B(ppm de GA ₃)	Variable					
	Germinación total		Emergencia total		Altura de planta	
0	33	A	61	A B	13.0	A
500	36	A	48	B	14.4	A
650	36	A	54	A B	13.5	A
800	41	A	78	A	14.0	A

Prueba de Tukey

Letras distintas son estadísticamente diferentes (P< 0.05)

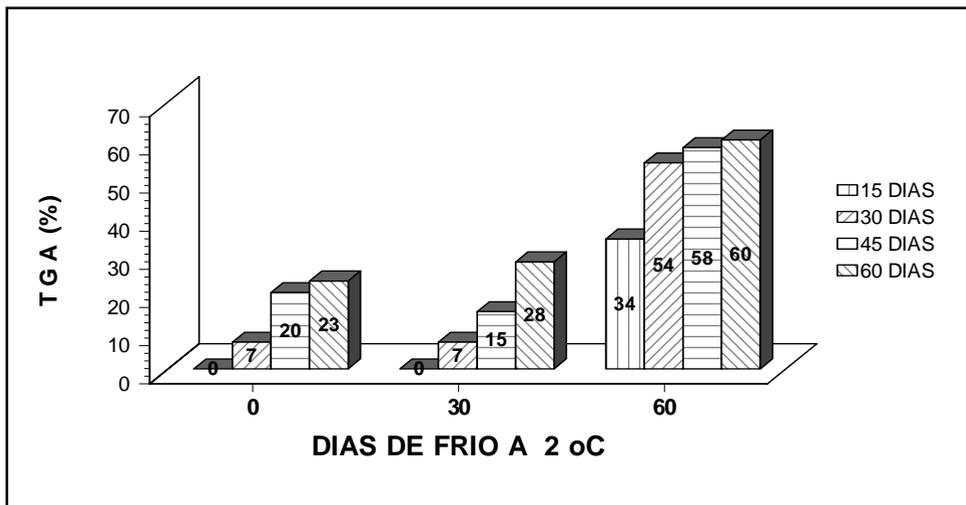


Figura1. Efecto del frío sobre la tasa de germinación acumulativa (TGA) en porcentaje, a los días indicados después de la siembra. Datos reales

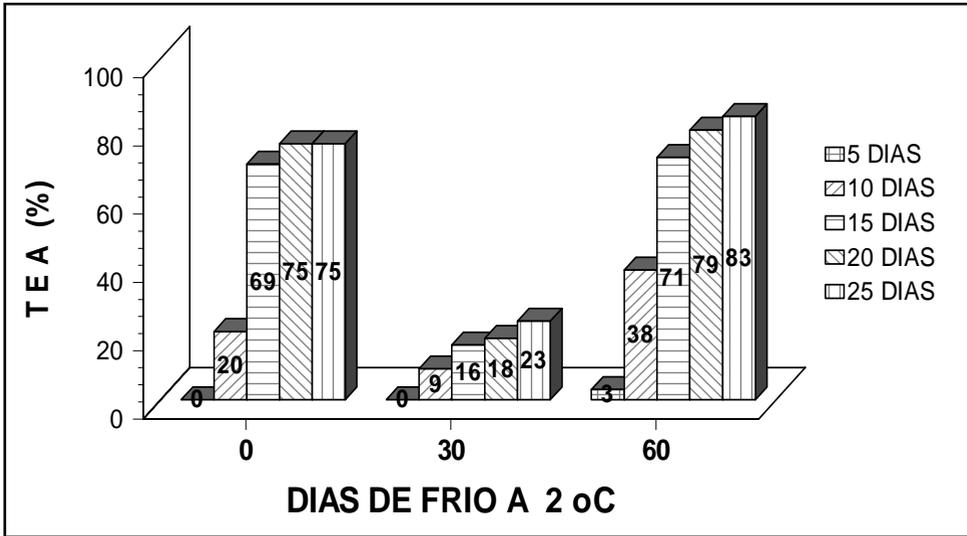


Figura 2. Efecto del frío sobre la tasa de emergencia acumulativa (TEA) en por ciento, a los días indicados después de la siembra. Datos reales

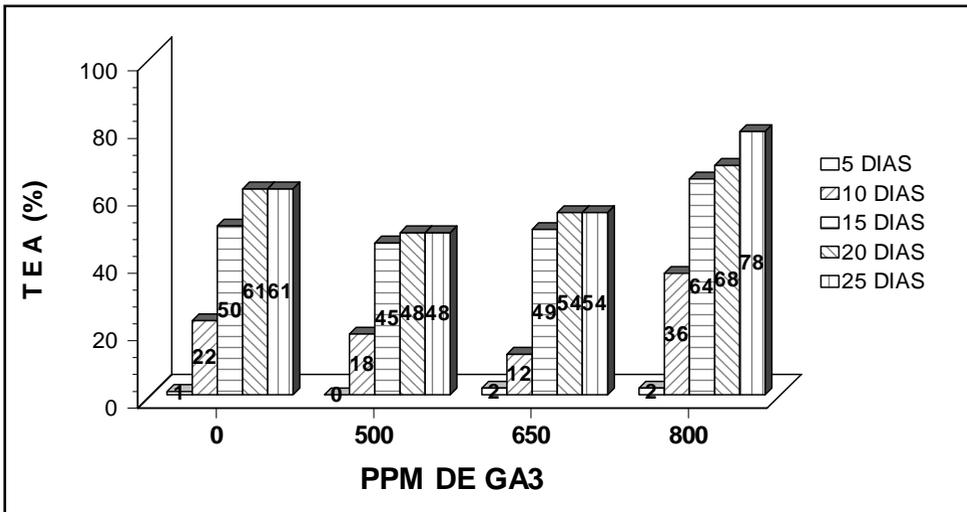


Figura 3. Efecto del GA3 sobre la tasa de emergencia acumulativa (TEA) en por ciento, a los días indicados después de germinación. Datos reales

CONCLUSIONES

La germinación y altura de planta, responden más a la estratificación que a la inmersión en ácido giberélico.

La emergencia responde tanto a la estratificación como a la inmersión en ácido giberélico.

LITERATURA CITADA

- Castro M., R. 1993. Efecto de la aplicación de CNH y citrolina en nogal de Castilla (*Juglans regia*) en la Región Lagunera. Tesis. Lic. en Horticultura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 62 p.
- Frisby J., w., and S.D. Seeley. 1993. Chilling of endodormant peach propagules: I. Seed germination and emergence. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118 (2): 248-252.
- Luna L., F. 1990. El Nogal - Producción de fruto y de madera. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 15, 19, 22, 23, 33.
- Morales N., C.R. 1992. Efecto de sustancias húmicas y hormonales sobre la germinación y vigor en semillas de pastos. Tesis. Maestría en Tecnología de Semillas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 109 p.
- Rojas G., M. y H. Ramírez. 1990. Control hormonal del desarrollo de las plantas: fisiología - tecnología - experimentación. Primera reimpression. Ed. Limusa. México. pp. 30, 31, 38, 101, 105, 106, 108.