

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Efecto del Paclobutrazol sobre la germinación prematura de la nuez
pecanera (*Carya illinoensis* Koch).**

**POR
ADAN GUIZAR VILLEGAS**

**TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2017

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**Efecto del Paclobutrazol sobre la germinación prematura de la nuez
pecanera (*Carya illinoensis* Koch).**

**POR:
ADAN GUIZAR VILLEGAS**

TESIS

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL



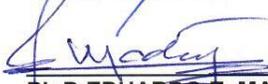
Ph.D. ÁNGEL LAGARDA MURRIETA

ASESOR



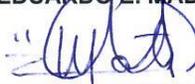
DR. ALFREDO OGAZ

ASESOR



Ph.D. EDUARDO E. MADERO TAMARGO

ASESOR



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

**M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Efecto del Paclobutrazol sobre la germinación prematura de la nuez
pecanera (*Carya illinoensis* Koch).

POR:
ADAN GUIZAR VILLEGAS

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

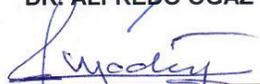
PRESIDENTE


Ph.D. ÁNGEL LAGARDA MURRIETA

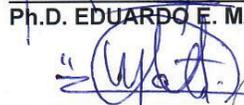
VOCAL


DR. ALFREDO OGAZ

VOCAL


Ph.D. EDUARDO E. MADERO TAMARGO

VOCAL


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2017

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a **Dios** por la vida, por darme la fuerza para salir victorioso en las adversidades, por ser protección y la luz que me guía; y por permitirme terminar este proyecto.

A mi asesor:

Dr. Ángel Lagarda Murrieta mi más sincero agradecimiento y admiración por compartir su conocimiento y su experiencia, por su paciencia, por su tiempo y sus consejos.

A mis colaboradores:

Dr. Alfredo Ogaz, Dr. Eduardo Madero Tamargo y M.C. Víctor Martínez por la valiosa aportación, asesoría y disponibilidad para hacer posible el cumplimiento de este proyecto.

A mis padres:

Rafael Guizar Meráz y Josefina Villegas Moreno por darme la oportunidad de cumplir uno de los más importantes proyectos de mi vida.

A mis abuelos: por sus bendiciones.

A mis hermanos:

Olivia, Claudia, Mary Cruz, Belinda, Rafael, Jorge, Jesús, Danna y Edgar por el cariño, consejos y apoyo prestado.

A mis primos:

Mario y “Tino” Gallegos por apoyarme incondicionalmente.

A mis compañeros: Por su amistad y los buenos momentos que pasamos juntos.

A la UAAAN UL por darme la oportunidad de ser parte de esta casa de estudios.

Al “Departamento de Horticultura” por la dedicación con que forman profesionistas llenos de valores y espíritu de servicio.

DEDICATORIA

A Dios por darnos cada día la bendición de estar vivos.

A mis padres, mis hermanos, mis primos y mis sobrinos.

A mis asesores.

Al departamento de horticultura.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.

A todos ellos dedico mi esfuerzo y mis logros, que son de ellos también.

RESUMEN

Debido a la acción que las Giberelinas (GAs) tienen al promover o inducir la viviparidad en el nogal, entonces las aplicaciones de inhibidores de la biosíntesis de giberelinas podrían reducir ese problema. Con este fin se llevó a cabo un experimento para determinar si el paclobutrazol reduce la viviparidad en el nogal pecanero en las variedades Western y Wichita. El experimento se llevó a cabo en el año 2012 en una huerta de 60 años de edad, localizada en el municipio de Matamoros Coahuila. Se evaluaron cuatro tratamientos: 1. Western + paclobutrazol, 2. Western (testigo), 3. Wichita + paclobutrazol, 4. Wichita (testigo). La fecha de aplicación fue el 1 de septiembre del 2012. Se aplicó 1 litro de paclobutrazol al 25%/ha al follaje. Las evaluaciones de nueces germinadas se llevaron a cabo en campo del 29 de septiembre al 27 de octubre del 2012, considerando este el periodo en que se presenta el fenómeno de la viviparidad. No hay diferencia entre las variedades Western y Wichita con respecto al porcentaje de germinación. Dentro de la variedad Wichita si existe diferencia entre sus tratamientos. La aplicación de paclobutrazol al 25%, en aspersion al follaje, redujo la germinación prematura de la nuez de 24% en el testigo a 11% en el tratamiento de un litro por ha. En la variedad Western no hubo efecto a tal aplicación. La fecha crítica para el desarrollo de la germinación se inició entre el 6 y 13 de Octubre para Wichita y una semana después para Western. Un ascenso en la temperatura mínima por arriba de los 17°C podría desencadenar un aumento en el porcentaje de germinación prematura de la nuez, sin embargo es posible que el porcentaje de germinación prematura sea menor al estar bajo el efecto del paclobutrazol.

Palabras clave: Nogal pecanero, viviparidad, paclobutrazol, Western y Wichita.

INDICE GENERAL	Pag.
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	iii
RESUMEN.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE GRAFICAS.....	viii
1.- INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Hipótesis	2
2.- REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Características botánicas	4
2.3. Origen	5
2.4. Superficie y rendimiento en México.	5
2.5 Superficie y rendimiento en la Comarca Lagunera.....	6
2.6 Descripción de variedades	6
2.6.1. Descripción de variedad Wichita.....	6
2.6.2. Descripción de la variedad Western Schley.....	6
2.7. La semilla.....	7
2.7.1. Germinación de la semilla.....	7
2.7.2. Factores que afectan la germinación.....	8
2.7.2.1. Madurez de la semilla.....	8
2.7.2.2. Viabilidad.....	9
2.7.2.3. Agua.....	9
2.7.2.4. Temperatura.....	10
2.7.2.5. Aireación.....	10
2.7.2.6. Regulación hormonal de la germinación.....	11
2.8. Viviparidad o germinación prematura.....	12
2.8.1. Germinación prematura de la nuez pecanera	13

2.8.2. Factores que ocasionan la germinación prematura de la nuez	14
2.8.2.1. Variedades susceptibles.....	14
2.8.2.2. Cantidad de nueces que produce el árbol.....	14
2.8.2.3. Periodo de cosecha.....	15
2.8.2.4. Temperatura y humedad.....	15
2.9. Fitohormonas	15
2.9.1 Promotores de crecimiento	16
2.9.1.1 Giberelinas (GAs).....	16
2.9.2. Retardadores	17
2.9.3. Inhibidores hormonales	17
2.9.3.1. Paclobutrazol (PBZ).....	17
3.- MATERIALES Y METODOS	19
3.1. Localización geográfica	19
3.2. Características del clima.....	19
3.3. Localización del experimento y descripción de metodología	19
4.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
5.- CONCLUSIONES.....	26
6.- BIBLIOGRAFIA.....	27
7.- APENDICE.....	34

INDICE DE CUADROS

Pag.

Cuadro 1. Relación entre la edad del pecan/altura de árbol.....4

Cuadro 2. Fechas en las que se desarrolló el fenómeno de la germinación prematura de la nuez en arboles con aplicación y sin aplicación de PBZ.....23

INDICE DE GRAFICAS

	Pag.
Grafica 1. Significancia para la variable porcentaje de germinación prematura en las variedades Western y Wichita (tomando en cuenta los tratamientos de cada variedad).....	21
Gráfica 4.2. Comparación estadística de los cuatro tratamientos evaluados para la variable porcentaje de germinación.....	22
Grafica 3. Relación de temperaturas mínimas con la germinación prematura de la nuez.....	24

1.- INTRODUCCION

La viviparidad o germinación prematura de la nuez es uno de los problemas en las huertas nogaleras de las regiones cálidas, donde las pérdidas derivadas ascienden hasta en 40% en el cv Wichita y 25% en el cv Western (Núñez y Martínez, 2001; Lagarda, 2007).

El fenómeno de la viviparidad se ha reportado en nogal, mangle, maíz, trigo, maguey y otros (McCarthy, 1995 citado por Lagarda, 2007). En nogal pecanero la viviparidad, ha sido reportada desde los inicios del cultivo, en regiones con climas calientes durante la época de maduración y cosecha.

La germinación prematura de la nuez en nuestro país ocurre en las regiones nogaleras con veranos y otoños cálidos como Sonora, Norte de Coahuila, Comarca Lagunera, Sur de Chihuahua, etc., sin embargo lugares como Saltillo, Parras y Durango Dgo., han mostrado escapar de la germinación prematura, para las variedades Wichita y Western (Mendoza y Lagarda, 1983).

Los factores que tienen estrecha relación con la germinación de la nuez son:

1.- Las temperaturas altas principalmente, 2.- la variedad de la nuez, 3.- la deficiencia de agua y 4.- la sobreproducción. (Lagarda 1999).

Los valores aceptables de germinación son los inferiores del 10%, cuando este porcentaje es mayor se deben tomar las precauciones necesarias, utilizando alternativas variables como son las siguientes:

- Reducción del estrés de agua. Esto es regando con suficiencia y aumentar la frecuencia de riegos en especial durante el periodo de llenado de almendra.

- Reducir índices de sobreproducción: procurando balancear a 10 hojas por nuez.
- Compactar el periodo de cosecha. Reduciendo la posibilidad de tener una exposición de la nuez a temperaturas favorables para su germinación en el árbol (Lagarda 1999).

1.1. Objetivos

Determinar el efecto del paclobutrazol sobre reducción de la germinación prematura (viviparidad) de la nuez pecanera.

Identificar fechas críticas para el desarrollo de la germinación prematura.

Determinar la Influencia de temperaturas mínimas en el desarrollo de la germinación prematura.

1.2. Hipótesis

Es posible controlar la germinación prematura de la nuez con productos que actúan como antigiberelinas, tal es el caso del Paclobutrazol (PBZ).

No es posible controlar la germinación prematura con productos que actúan como antigiberelinas, tal es el caso del Paclobutrazol (PBZ).

2.- REVISION DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

La variedad de la nuez, tiene mucha influencia sobre la germinación, y se puede mencionar que las variedades western y Wichita se clasifican como medianamente susceptibles a este fenómeno, en tanto que Burquett, Graking y Mahan, son altamente sensibles, mientras que las variedades que han mostrado resistencia son Sioux, frutoso y Caddo. (Lagarda 2000).

Se sabe que existe una alta correlación en años cuando se presenta alta cosecha (baja relación hojas / fruto.) (Lagarda 2000).

La germinación prematura (viviparidad) puede ocurrir por consiguiente con ruezno pegado o puede ocurrir sin ruezno pecado. La germinación prematura está asociada con ruezno pegado que no abre y la temperatura del ambiente alta. (Sparks 1993).

Lagarda (2000) nos dice que las líneas de solución al problema de la germinación de la nuez, consideran varias alternativas de ataque en forma integrada las cuales se mencionan a continuación:

1.- Reducir el grado de estrés de agua durante el llenado de la nuez.

- Regando con suficiencia.
- Aumentar la frecuencia de los riegos. Riego rodado, cada 10 a 15 días, aspersión y micro aspersión cada cuatro días.

2.- Reducir los índices sobre la producción de nuez.

- Con aclareo de frutos (vibrando en junio)

Aclareo de frutos

Por otra parte el aclareo de frutos puede ser considerado beneficioso, ya que se desprende del exceso de ellos, en ventaja de los que quedan, que podrán ser mejor nutridos y tendrán mayor oportunidad de llegar a madurez.

Lagarda (2000) dice que para disminuir el porcentaje de germinación prematura es necesario el siguiente mantenimiento también.

- Con poda de aclareo de ramas en invierno.

3.- compactar el periodo de cosecha.

- Acelerar el periodo de cosecha en octubre.
- Aplicación de compactadores de maduración. Ethrel (ethephon), es un regulador de crecimiento de las plantas que, en su interior, desprende etileno, cuya función es acelerar la maduración.

De lo anterior se deduce que no se obtienen los resultados esperados con tan solo el manejo normal, por lo que se ha decidido probar con productos químicos.

2.2. Características botánicas

El pecan (*Carya illinoensis*) pertenece a la familia de las juglandáceas al Genero *Carya* y a la Especie *illinoensis*. El nombre común es nuez pecan o pecan. El árbol alcanza una altura de 30 m y llega a una edad superior a los 100 años produciendo en ese momento más de 100 kg. de nueces por planta. La tabla 1 muestra la evolución de la altura da la planta con la edad.

Cuadro 1. Relación entre la edad del pecan/altura del árbol.

Edad (años)	Altura (m)
2	0.9
10	8-10
20	15-20

Posee una **raíz** principal pivotante, la profundidad que esta alcance, depende de la profundidad del manto freático (Herrera, 1996); aunque su principal fuente de humedad y nutrientes los recibe de las extensas ramificaciones laterales en el estrato de 0 a 90 cm (Brisson, 1992; Godoy, 2000). Su **tallo** es leñoso y dependiendo de la variedad y la edad del árbol, este produce una corteza corchosa o agrietada; las **hojas** son compuestas, tienen un eje central con 11 a 15 folíolos lanceolados y acerrados.

El nogal es una especie monoica, la **flor** masculina se le denomina amentos, tiene forma cilíndrica y mide de 8 a 10 cm; por otro lado, las flores femeninas o pistiladas, aparecen como inflorescencias terminales en los brotes jóvenes del año en curso. La nuez, el **fruto** del nogal, es una drupa que consta de pericarpio, mesocarpio, endocarpio y semilla; puede medir de 2 a 6 cm de largo y pesan de 2 a 12 gramos cada una. La semilla presenta dos cotiledones separados por una tabique central los cuales provienen de los carpelos florales (Núñez *et. al.*, 2001).

2.3. Origen

La historia del Pecanero se remonta al siglo XVII en el Norte de México y Sureste de los EE.UU. Su hábitat son las planicies de inundación del río Mississippi, Ohio, Missouri, el río Colorado y muchos otros en Texas y noreste de México. Es el único nogal originario de América del Norte y es considerada como la especie de producción de nuez más valiosa. Su nombre, “pecan” o “pecana” derivan del vocablo indígena Algoquin “Pakan”, lo describe como “la nuez que requiere una piedra para romperse”. Es originario del centro y este de los EE. UU. y los valles de los principales ríos del Norte de México, su fruto fue ampliamente utilizado por los habitantes precoloniales de esas zonas. (Medina *et. al.*, 2002).

2.4. Superficie y rendimiento en México.

En 2015 a nivel nacional se cosecharon 77,053.69 hectáreas con una producción total de 120,173.62 toneladas y un rendimiento promedio de 1.56 toneladas por hectárea. Los principales productores fueron: Chihuahua con 79,302.15 toneladas

con un rendimiento de 1.74 ton/hectárea, Sonora con 15,028.09 toneladas y un rendimiento de 1.87 ton/hectárea, Coahuila con 12,509.31 toneladas y rendimiento de 0.97 ton/hectárea, Durango 7,142.50 toneladas y rendimiento de 1.38 ton/hectárea y Nuevo León con 3,346.61 toneladas y un rendimiento por hectárea de 0.84 toneladas (SIAP 2015).

2.5 Superficie y rendimiento en la Comarca Lagunera.

En 2015 en la Comarca Lagunera se cosecharon 7,399.80 hectáreas con una producción total de 9,376 toneladas y un rendimiento promedio de 1.26 toneladas por hectárea. Los principales Municipios productores fueron: San Pedro Coahuila con 3,338.89 toneladas y rendimiento de 1.35 toneladas/hectárea, Nazas con 1,922.90 toneladas y un rendimiento de 1.58 ton/hectárea, Gómez Palacio con 1,168.26 toneladas y un rendimiento de 1.13 ton/hectárea, Lerdo con 1,112.40 toneladas y rendimiento de 1.45 ton/hectárea y Matamoros 437.1 toneladas y rendimiento de 0.76 ton/hectárea (SIAP 2015).

2.6. Descripción de variedades

2.6.1. Descripción de variedad Wichita

Es una variedad de buena adaptación en zonas desérticas y semidesérticas, es susceptible a la roña y otras enfermedades fungosas: es por esto que no es recomendada para regiones húmedas. La liberación de polen coincide en gran parte con la receptividad de las flores hembras de la variedad Western Schley (Núñez *et. al.*, 2001).

2.6.2. Descripción de la variedad Western Schley

Es el árbol más popular y preferido por los productores en el estado de Coahuila y otras regiones del norte de México. Es una selección nativa de gran adaptación a las zonas desérticas y semidesérticas. Muestra cierta tolerancia a deficiencias de zinc, sin embargo necesita aplicaciones de este elemento menor para un buen

desarrollo. Regularmente precoz en la maduración del fruto. Necesita de la presencia de la variedad Wichita para una buena polinización. Árboles vigorosos con buena ramificación con buen ángulo de apertura (Thompson y Young, 1985).

Necesita un promedio de 300 horas frío para su brotación; esta variedad tiende a tener un 60% de brotes fructíferos y esto permite mantener un buen rendimiento cada año. En esta variedad los brotes de 15 a 30 cm de longitud con hojas grandes son suficientes para una buena cosecha (Craw *et al.*, 2004).

2.7. La semilla

Moreno (1996), menciona que en términos agronómico se conoce como semilla al grano, fruto y estructuras más complejas (unidad semilla) que producen las plantas y que, al caer o ser sembrado, produce nuevas plantas de la misma especie.

2.7.1. Germinación de la semilla

La germinación es el proceso de iniciación del crecimiento del embrión. Se inicia con la absorción de agua (imbibición) y finaliza con la emergencia del embrión (radícula y plúmula) a través de la cubierta o testa de la semilla. La imbibición da lugar a una pérdida de solutos y reanuda la actividad metabólica (respiración, síntesis de proteínas, ácidos nucleídos...). (Simón & Moysset 2006).

La germinación de una semilla de dicotiledónea, en principio se compone de un embrión y dos cotiledones como almacén de reservas alimenticias que la abastece. Durante la germinación de la semilla, el metabolismo de las células aumenta, el embrión continúa con su crecimiento o desarrollo activo, la cubierta de la semilla se abre y emerge la planta de la semilla. La terminación de la germinación coincide con la iniciación de la actividad fotosintética, lo que altera totalmente el metabolismo de la plántula. (Hartmann y Kester 1989).

Valla (2004) menciona las condiciones necesarias para que una semilla pueda germinar son:

- La semilla debe estar madura.

- La semilla debe estar viva.

- La semilla debe ser permeable.

- La semilla debe estar bien constituida.

- La condiciones externas básicas son: agua, oxígeno, calor y en algunos casos, luz.

A su vez, Hartmann y Kester (1995) Indican que la iniciación de la germinación requiere de tres condiciones:

Primera: La semilla debe ser viable; esto es, el embrión debe estar vivo y ser capaz de germinar.

Segunda: La semilla no debe estar en letargo ni el embrión quiescente. No deben existir barreras fisiológicas o físicas que induzcan letargo ni barreras químicas para la germinación.

Tercera: La semilla debe estar expuesta a las condiciones ambientales apropiadas: agua, temperatura, oxígeno y en ocasiones luz.

2.7.2. Factores que afectan la germinación

2.7.2.1. Madurez de la semilla

Decimos que una semilla es madura cuando ha alcanzado su completo desarrollo tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico (Fuller y Ritchie, 1972). Jean-Prost (1970) indica que la madurez morfológica se consigue cuando las distintas estructuras de la semilla han completado su desarrollo, dándose por finalizada cuando el embrión ha alcanzado su máximo desarrollo. Hess (1980)

señala que aunque la semilla sea morfológicamente madura, muchas de ellas pueden seguir siendo incapaces de germinar porque necesitan experimentar aún una serie de transformaciones fisiológicas. Lo normal es que requieran la pérdida de sustancias inhibitoras de la germinación o la acumulación de sustancias promotoras.

2.7.2.2. Viabilidad

La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar (Fuller y Ritchie, 1972). Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento (Jara, 1996).

2.7.2.3. Agua

La absorción de agua es el primer paso, y el más importante, que tiene lugar durante la germinación; porque para que la semilla recupere su metabolismo es necesaria la rehidratación de sus tejidos (Valla, 2004). Para Hess (1980) la toma de agua por las semillas secas empieza con la hinchazón, un proceso puramente físico. Hartmann y Kester (1995) resaltan que el contenido de agua es un factor muy importante en el control de la germinación de la semilla. Con menos del 40 o 60 % de agua en la semilla (con base en peso fresco), no se efectúa la germinación. La entrada de agua en el interior de la semilla se debe exclusivamente a una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que le rodea (Valla, 2004). En condiciones normales, este potencial hídrico es menor en las semillas secas que en el medio exterior. Por ello, hasta que emerge la radícula, el agua llega al embrión a través de las paredes celulares de la cubierta seminal; siempre a favor de un gradiente de potencial hídrico. Aunque es necesaria el agua para la rehidratación de las semillas, un exceso de la misma actuaría desfavorablemente para la germinación, pues dificultaría la llegada de oxígeno al embrión (Fuller y Ritchie, 1972).

2.7.2.4. Temperatura

La temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación (Jara, 1996). La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio. Del mismo modo, en el proceso de germinación pueden establecerse unos límites similares. Por ello, las semillas sólo germinan dentro de un cierto margen de temperatura. Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar aunque las demás condiciones sean favorables (Wilson y Loomis, 1992). Hartmann y Kester (1995) señalan que la temperatura óptima para las semillas de la mayoría de las plantas que no están en letargo es de 20 a 30 °C.

La temperatura afecta tanto el porcentaje como la tasa de germinación. La tasa de germinación, por lo general disminuye a temperaturas bajas pero aumenta paralelamente con la elevación de la temperatura, en forma similar a la curva de una reacción química. Más arriba de un nivel óptimo en que la tasa es más rápida, ocurre una declinación a medida que la temperatura se aproxima al límite letal y la semilla se daña (Hartmann y Kester 1989).

En cuanto al tiempo la germinación de las semillas puede ser influenciado por la exposición ambiental de la planta madre durante el desarrollo de la semilla. La variación entre las semillas individuales de un lote de semillas puede producir en el mismo una germinación dispareja (Sifuentes 1995). Lo que ocurre en arboles de nuez.

2.7.2.5. Aireación

Hartmann y Kester (1995) señalan que un buen intercambio de gases entre el medio de germinación y el embrión es básico para una germinación rápida y uniforme. La mayor parte de las semillas requieren para su germinación un medio suficientemente aireado que permita una adecuada disponibilidad de O₂ y CO₂ (Wilson y Loomis, 1992). De esta forma el embrión obtiene la energía

imprescindible para mantener sus actividades metabólicas. La mayoría de las semillas germinan bien en atmósferas normal con 21% de O₂ y un 0.03% de CO₂. Sin embargo, existen algunas semillas que aumentan su porcentaje de germinación al disminuir el contenido de O₂ por debajo del 20% (Hess, 1980). Para que la germinación tenga éxito, el O₂ disuelto en el agua de imbibición debe poder llegar hasta el embrión (Hartmann Kester, 1995). A veces, algunos elementos presentes en la cubierta seminal como compuestos fenólicos, capas de mucílago, macroesclereidas, etc. pueden obstaculizar la germinación de la semilla por que reducen la difusión del O₂ desde el exterior hacia el embrión (Fuller y Ritchie, 1972).

Cuando la nuez ya ha completado su estado de maduración pero aún se encuentra dentro del ruzno, este impide que la nuez tenga una adecuada aireación y por lo tanto las condiciones de humedad en la que se encuentra favorecen la germinación prematura.

2.7.2.6. Regulación hormonal de la germinación

La mayoría de las investigaciones sobre los efectos de las hormonas en las semillas y su germinación se han realizado mediante la aplicación de hormonas exógenas y no se conoce hasta qué punto de efectos reflejan procesos fisiológicos reales debido a las mismas hormonas cuando estas tienen un origen endógeno. Las principales hormonas que intervienen en los procesos fisiológicos que tienen lugar en las semillas en la germinación son giberelinas, citocininas y auxinas; el etileno y ABA ejercen un efecto hormonal importante (Saavedra y Rodríguez 1993).

Generalmente se admite que las hormonas vegetales son poco específicas respecto a los compuestos bioquímicos sobre los que actúan y que su especificidad para una acción determinada se debe más bien a su concentración en un momento determinado. También se admite de manera general que las hormonas son agentes primarios desencadenantes de la germinación (Lira 1994).

El proceso de germinación de la semilla se regula por hormonas naturales en la misma, de tal forma que el inicio del desarrollo de la semilla se encuentra llena de promotores de crecimiento (Giberelinas, Auxinas, Citoquininas), que favorecen el desarrollo de la semilla. Mientras que este se alcanza, se genera una concentración mayor de inhibidores de crecimiento, entre ellos el ácido Absícico, que gracias a su participación para el crecimiento de las células dando lugar a la maduración de la semilla y se establece el final del desarrollo de la semilla en la planta madre. (Sifuentes 1993, citado por Durón 2002).

2.8. Viviparidad o germinación prematura

La viviparidad o germinación prematura es un mecanismo reproductivo poco común en el reino vegetal, en el cual el embrión carece de quiescencia metabólica (latencia) y emerge de los tejidos de la semilla antes de que sea liberada o dispersada (Elmqvist & Cox, 1996; Farnsworth, 2000; Cota-Sánchez et al., 2007). Dicha característica garantiza la propagación de las especies en condiciones ambientales adversas (Mayumder et al., 2010). El desarrollo de estas semillas se realiza bajo una alta humedad de los tejidos y son intolerantes a la desecación (la cual es una condición previa para la latencia) aunque el embrión este maduro, procediendo después a la fase de germinación (Cota-Sánchez et al., 2007; Mayumder et al., 2010).

Su presencia en el reino vegetal es mostrada en una revisión de Farnsworth (2000), quien enumera 78 familias que incluyen 143 géneros y 195 especies con alguna forma de viviparidad, que ocurren a menudo en especies de ambientes húmedos o inundables.

En muchos casos la condición vivípara de germinación ocurre como una forma de mejorar las condiciones ambientales desfavorables y su ocurrencia es común en plantas que crecen en suelos calcáreos y salinos (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1963).

La germinación precoz está determinada por un complejo de factores genéticos, fisiológicos y ambientales. Aunque la propensión a germinar depende del estímulo ambiental, la susceptibilidad a estas señales externas es heredable y tiene una base genética (Walker-Simmons, 1988; Farnsworth, 2000). La viviparidad involucra un alto grado de especialización eco fisiológica (Cota-Sánchez & Abreu, 2007), así como una compleja señalización fitohormonal (Farnsworth, 2000; Batygina & Bragina, 2009), pero a su vez es perjudicial en algunos cultivares (Tsiantis, 2006).

Se ha reportado que la síntesis de ácido absísico (ABA), una hormona claramente relacionada con el control de la germinación, la cual actúa como un agente anti-germinativo que previene la germinación prematura en los embriones (Walbot 1978), se ve interrumpida durante la maduración y la disminución del contenido de humedad de semillas (Hilhorst & Koorneef, 2007), así como bajo estrés salino (Farnsworth, 2000), y que tal reducción de ABA está asociada con la viviparidad en algunos cultivares (Walker-Simmons, 1988), así como en especies de mangles (Farnsworth, 2000). Por otra parte también se ha sugerido que la viviparidad se hace posible debido a un incremento de ácido giberélico (AG_3), otra hormona estrechamente relacionada con el proceso de germinación (Farnsworth, 2000; Mayumder *et al.*, 2010) y con el rompimiento de la latencia (Hilhorst & Koorneef, 2007).

2.8.1. Germinación prematura de la nuez pecanera

La germinación prematura de la nuez (viviparidad), es un mecanismo de sobrevivencia que han desarrollado las especies nativas de plantas, para asegurar su perpetuidad; en árboles de nogal, sin embargo, dicho fenómeno es contrario a los intereses comerciales establecidos sobre la calidad de la nuez, la cual se ve reducida al desarrollar sabores desagradables en la almendra, que disminuyen el precio del producto hasta en 70%; además, de que se hace necesario realizar gastos adicionales para la selección de nuez buena (Lagarda 2007).

2.8.2. Factores que ocasionan la germinación prematura de la nuez

2.8.2.1. Variedades susceptibles

Se considera muy susceptibles a la germinación prematura aquellas variedades con porcentajes superiores al 10%, de susceptibilidad media, aquellas entre 2% y 5%, y de poca susceptibilidad, aquellas cuyo porcentaje es inferior al 2% (Lagarda 1999).

Una vez que se tiene seleccionada la variedad de nuez, la germinación de estas se da por las condiciones ambientales que ocurren durante la época de maduración del fruto, en especial por temperaturas de crecimiento (25° C) durante el día y la noche (Hartmann y Kester 1989).

La tendencia de susceptibilidad en las variedades Western y Wichita, se va incrementando conforme va aumentando la edad de los árboles (Lagarda 2000).

2.8.2.2. Cantidad de nueces que produce el árbol

La carga que deben tener los árboles en producción debe ser controlada para lograr buena calidad, y producción constante, así como también lograr una prevención de la germinación prematura de la nuez. Considerando los hábitos de fructificación de los nogales, el balance de producción más favorable es cuando éstos alcanzan a tener 50% de los brotes con racimo (Lagarda *et. al.*, 1998; Stein, 2001); sin embargo dicho balance en árboles maduros difícilmente se logra, en forma natural por lo que solo se puede lograr con el aclareo de frutos en nogales, que se realiza con la poda o con la vibración de árboles durante el mes de junio.

En años de alta producción de fruta, la germinación prematura ocurre antes de que la fruta madure y produce una pérdida sustancial de nueces comerciales. Los datos preliminares indican que reduciendo carga de la cosecha reducirán germinación prematura a nivel aceptable (Sparks 1993).

Los problemas, ruezno pegado y germinación prematura, están aparentemente asociados con un fructificación excesivo (Smith y Stevenson 1995).

Los beneficios del aclareo de frutos en nogal se muestran en el cultivar Wichita, en cinco años consecutivos de observaciones donde se logró 12% de germinación de nuez aclareando se reportó 8%, sin afectarse notoriamente el rendimiento total de los cinco años (Stein, 2001).

2.8.2.3. Periodo de cosecha

La germinación de la nuez ocurre durante el último periodo (30 días) antes de la cosecha de la fruta, por lo que es importante considerar la estrategia de realizar una cosecha temprana y lo más compacta posible, en base a las fechas de maduración total de las variedades y la compactación del periodo de maduración de las nueces (Lagarda *et. al.*, 1998; Stein, 2001).

Según Cooper *et. al.*, (1986), menciona que las fechas de cosecha para el nogal pecanero son a partir del 10 de octubre con sus respectivas variaciones.

2.8.2.4. Temperatura y humedad

El problema se presenta en regiones con otoño caliente y con la presencia de temperaturas altas durante la formación de la almendra, que promueven la deficiencia de agua y en la medida que esta situación se prolonga la germinación aumenta sus porcentajes (Lagarda 1999).

Según Godoy (2000), menciona que el agua influye en la germinación de la nuez. El fenómeno de que el agua de riego reduce la germinación de la nuez, se explica porque el rizado de la nuez abre más fácilmente cuando tiene buena disponibilidad de agua durante la época de maduración del fruto, permitiendo así la pérdida de humedad en la semilla o sea la nuez y evita de ésta manera la germinación de la nuez (Lagarda, 1978; Sparks, 1993; Godoy, 2000).

2.9. Fitohormonas

En frutales, se han aplicado las hormonas o fitohormonas, reguladores producidos por la planta, que en muy bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos

de la misma; una hormona generalmente se mueve del sitio de producción al sitio de acción, donde influye en una función fisiológica en específico (Rademacher *et al.*, 2006).

Los promotores de crecimiento son, auxinas, giberelinas y citoquinina, que promueven el crecimiento, la división celular y la elongación de las células (Soh *et al.*, 1994). La regulación del crecimiento que estos factores producen en la planta, no depende de una sola fitohormona, más bien, de la interacción de muchas de estas en el tejido en el cual coinciden las siguientes reguladores naturales, auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno y ácido abscísico (Gosch *et al.*, 2003).

2.9.1 Promotores de crecimiento

2.9.1.1 Giberelinas (GAs)

Las giberelinas (GAs) pertenecen a la clase de sustancias implicadas de manera más directa en el control y el estímulo de la germinación de las semillas. Aunque existen muchas variaciones moleculares de la giberelinas, la de más amplio uso experimental y comercial es el ácido giberelico (GA3). Estos compuestos se presentan en cantidades específicamente altas en las semillas en desarrollo, pero se reducen a una concentración menor en semillas maduras en letargo, en particular en plantas dicotiledóneas (Hartmann y Kester 1989).

Giberelinas: estas comprenden a un grupo de hormonas vegetales que tienen una actividad significativa en la fisiología de las semillas. Aunque en las plantas se encuentran muchas clases de giberelinas naturales, el ácido giberelico es el que más se emplea para aplicaciones exógenas. El ácido giberelico es producido en cultivos de hongos y se encuentra disponible comercialmente. Los tratamientos con GA3 pueden superar el letargo fisiológico en varias especies de semillas y estimula la germinación de semillas con embriones en letargo. La aplicación de giberelinas puede funcionar para superar muchos tipos de letargo, incluyendo al fisiológico, al foto letargo y al termo letargo (Hartmann y Kester 1989).

2.9.2. Retardadores

Aun no se conoce con seguridad el mecanismo de acción de los retardadores del crecimiento. Puesto que frecuentemente los efectos de esos compuestos de las plantas se oponen exactamente a las de las giberelinas, parece lógico creer que los retardadores actúan como antigiberelinas. Lang y sus colaboradores en 1965 citados por Hartmann y Kester en 1989 demostraron la certeza de esa hipótesis en lo referente al CCC y al Amo-1618 en el hongo *fusarium moniliforme* en plantas superiores. En esos experimentos se bloqueó la síntesis de giberelinas, pero las que ya estaban presentes en los tejidos no fueron afectadas.

2.9.3. Inhibidores hormonales

Los inhibidores de la biosíntesis de giberelinas se clasifican en cuatro grupos que son bloqueadores antes de la síntesis del ent-kaurene, inhibidores de los pasos oxidativos desde el ent-kaurene hasta el ent-kaurenoico, inhibidores en los pasos tardíos de la biosíntesis de giberelinas y en inhibidores de dioxigenasas en los últimos pasos de las giberelinas (Rademacher, 2000). Al primer grupo pertenecen el clomequat mepiquat, en el segundo están el paclobutrazol, uniconazol y acimidol, del tercer grupo son trinexapacetilprohexadione y daminozida (Rademacher, 2000).

2.9.3.1. Paclobutrazol (PBZ)

El paclobutrazol es una triazina cuyas respuestas son ampliamente reportadas por la disminución de la longitud de los entrenudos y el tamaño de las hojas. Este producto se diferencia porque es muy notoria su acción en las plantas especialmente en el caso de los árboles frutales (Williamson & Coston 1986, Barroto *et. al.*, 1986).

Este producto penetra por las hojas, tallos y raíces y es traslocado a través del floema. Su mecanismo de acción primario es la inhibición de la oxidación, requerida entre los productos intermedios del karueno a ácido kaurenoico en la secuencia de la biosíntesis de las giberelinas (Samutumwa y Bradley, 1989).

Debido a la compleja interacción de las diversas hormonas y moduladores vegetales, una misma sustancia puede provocar muchas respuestas distintas dependiendo de la planta que la recibe, a distintos niveles: bioquímico, fisiológico o morfológico. No obstante, se clasifica al paclobutrazol como un retardador del crecimiento, y más específicamente, como un inhibidor de la biosíntesis de giberelinas (Rademacher *et al.*, 2006).

El paclobutrazol retarda el crecimiento vegetal debido a que interfiere bloqueando la síntesis de giberelinas, aunque afecta también a otras hormonas: por ejemplo reduce el nivel de ácido abscísico, etileno y ácido indolacético, y aumenta el de citocinas. Se emplea en la conservación de frutos, como inductor de florecimiento en varias especies y como inhibidor del desarrollo vegetal. Además, existen referencias de que actúa como un agente protector frente al estrés abiótico (Rademacher *et al.*, 2006; Soh *et al.*, 1994).

El paclobutrazol, es un acortador de entrenudos que fue investigando exhaustivamente en los 70's y 80's, la cual fue muy efectivo en reducir el tamaño del árbol. Las aplicaciones de trinchera al suelo de paclobutrazol en plántulas de nogal desarrolladas en invernadero, redujo altura de la planta, peso seco de la planta, longitud de entrenudos, grosor de las hojas y contenido de clorofila por área foliar (Soh *et al.*, 1994). El paclobutrazol (PBZ) disminuye el largo de los brotes, acorta los entrenudos; con esto es posible aumentar el número de árboles por hectárea y por lo tanto aumentar la producción (Lemus, 2002).

3.- MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización geográfica

La Comarca Lagunera se encuentra ubicada entre los paralelos 25 y 27° latitud norte y los meridianos 103 y 104° latitud oeste de Greenwich, teniendo una altura de 1129 msnm, localizada en la parte sureste del Estado de Coahuila y noroeste del Estado de Durango, al norte con el estado de Chihuahua y al sur con el Estado de Zacatecas (Juárez 1981).

3.2. Características del clima

El clima de la Comarca Lagunera según la clasificación de Koppen modificada por (García 1964) corresponde a BW (h) hw (e), que se caracteriza por ser muy seco o desértico, semiárido con invierno fresco, temperatura media anual entre 21 ° C y las temperaturas extremas fluctúan entre 41.5 ° C en junio a 13 ° C en Enero; la precipitación media anual es 243-250 mm anuales, es decir, la necesidad de riego es, diez veces mayor a la precipitación pluvial (DETENAL y UNAM 1970).

3.3. Localización del experimento y descripción de metodología

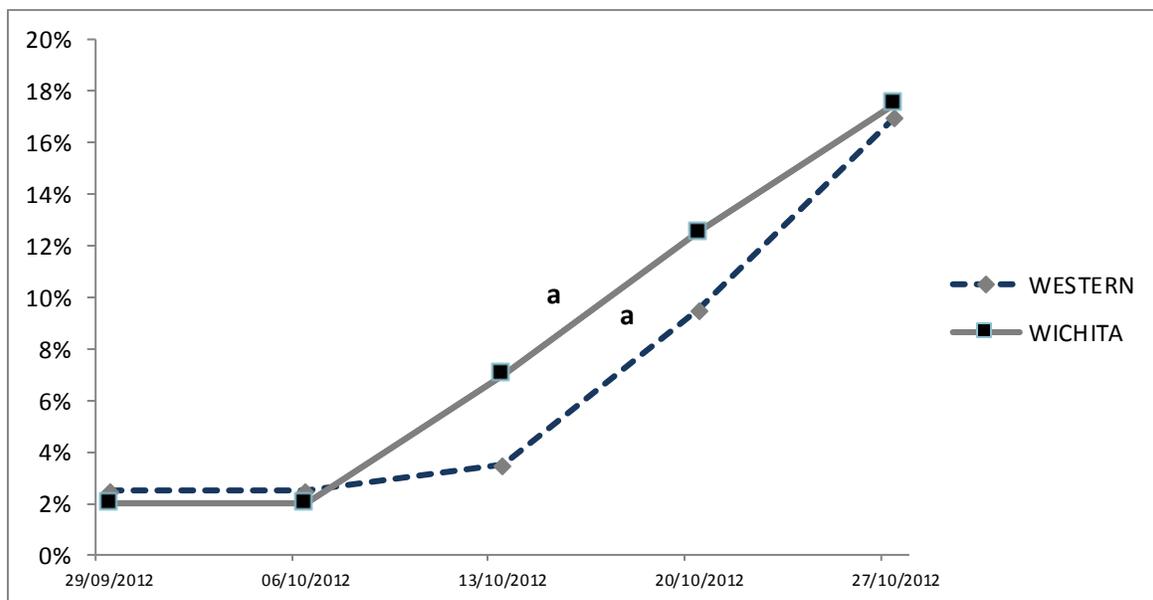
El experimento se llevó a cabo del 1 de septiembre al 27 de octubre del 2012 en el rancho Tierra Blanca, municipio de Matamoros Coahuila. Se seleccionaron árboles adultos (mayores de 25 años) de la variedad Western y Wichita. El diseño que se utilizó fue un completamente al azar con cuatro tratamientos y diez repeticiones. Los tratamientos fueron: 1. Western (testigo), 2. Western+ paclobutrazol, 3. Wichita (testigo), 4. Wichita + paclobutrazol. La fecha de aplicación del producto fue el 1 de septiembre. Se aplicó 1 litro de Paclobutrazol al 25%/ha asperjada directamente al follaje.

Las variantes a evaluar fueron: Porcentaje de germinación. Las evaluaciones de nueces germinadas se llevaron a cabo en cinco fechas con intervalo de siete días, del 29 de septiembre al 27 de octubre del 2012, considerando este el periodo en que se presenta el fenómeno de la viviparidad. En el transcurso de la semana se

monitoreó la temperatura mínima y máxima; de cada tratamiento se tomaron 100 nueces al azar, de esta manera se sacó el porcentaje de nueces germinadas. De acuerdo a este porcentaje se observó la evolución de la germinación de la nuez en cada semana de evaluación y de esta manera se identificaron las fechas críticas para cada variedad. Se empleó el paquete para computador Statistical Analysis System (SAS) para obtener el análisis de varianza (ANVA) y se efectuó la comparación de medias, mediante la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$).

4.- RESULTADOS Y DISCUSION

Grafica 1. Significancia para la variable porcentaje de germinación prematura en las variedades Western y Wichita (tomando en cuenta los tratamientos de cada variedad).



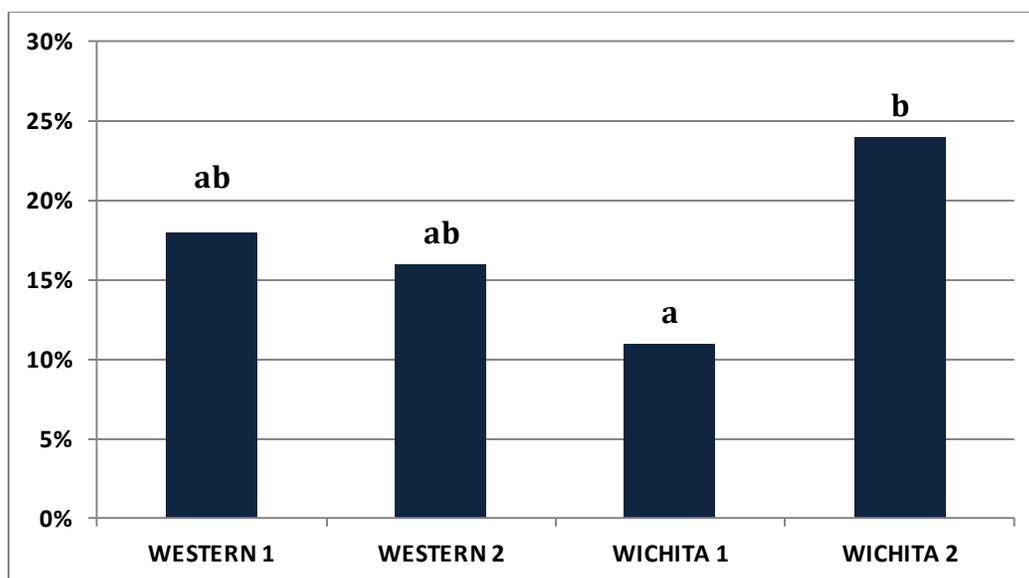
Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes.

En la gráfica 1 se observa que aunque visiblemente existe una diferencia entre variedades (Western y Wichita), según el análisis de varianza, estadísticamente no hay diferencia para la variable porcentaje de germinación. Como se ha mencionado cada variedad tiene dos tratamientos y la combinación de los valores de estos representa en la gráfica a la variedad a la que corresponden.

Estudios conducidos en la costa de Hermosillo indican que la capacidad de germinar prematuramente existe en la mayoría de las nueces del cv Wichita y en menor capacidad en las del cv Western (Martínez-Díaz *et al.*, 2003, 2004, 2005).

Medina, M. & Ma. Del Consuelo.1998, mencionan que en un estudio Realizado en huertas de la Comarca Lagunera, en 68% de las mismas se presentó germinación de la nuez hasta en 15%.

Gráfica 2. Comparación estadística de los cuatro tratamientos evaluados para la variable porcentaje de germinación.



Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes.

La aplicación de 1 litro de Paclobutrazol al 25%/ha asperjado al follaje redujo la germinación prematura de la nuez en Wichita de 24% en el testigo a 11% en el tratamiento de un litro de Paclobutrazol por Ha. Estadísticamente los dos tratamientos de esta variedad son diferentes entre sí, pero no para los tratamientos de la variedad Western.

En la variedad Western estadísticamente no hay diferencia entre sus tratamientos, lo que quiere decir que no hubo efecto en esta variedad a la aplicación de PBZ.

La germinación prematura en la variedad Wichita de 60 años se logra reducir de un 12% al 2% con la aplicación de Paclobutrazol (25%) inyectado al tronco en dosis de 0.125 ppm/árbol y en 0.250 ppm/árbol (Carpio 2010).

La variedad Western tiende a ser una variedad que se protege más de la sobrecarga que Wichita y por lo tanto tiende a ser más controlada en su expresión de la germinación (Almeida 2015).

Cuadro 2. Fechas en las que se desarrolló el fenómeno de la germinación prematura de la nuez en arboles con aplicación y sin aplicación de PBZ.

		Fechas de muestreo				
Tratamiento		29 Sep.	6 Oct	13 Oct	20 Oct	27 Oct
PBZ	Western	1%	1%	3%	9%	18%
	Wichita	0%	0%	5%	11%	11%
Testigo	Western	4%	4%	4%	10%	16%
	Wichita	4%	4%	9%	14%	24%

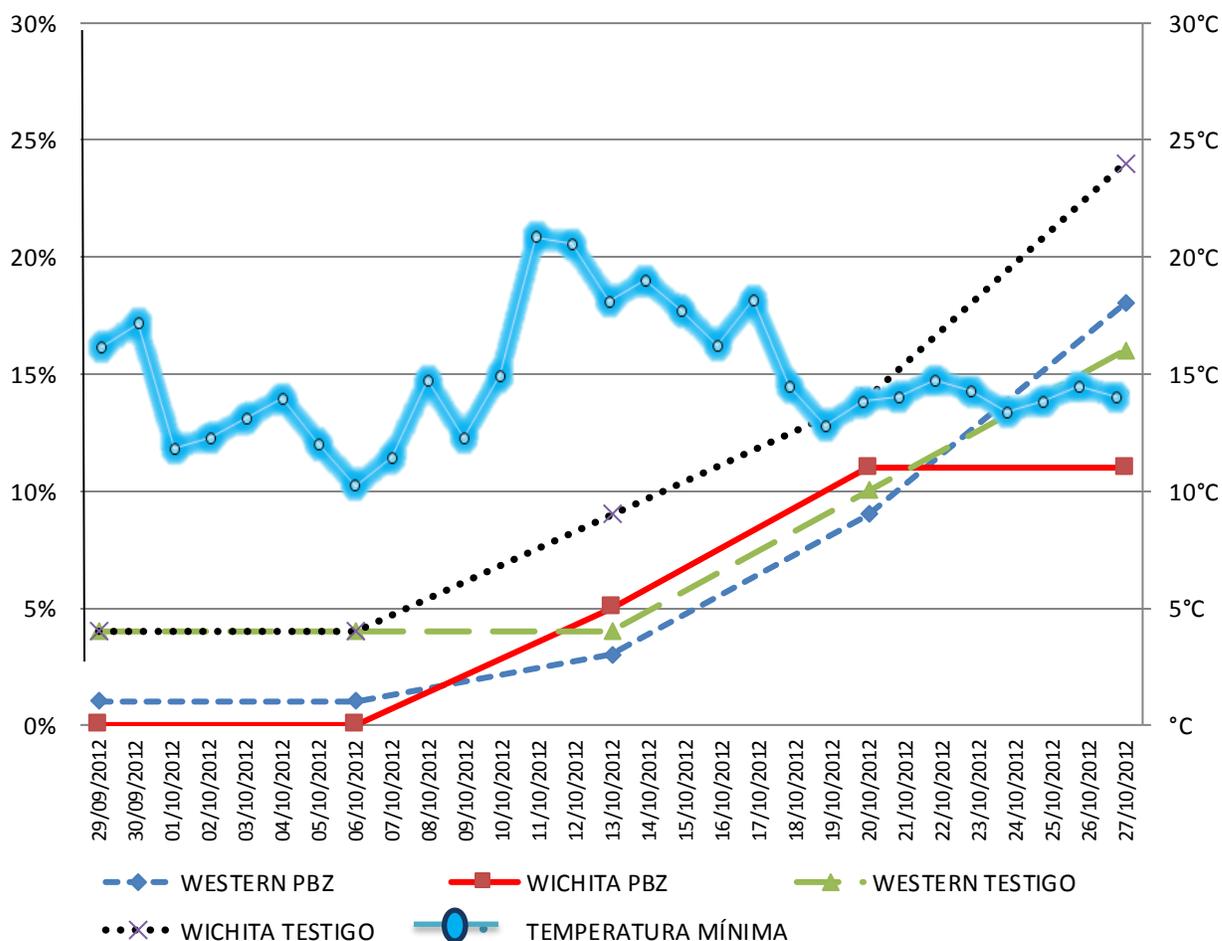
Aunque los valores en la variedad Western con dosis de 1 litro/ha de PBZ son ligeramente menores del 29 de septiembre al 20 de octubre con respecto al testigo, estadísticamente entre estos dos no hay diferencia, por lo que no se puede asegurar que esa ligera diferencia visual se deba a que la dosis tuvo un efecto en esta variedad. En la última semana los porcentajes se invirtieron siendo el tratamiento con la dosis de 1 litro de PBZ el que más se germinó de 18% a 16% con respecto al testigo.

La fecha crítica para el desarrollo de la germinación se inicia después del 6 de Octubre para Wichita y después del 20 de octubre para Western (cuadro 2).

Los resultados anteriores indican que la aplicación de Paclobutrazol en dosis de 1 litro/ha, con fecha del 1 de septiembre, ejerce efecto significativo en el control de la viviparidad de la nuez en la variedad Wichita.

La germinación prematura en la variedad Wichita de 60 años se logra reducir de un 12% al 2% con la aplicación de Paclobutrazol (25%) inyectado al tronco en dosis de 0.125 ppm/árbol y en 0.250 ppm/árbol (Carpio 2010).

Grafica 3. Relación de temperaturas mínimas con la germinación prematura de la nuez.



En la gráfica 3, se observa que mientras las temperaturas mínimas oscilan entre los 10 y 17° C, el porcentaje de germinación de los tratamientos se encuentra por debajo del 5%, dichas condiciones se presentan del 29 de septiembre hasta el 10 de octubre. El 11 de octubre se registró un acenso en la temperatura mínima hasta los 21.5° C, desencadenando un aumento en el porcentaje de germinación en la mayoría de los tratamientos, aunque en menor medida en los que se les aplicó PBZ, estas condiciones se presentan hasta el 17 de octubre con temperaturas mínimas que rondan en promedio los 19° C. Sin embargo, aunque para el día 18 de octubre vuelve a bajar la temperatura mínima manteniéndose en promedio 14° C hasta el 27 de octubre, la tendencia positiva de la germinación prematura sigue en

aumento en tres tratamientos excepto en el tratamiento tres (Wichita + PBZ) que se mantiene con el mismo porcentaje en la penúltima y última fecha de evaluación (20 y 27 de octubre), siendo este tratamiento el que menos se germinó.

En las semillas de nogal de variedades susceptibles a la viviparidad, aparentemente la controlan mediante la presencia de condiciones ambientales adversas al crecimiento, en especial con las temperaturas mínimas inferiores a los 17° C al tiempo de alcanzar la maduración de la nuez (Lagarda, 2007).

5.- CONCLUSIONES

No hay diferencia entre las variedades Western y Wichita con respecto al porcentaje de germinación.

En variedad Wichita si existe diferencia entre sus tratamientos. La aplicación de paclobutrazol al 25%, en aspersión al follaje, redujo la germinación prematura de la nuez de 24% en el testigo a 11% en el tratamiento de un litro por ha.

En la variedad Western estadísticamente no hay diferencia entre sus tratamientos, lo que quiere decir que no hubo efecto en esta variedad a la aplicación de PBZ.

La fecha crítica para el desarrollo de la germinación se inició entre el 6 y 13 de Octubre para Wichita y una semana después para Western.

Un ascenso en la temperatura mínima por arriba de los 17°C podría desencadenar un aumento en el porcentaje de germinación prematura de la nuez, sin embargo es posible que el porcentaje de germinación prematura sea menor al estar bajo el efecto del paclobutrazol.

6.- BIBLIOGRAFIA

Almeida J.A. 2015. Efecto de la longitud de brote sobre la viviparidad en la nuez pecanera (*Carya illinoensis koch*) variedades Western Schley y Wichita. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreon, Coahuila.

Barroto .C., G., M. Escalonada, P. Serian, J. González, N. Nieves y Moblanco. 1986. Efecto del paclobutrazol (PP-333) sobre la floración de la lima persa (*Citrus latifolia Tan*). Memorias "Simposio Internacional de Citricultura Tropical" I., 313-320.

Batygina, T. B., E. A. Bragina. 2009. Viviparity. In: Batygina, T.B. (Ed.), Embryology of Flowering Plants. Reproductive Systems. 3: *Science Pub*. Enfield, NH, pp. 19-29.

Brisson, F.R. 1992. Cultivo del Nogal Pecanero. 2^a ed. México. CONAFRUT. 349 p.

Carpio, H.D. 2010. Aplicación de hormonas inhibidoras de crecimiento inyectadas al tronco para reducir viviparidad de la nuez. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreon, Coahuila.

Cooper, J. N., J. D. Johnson, G. R. Mc. Eachern and G. M. McWhorter. 1986. Texas Pecan Integrated Pest management manual. Texas Agricultural Extension Service. Department of Horticultural, Plant Science and Entomology Texas & M University. Pág. 4.

Cota-Sánchez, J. H., Reyes-Olivas, A. & Sánchez-Soto, B. 2007. Vivipary in coastal cacti: a potential reproductive strategy in halophytic environments. *American journal of Botany*, 94: 1577-1581.

Cota-Sanchez, J. H. & Abreu, D. 2007. Vivipary and offspring survival in the epiphytic cactus *Epiphyllum phyllanthus* (Cactaceae). *Journal of Experimental Botany*, 58: 14pp.

DETENAL .1970. Cartas de climas Durango 13R-VII, escala 1:500, 000. (Dirección de Estudios del Territorio Nacional) y UNAM Universidad Nacional Autónoma de México).

Durón, R.B.; 2002; Tesis: Evaluación de Dos Aceleradores y Retardadores de la Germinación Prematura de la Nuez en la Comarca Lagunera. UAAAN México.

Elmqvist, T., & Cox, P. A. 1996. The evolution of vivipary in flowering Plants. *Oikos*, 77:3-9.

Farnsworth, E. 2000. The ecology and physiology of viviparous and recalcitrant seeds. *Annual Review of Ecology and Systematic*. 31: 107-138.

Fuller, HJ; Ritchie, DD. 1972. Botánica general. Trad A Marino Ambrosio. México, D.F., México, Compañía Editorial Continental. 272 p.

García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 1ª ed. México. Instituto de Geografía- UNAM. 21 p.

Godoy Á.C. 2000. Evaluación de los factores que influyen sobre la germinación de la nuez. Inf. Inv. CELALA.2000.

Gosch C, Puhl I, Halbwirth H, Schlangen K, Roemmelt S, Andreotti C, Costa G, Fischer T C, Treutter D, Stich K, Forkmann G 2003. Effects of prohexadione-Ca on various fruit crops: Flavonoid composition and substrate specificity of their dihydroflavonol 4-reductases. *European Journal Horticulture Sciences* 68(3): 144-151.

Craw D.M, W. Smithand, W. Reid 2004. Pecan cropload management. F-6251. OCES-Oklahoma State University. P. 90-91.

Harman y Kester, 1989. Propagación de plantas. Ed. CECOSA. México. D.F.

Hartmann, HT y Kester, DE. 1995. Propagación de plantas: principios y prácticas. Trad AM Ambrosio. 4ª reimpression. México. Ed. CECOSA. 760 p.

Herrera, E. 1996. Selección del suelo y lugar para un huerto nogalero. Servicio Cooperativo de Extensión Agrícola. NMSU. Guía H-614.

Hess, D. 1980. Fisiología vegetal. Trad M de Simón. Barcelona, España, Ediciones Omega S.A. 388 p.

Hilhorst, H. W. M., & Koorneef, M. 2007. Dormancy in plants. *Encyclopedia of Life Sciences. Netherlands.*

Jara N, LF. 1996. Biología de semillas forestales. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 33 p.

Jean-Prost, P. 1970. La Botánica y sus aplicaciones agrícolas. Mundi Prensa, Madrid, España. 534 p.

Juárez, B. C. 1981. Evolución historia de la investigación en la Comarca Lagunera. CAELALA-CIAN-INIA-SARCH. Matamoros, Coach.

Lagarda M., A. 1978. Evaluación de diferentes métodos para reducir la germinación de la nuez cáscara de papel antes de la cosecha. Inf.Inv.CIAN.

Lagarda M., A. 1983. Características de variedades de nogal adaptables a la zona norte de México. Memorias X Ciclo Conf. . Int. deprod. de Nuez. Delicias Chih.

Lagarda, M. A., M. D. C. Medina, and J. Arreola. 1998. Productive performance of 14 pecan cultivars in the arid zone of the North of Mexico. pp. 194-200. *In: Third National Pecan Workshop Proceedings. Las Cruces, NM, USA.*

Lagarda M. A. 1999. Causas que propician la germinación de la nuez antes de la cosecha. Artículos científicos. CELALA INIFAP, Apdo. 247 Torreón, Coahuila.

Lagarda M. A. 2000. Evaluación de los factores que influyen sobre la germinación de la nuez. Inf. Inv. CELALA.2000.

Lagarda, M.A. 2007. La germinación prematura de la nuez pecanera (viviparidad Memoria del Seminario de Nogal Pecanero 2007. INIFAP. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora.

Lemus, G. 2002. El nogal en Chile. Lemus, G. (ed.). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina. Fundación para la Innovación Agraria.

Lira S. H. 1994, Fisiología Vegetal, Editorial Trillas DF.

Martínez-Díaz, GyJ.H. Núñez. 2003. Ontogenia y viviparidad de la nuez en la costa de Hermosillo, Son. Seminario del nogal pecanero. Memoria Técnica No. 10 CECH-CIRNO-INIFAP. PP.: 69-76.

Martínez-Díaz, G., J.H. Núñez y A. Márquez. 2004. Ontogenia de la nuez pecanera en la costa de Hermosillo, Son. VII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali B.C. PP.: 492-495.

Martínez-Díaz, G., J.H. Núñez y A. Márquez. 2005. El crecimiento de la nuez y de su eje embrional durante la germinación prematura. VIII Congreso de Ciencias Agrícolas. Mexicali B.C. pp: 276-282.

Mayer, A. M. & Poljakoff-Mayber, A. (1963). The germination of seeds. 1st Edn. *McMillan*. New York. USA., pp. 198-203.

Mayumder, S., D. Rozario, A., & Bera, S. (2010). Vivipary in Indian Cupressaceae and its ecological consideration. *International Journal of botany*, 6: 56-63.

Medina, M. Ma. Del Consuelo. 1998. Producción de nuez y su alternancia en nogal pecanero. Sexto Simposium Internacional Nogalero. NOGATEC 98. Torreón, Coah.

Medina M. Ma. Del Consuelo y P. Cano. 2002. Tecnología de producción del nogal. INIFAP. Matamoros, Coah. Méx. Pp. 1

Mendoza M. S.F., y A. Lagarda. 1983. Obtención del patrón de distribución de humedad óptimo en nogal con riego por micro aspersion. Informe de investigación 1990 CENID RASPA, Vol. 5, Cap. III. Gómez Palacio, Durango.

Moreno, M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ª. Edición. UNAM. Mexico. pp. 63,113.

Noble, S.R. 2002. Las mejores variedades de nogal para el sitio de Scott Landgraf Horticultura. <http://www.noble.org/>.

Núñez. M. J. H., 2001. Desarrollo del nogal pecanero. *In*: El nogal pecanero en sonora. Libro técnico # 3. SAGARPA-INIFAP-CECH. Pp. 23-28.

Núñez M. j., Valdez G.B., Martínez D.G., Valenzuela C.E. 2001. El nogal pecanero en Sonora. INIFAP. México. 209 pp.

Núñez M., J. H. y Martínez D., G. 2001. Manejo integrado de plagas, enfermedades y maleza. *In*: El nogal pecanero en Sonora. CECHCIRNO-INIFAP. pp:123-174.

Rademacher, W. 2000. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 51:501-531.

Rademacher W, Spinelli F, Costa G 2006. Prohexadione-Ca: Modes of action of a multifunctional plant biorregulator for fruit trees. *Acta Horticulturae* 727: 97-106.

Saavedra A. y Rodríguez G Ma.Teresa, 1993. Fisiología Vegetal Experimental. Ed Trillas, México DF.

Samutuwa L. and Bradley H.T. 1989. Growth and development of young trees as influenced by foliar spray of paclobutrazol of XE-109. *Hortsciencie* 24 (1): 65-68.

Soh C H, Kamiya Y, Yoshida S, Yamane H, Takahashi N (1994) Effects of gibberellins and Prohexadione on the activities of oryzain and α -amylase in rice seeds. *Plant Cell Physiology* 35(7): 1037-1042.

SIAP (servicio de información agroalimentaria y pesquera) 2015.
http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=3
50

Sifuentes C R. 1995, Función de las hormonas en las plantas, Editorial Trillas, México D.F.

Simón M. E. & Moysset A. L. 2006. Prácticas de crecimiento y desarrollo de los vegetales. *Departamento de Biología Vegetal*. Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona. pp. 3-4.

Smith M. W. y Steevenson Th. G. 1995, Fruiting Stress induces chuck decline And premature germination in pecan. *Soc. HortSci* 120 (1).

Sparks, D. 1993, Manejo de huertos de nuez pecanera en climas cálidos con énfasis a la germinación prematura y apertura del ruezno, XII conferencias internacionales sobre el cultivo del nogal. *Memorias Guaymas Sonora*.

Stein L. A. 2001. Pecan crop load management. *Nogatec* 2001. *Memories*.

Thompson T E, Young F. 1985. Description of pecan cultivars. Pecan cultivars past and present by The Texas pecan growers association, INC. Colleague Station, Texas.

Tsiantis, M. 2006. Plant development: multiple strategies for breaking seed dormancy. *Current Biology*, **16**: 25-27.

Valla, JJ. 2004. Botánica: morfología de las plantas superiores. Buenos Aires, Argentina, Editorial Hemisferio Sur S.A. 332 p.

Walbot, V. 1978. Control mechanism for plant embryogeny. In: Dormancy and developmental arrest. Experimental analysis in plants and animals. Clutter, M. E., ed. *Academic Press*, New York, pp. 133-166.

Walker-Simmons, M. 1988. ABA levels and sensitivity in developing wheat embryos of sprouting resistant and susceptible cultivars. *Plants Physiology*, **84**: 61-66.

Williamson, J.G. and D. Coston 1986. Growth responses of peach roots and shoots to soil and foliar applied paclobutrazol. *Hortsciencie* 21 (4):1001-1002.

Wilson, CL; Loomis, WE. 1992. Botánica. Trad IL de Coll. México, D.F., México, Limusa. 682 p.

7.- APENDICE

Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación en las variedades Western y Wichita con aplicación y sin aplicación de PBZ.

F.V.	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Tratamientos	3	8.67500000	2.89166667	2.404	0.0835
Variedad	1	0.03000000	0.03000000	0.02	0.1520
Dosis	1	3.03000000	3.03000000	2.51	0.8903
Variedad * Dosis	1	5.62500000	5.62500000	4.67	0.0545
Error	36	43.30000000	1.20277778		
Total de corrección	39	51.97500000			

C. V.= 63.578