

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



**“APLICACIÓN DE HORMONAS INHIBIDORAS DE CRECIMIENTO  
INYECTADAS AL TRONCO PARA REDUCIR LA VIVIPARIDAD DE LA NUEZ  
(*Carya illinoensis* Koch)”**

**POR:**

**DANIEL CARPIO HERNANDEZ**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Torreón, Coahuila, México,

Diciembre de 2010.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

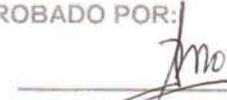
TESIS DEL C. DANIEL CARPIO HERNANDEZ QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA**

APROBADO POR:

ASESOR PRINCIPAL



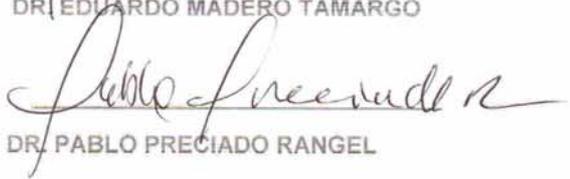
DR. ANGEL LAGARDA MURRIETA

ASESOR:



DR. EDUARDO MADERO TAMARGO

ASESOR:



DR. PABLO PRECIADO RANGEL

ASESOR SUPLENTE:



ING. FRANCISCO SUAREZ GARCÍA



M.E. VICTOR MARTINEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México,

Diciembre de 2010.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS QUE PRESENTA EL C. DANIEL CARPIO HERNANDEZ QUE SE  
SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO

REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

APROBADA POR:

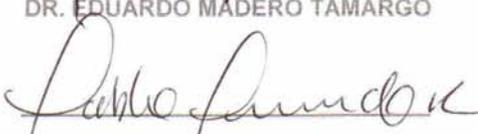
PRESIDENTE:

  
\_\_\_\_\_  
DR. ÁNGEL LAGARDA MURRIETA

VOCAL:

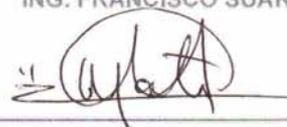
  
\_\_\_\_\_  
DR. EDUARDO MADERO TAMARGO

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_  
DR. PABLO PRECIADO RANGEL

VOCAL SUPLENTE:

  
\_\_\_\_\_  
ING. FRANCISCO SUÁREZ GARCÍA

  
\_\_\_\_\_  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México,

Diciembre de 2010.

## AGRADECIMIENTOS

**Dios** por darme las fuerzas necesarias para estar lejos de mi familia y de los que más quiero y también por las bendiciones de cada día que me ayudaron para sacar mi carrera adelante además que me permitiste junto con mi familia tener la oportunidad de estudiar.

### A MIS PADRES:

**MARTHA HERNÁNDEZ Y DANIEL CARPIO** que son las personas que más quiero en esta vida aunque a veces no se los demuestre y los lastime con mis actitudes, gracias por brindarme la oportunidad de estudiar y siempre animarme para salir adelante, gracias por todos sus consejos, sacrificios que nunca voy a olvidar y también por sus buenos deseos siempre para mí.

A mi hermano **ISIDRO CARPIO** por todo su apoyo económico brindado durante toda mi carrera y por darme la oportunidad de estudiar, ya pase lo que pase siempre estaré agradecido con él, pues espero corresponderle a él y a mis papás de la misma manera todo su apoyo que me brindaron siempre además de la confianza que siempre me han tenido...**GRASIAS**.

A mis hermanos; **Rosa María, Azucena, José Trinidad, Cecilia, Juan Pablo, Magdalena** que de alguna manera u otra también hicieron sacrificios para que yo estudiara estando ellos un poco limitados a veces en algunas cosas para que yo siguiera estudiando, y claro sin olvidar a todos mis sobrinos sin hacer distinciones **GRASIAS** los quiero mucho.

**A mis abuelos Epifanio**, pero en especial a mi abuela **Crescenciana** por siempre demostrarme su cariño, darme sus consejos, sus bendiciones y buenos deseos que nunca voy a olvidar y sé que este donde este se siente orgullosa de mi, gracias abuela.

**Mis amigos: Cesar Martínez, Miguel Cruz, Manuel Sánchez, David Sánchez, Gustavo Acosta y Miguel Hinojosa** que siempre estuvieron conmigo en las buenas y en las malas, ya que siempre conté con ellos cuando necesite de su ayuda que nunca me negaron, gracias amigos siempre tendré presente lo que hicieron por mí.

**A mis compañeros** de grupo que juntos compartimos momentos inolvidables y muchas satisfacciones.

Mis vecinos la **familia Nájera Quiñones** por siempre brindarnos su apoyo incondicional y sobre todo su amistad, gracias.

A mi **UNIVERSIDAD “ANTONIO NARRO”** que es una casa de estudios que da las facilidades para formarnos como profesionistas, por recibirme y enseñarme junto con su grupo de profesores lo que ahora se, gracias **ALMA MATER.**

**Dr. Ángel Lagarda** por darme la confianza para sacar esta investigación adelante y también por toda su atención prestada en cada momento que necesite de su apoyo, gracias Dr.

## DEDICATORIAS

**Dios** por estar siempre conmigo y ayudarme a llegar a ser un profesionalista.

**A toda mi familia** por darme su apoyo incondicional en todos los sentidos y por todo el cariño sin condiciones que he recibido siempre de ellos, gracias familia.

**A mis amigos** por compartir grandes momentos y además que fueron importantes en mi formación y por siempre apoyarme en lo que podían sin esperar nada a cambio solo amistad.

**Al Dr. Lagarda** por su apoyo brindado para llevar a cabo esta investigación y por los conocimientos que apporto para mi formación.

## INDICE GENERAL

Agradecimientos.....	iv
Dedicatorias.....	vi
Índice general.....	vii
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras.....	xi
Resumen.....	xii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 El cultivo en México.....	2
1.2 El cultivo en la Laguna.....	2
1.3 Objetivo.....	7
1.4 Hipótesis.....	7
1.5 Metas.....	7
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Clasificación Taxonómica del Nogal Pecanero.....	8
2.2 Descripción Botánica.....	9
2.2.1 Raíz.....	9
2.2.2 Tronco y Ramas.....	9
2.2.3 Follaje.....	10
2.2.4 Flores.....	10
2.2.5 El fruto.....	11

2.3 Descripción de Variedades.....	11
2.3.1 Western Schely.....	11
2.3.2 Wichita.....	12
2.3.3 Choctaw.....	12
2.3.4 Cheyenne.....	13
2.3.5 Factores Climáticos.....	13
2.3.6 Temperatura.....	14
2.4 Fitohormonas.....	16
2.5 Germinación de la Semilla.....	25
2.6 Fisiología de la Germinación.....	27
2.7 Viviparidad o Germinación Prematura de la Nuez.....	27
2.8 Viviparidad.....	28
<b>3. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>35</b>
3.1 Localización Geográfica.....	35
3.2 Características Climáticas.....	35
3.3 Localización del Experimento.....	35
3.4 Diseño Experimental Utilizado.....	35
3.5 Manejo de Cultivo.....	36
3.5.1 Localización de los Árboles de Nogal Pecanero.....	36
3.5.2 Etiquetado de Árboles de Nogal Pecanero.....	36
3.5.3 Aplicación de Paclobutrazol.....	36
3.6 Variables Evaluadas.....	38
3.6.1 Porcentaje de Germinación en los Racimos Evaluados de Árboles sin Cosechar.....	38

3.6.2 Porcentaje de Nueces Buenas en el Total de Nueces de los Racimos Evaluados.....	39
3.6.3 Evaluación del Porcentaje de Germinación por Metro Cuadrado en Árboles ya Cosechados.....	39
3.6.4 Evaluación del Porcentaje de Nueces Buenas en los Metros Cuadrados Evaluados en Árboles Cosechados.....	39
3.6.5 Evaluación del Porcentaje del Peso de Almendra y de Cascara de Nuez.....	40
3.6.6 Evaluación del Diámetro Polar y Ecuatorial de 50 nueces Cosechadas por Tratamiento.....	40
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>41</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>52</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie de nogal pecanero en producción en la Región

Lagunera en 2005 (Anuario, 2006).....4

Cuadro 2.- Susceptibilidad de variedades de nuez a la germinación antes de la

cosecha. INIFAP-CELALA (Lagarda, 2007).....31

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de Paclobutrazol (PBZ) inyectado al tronco del nogal pecanero de la variedad Wichita, sobre porcentajes de nuez buena producida. UAAAN-UL-2010.....	42
Figura 2. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de paclobutrazol (PBZ) sobre el porciento de germinación entre tratamientos aplicados en inyección al tronco de diferentes dosis de Paclobutrazol en nogal Wichita de 60 años de plantados.....	43
Figura 3. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de Paclobutrazol en nogal de 60 años en variedad Wichita en segunda cosecha del nogal.....	45
Figura 4. Efecto de la aplicación de Paclobutrazol inyectado al tronco de árboles de nogal Wichita plantado hace 60 años sobre el porcentaje de germinación evaluados por metros cuadrados, en segunda cosecha.....	47
Figura 5. Porcentaje de almendra y de cascara en nueces cosechadas de nogal pecanero en Wichita de 60 años tratados con Paclobutrazol inyectado al tronco.....	48
Figura 6. Influencia de la aplicación de PBZ al 25% inyectado al tronco en diferentes dosis, sobre diámetro ecuatorial y polar de la nuez en nogal de 60 años variedad Wichita.....	49

## RESUMEN

La viviparidad se conoce que ocurre en poco menos de 100 especies de plantas donde en el 50% de los casos es viviparidad verdadera, esto es existe reproducción sexual (Hartmann y Kester, 1989).

La viviparidad en nogal pecanero es un problema de gran magnitud, toda vez que existen 35,000 hectáreas susceptibles de padecer el problema, lo que deviene en un potencial de germinación prematura del 15%, en años críticos, lo cual equivale a 5,000 toneladas que perderían su valor en un 70%, o sea el equivalente a \$70 millones por temporada. Este rango se ve recrudecido por los daños del calentamiento global; puesto que con otoños más cálidos se ve potenciado el fenómeno provocando más pérdidas económicas y nuevos factores de riesgo para los productores.

Las estrategias para combatir este problema deben generarse mediante la investigación, toda vez que no hay medida para el control de este fenómeno llamado viviparidad y este trabajo es el principio de una de las estrategias de control.

La presente investigación se realizó en la huerta de nogal de la pequeña propiedad Tierra Blanca del municipio de Matamoros, Coahuila, con el fin de reducir el fenómeno de la viviparidad de la nuez pecanera mediante el uso de reguladores de crecimiento inyectado directamente al tronco del árbol en el momento que la almendra tiene 1/3 del llenado total de la nuez cuando está pasando de estado de gel a almendra dura en los días del 15 al 20 de agosto, en árboles de 60 años plantados de la variedad Wichita.

Se evaluó la aplicación de Paclobutrazol (PBZ) llamado comercialmente Cultar 25% en diferentes dosis, 0.250 ppm/Litro de agua y una segunda dosis de 0.125 ppm/Litro contra un testigo sin aplicación.

En los análisis realizados para el porcentaje de germinación muestran que se logra reducir considerablemente la germinación hasta un 12% con la dosis de PBZ aplicadas en comparación con el testigo.

**Palabras clave:**

Nogal pecanero, Wichita, paclobutrazol, iviparidad, efectos.

## 1. INTRODUCCIÓN

La nuez pecanera es originaria del norte de México y sureste de los Estados Unidos de América. Los colonizadores españoles llamaron Nogal, al árbol pecanero y a su fruto la pecana le llamaron nuez. El nombre de pecana o pecanera es derivado del vocablo indígena Algonquin que le da el nombre de Pakan, que significa nueces tan duras que requieren una piedra para quebrarlas, (Brison, 1976).

Existen varios países productores de nuez, de los cuales Estados Unidos de América ocupa el primer lugar con una producción de 113 mil toneladas, que representa al 78.6% de la cosecha mundial. México ocupa el segundo lugar de la producción mundial con 28,274 toneladas que equivale al 19.6%; Australia, Israel y Sudáfrica producen 1.8% de la producción mundial (D.G.E.A, 1980).

Los Estados Unidos, además de ser el principal productor y exportador de nuez es también el más grande consumidor. Otros importantes consumidores son: Reino Unido, Alemania, Canadá, Japón. México es el principal exportador de nuez (con cáscara) hacia Estados Unidos, aproximadamente 25,000 toneladas anuales. También es el segundo productor de nuez pecanera a nivel mundial, con una superficie plantada de 67,847 hectáreas. En el estado de Chihuahua hay establecidas 42,648 ha de las cuales 25,200 corresponden a nogales en producción y 9,100 árboles en desarrollo. La producción nacional se estima alrededor de 78,543 mil toneladas, siendo Chihuahua el que aporta más de la mitad de la superficie y producción seguida por Coahuila y Sonora.

La derrama económica se estima alrededor de 250 millones de dólares, (Agenda de Agronegocios, 2004)

### **1.1 El cultivo en México.**

La primera plantación del nogal pecanero se estableció en el estado de Nuevo León en el año de 1904. La Comisión Nacional de Fruticultura reportó en 1980 la existencia de 48 mil hectáreas plantadas de nogal, de las cuales aproximadamente 10 mil correspondían a nogales nativos y criollos. Para 2005, había 67,847.41 hectáreas de nogal pecanero plantadas en México, de las cuales el 50% o sea 34,495, eran del estado de Chihuahua; el resto lo ponemos en 8,458 de Coahuila, 4,261 de Nuevo León, 1,058 de Durango y 3,568 de Sonora, aproximadamente. En menor importancia en superficie de nogal están Hidalgo, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Oaxaca, Baja California Norte, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Tamaulipas y Zacatecas. (INIFAP, 1994)

### **1.2 El cultivo en la Laguna**

Las primeras plantaciones del nogal en la Región de la Lagunera se establecieron en el año de 1948. Las variedades introducidas fueron: WesternSchely, Wichita, Burkett, San SabalImproved, Stuart,Barton y Mahan, predominando Western y Wichita. Actualmente, el nogal ocupa uno de los primeros lugares en importancia dentro de los frutales cultivados (Medina M y Ma. Del Carmen, 1980).

En 2005, la superficie de nogal en producción en la Región Lagunera, era de 6, 892 hectáreas, de las cuales 1, 823 eran ejidales y 5,069 de la pequeña propiedad. La distribución por municipios se presenta en el cuadro 1.

En 2005, se reportaron 1, 537 hectáreas de nogal en desarrollo, que sumadas a las 4, 903 en producción en 1,999, suman un total de 6, 440 hectáreas de nogal pecanero en la región. En 18 años (1982-1999) la superficie de nogal en producción se ha triplicado de 1,648 a 4,903 hectáreas y la producción total de nuez se incrementó de 0.95 toneladas, con un mínimo de 0.64 y un máximo de 1.22 ton/ha.<sup>-1</sup>

**Cuadro 1. Superficie de nogal pecanero en producción en la Región Lagunera en 2005 (Anuario, 2006).**

<b>Municipio</b>	<b>Sup. Plantada</b>	<b>Sup.Cosechada.</b>	<b>Producción</b>	<b>Rendimiento</b>
	<b>(ha)</b>	<b>(ha)</b>	<b>(Kg/ha)</b>	<b>%</b>
<b>Lerdo</b>	<b>735</b>	<b>441</b>	<b>761</b>	<b>1.103</b>
<b>Gómez Palacio</b>	<b>724</b>	<b>714</b>	<b>731</b>	<b>1.024</b>
<b>Nazas</b>	<b>854</b>	<b>854</b>	<b>1,334</b>	<b>1.562</b>
<b>Rodeo</b>	<b>264</b>	<b>264</b>	<b>476</b>	<b>1.803</b>
<b>Tlahualilo</b>	<b>222</b>	<b>222</b>	<b>150</b>	<b>0.676</b>
<b>Simon Bolívar</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0.5</b>
<b>Suma Durango</b>	<b>2814</b>	<b>2,497</b>	<b>3,453</b>	
<b>Matamoros</b>	<b>620</b>	<b>610</b>	<b>849</b>	<b>1.392</b>
<b>San Pedro</b>	<b>1,872</b>	<b>1,868</b>	<b>2,459</b>	<b>1.316</b>
<b>Torreón</b>	<b>468</b>	<b>468</b>	<b>395</b>	<b>0.844</b>
<b>Viesca</b>	<b>162</b>	<b>162</b>	<b>124</b>	<b>0.765</b>
<b>Fco. I. Madero</b>	<b>324</b>	<b>324</b>	<b>410</b>	<b>1.265</b>
<b>Suma Coahuila</b>	<b>3,446</b>	<b>3,432</b>	<b>4,237</b>	
<b>Región Lagunera</b>	<b>6,892</b>	<b>6,892</b>	<b>13,784</b>	

Uno de los factores limitantes de la productividad del nogal en la Comarca Lagunera lo constituyen las plagas como el gusano barrenador de la nuez

(*Acrobasis nuxvorella*), el complejo de pulgones (*Monelliopsis pecanis*), y pulgón negro (*Melanocallis caryaefoliae*) (Lagarda, 2000).

El gusano barrenador del ruezno (*Cydia caryana*), se ha incrementado en las huertas de nogal de la región, convirtiéndose en una plaga de importancia económica. Otras plagas de importancia secundaria son el barrenador del tronco y la madera (*Euplatypus segnis*) y las chinches (*Brochymenaspp.*, *Nezaraviridula*, *Chlorochroa ligata* y *Leptoglossus zonatus*) (Lagarda, 2000).

Dentro de las enfermedades del nogal nos encontramos con que son: la pudrición texana o pudrición de la raíz asociada al hongo (*Phymatotrichum omnivorum*), el ruezno pegado es el nombre que se le da a un complejo de problemas de características fisiológicas y de daño por plagas que se presentan en el ruezno a partir del inicio del estado acuoso durante el desarrollo de la nuez (Lagarda, 2000).

La producción de nuez se ve disminuida por otro fenómeno y de gran problemática: la viviparidad, la cual consiste en la germinación prematura de la nuez en zonas con otoño caliente que es la época de maduración del fruto por lo tanto ya está listo para su recolección (Lagarda, 1989).

La viviparidad se conoce que ocurre en poco más de 100 especies de semillas de plantas donde el 50% de los casos se viviparidad verdadera, esto es, existe reproducción sexual (Hartmann y Kester 1989).

Es evidente que la reproducción de la planta que no está supeditada al proceso natural de desarrollo ya sufre con una problemática, de por sí, pero ello no obsta para que la propia viviparidad sea deseable en algunas

especies frutales, en el caso de la nuez si implica a contraste, toda vez que el fruto es lo que germina, por lo que es el principal problema: el producto a vender es el que germina y este se vuelve inconsumible (Lagarda, 2000).

El problema de la germinación es de gran magnitud, toda vez que existen 35,000 hectáreas susceptibles de padecerlo, lo que diviene en un potencial de germinación prematura del 15%, en años críticos, lo cual equivale a 5,000 toneladas que perderían su valor en un 70%, o sea el equivalente a \$70 millones de pesos por temporada (Lagarda, 2000).

Este rango se ve recrudecido por los efectos secundarios del calentamiento global; puesto que con otoños más cálidos se ve potenciado el fenómeno provocando más pérdidas y nuevos factores de riesgo para los productores (Lagarda, 2007).

La pérdida de valor de la cosecha por la germinación prematura de la nuez, en temporadas extremas, permite a los productores ganancias mínimas o nulas y que a veces no se alcancen a pagar los gastos de producción. Por ello es necesario profundizar el entendimiento del fenómeno para con ello plantear estrategias que garanticen el control de germinación de nuez abajo del 10%.

La germinación de la nuez o viviparidad representa, para los productores, una pérdida de 40 millones de pesos anualmente. El fenómeno no tiene restricción varietal, ambiental y de manejo. Las estrategias para el control de este problema deben de generarse mediante la investigación, toda vez que no

hay medida alguna para controlarlo, este trabajo es el principio de una de las alternativas para reducir el problema de la viviparidad.

### **1.3 Objetivo**

Reducir la viviparidad de la nuez aplicando hormonas inhibidoras de crecimiento en la variedad Wichita.

### **1.4 Hipótesis**

Se puede lograr reducir la viviparidad de la nuez aplicando hormonas inhibidoras directo al xilema.

El uso de productos inhibidores de la biosíntesis de giberelinas inhibe la viviparidad de la nuez en el árbol.

### **1.5 Metas**

Disminuir la viviparidad de la nuez mediante la aplicación de hormonas inhibidoras de crecimiento inyectadas en el tronco.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1 Clasificación Taxonómica del Nogal Pecanero (Arreola, 2002).

División: Espermatofitas.

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Familia: Juglandécea

Género: *Carya*

Especie: *illinoensis*

## **2.2 Descripción Botánica**

### **2.2.1 Raíz**

El nogal presenta una raíz pivotante durante el primer y segundo año de crecimiento, crece más del doble de su follaje del tercer año en adelante, se hace semifibrosa y se extiende en un radio que se ensancha horizontalmente hasta abarcar una área semejante o mayor a la alcanzada por el follaje, pudiendo llegar a desarrollarse a una profundidad de 3.6 a 5.4 m hasta el momento de la madurez. Esto se debe a que en las capas profundas del suelo no se encuentran sustancias y debajo a 1.5 y 2 metros de profundidad, la composición de la tierra impide que las raíces puedan respirar con facilidad. Cuando estas encuentran agua estancada detiene ahí su desarrollo (Mendoza, 1969).

### **2.2.2 Tronco y Ramas**

Existen nogales con más de tres metros de diámetro, estos por lo general son nativos y silvestres, se elevan rectos y sus ramificaciones comienzan casi a los 10 metros de altura, estas características diferencian a los criollos de los injertados. Ya que generalmente en estos últimos sus troncos son más cortos y sus ramificaciones empiezan desde más abajo. Un nogal adulto con alimentación equilibrada deberá tener un crecimiento de entre 10 a 35 centímetros anuales en sus ramas y aumento en el diámetro del tronco no menor de 2.5 centímetros al año (Mendoza, 1969; Solís, 1980 y Westerwood, 1982).

### **2.2.3 Follaje**

Todos los nogales adultos son de follaje espeso con copa semiesférica, sus hojas son compuestas con 5 a 10 folíolos grandes, ovales, lanceoladas y finamente dentadas: al tallarlas despiden un olor típico a menta (Mendoza, 1969).

Las hojas de los nogales criollos tienen vellosidades y son de color verde ligeramente grisáceas. Las del nogal injertado carecen de vello, su color verde es más brillante y el aserrado del margen es diferente y más marcado. Las hojas contribuyen directamente en el desarrollo de las nueces y proveen de reservas alimenticias que son almacenadas en tallos y raíces, los cuales servirán para el desarrollo del árbol y desarrollo de las nueces al año siguiente (Camargo, 2001).

### **2.2.4 Flores**

El nogal es una planta monoica, lo cual significa que tiene flores masculinas y femeninas en el mismo árbol. Las flores masculinas son muy pequeñas, apétalas y se encuentran ubicadas en zarcillos cilíndricos colgantes que nacen en la madera del año anterior, las femeninas nacen en yemas mixtas, (hojas y flores), las cuales se encuentran en la punta de la rama. Las flores femeninas crecen en inflorescencias de espigas sueltas en números de 2 a 8 en un pedúnculo corto, son de color verde claro y los pistilos tienen forma de motita amarilla en la punta cuando ya están maduras. Las yemas florales se

forman en junio y julio de cada año y lo hacen junto con las nueces en desarrollo (Camargo, 2001).

### **2.2.5 El fruto**

Los frutos son las nueces que se desarrollan en las flores femeninas, por lo general en racimos de 3 a 8, pero cuando el árbol está viejo o está débil solo produce uno por racimo. El fruto de nogal es clasificado botánicamente como drupa, (cuya cubierta es el ruezno) estas drupas tienen una capa verde carnosa de sabor amargo llamado ruezno (mesocarpio) que al madurar se vuelve de color negro y se abre a lo largo dejando a la nuez libre, la parte dura de la nuez (endocarpio) protege a la almendra o parte comestible (Mendoza, 1969).

## **2.3 Descripción de variedades**

### **2.3.1 Western Schely**

Es el árbol más popular y preferido por los productores en el estado de Coahuila y otras regiones en el norte del país. Es una selección nativa de gran adaptación a las zonas desérticas y semidesérticas (Núñez, 2001).

Muestra cierta tolerancia a las deficiencias de zinc, sin embargo necesita aplicaciones de este elemento menor para un buen desarrollo, regularmente precoz en la maduración del fruto, (Núñez, 2001).

Necesita de la presencia de la variedad Wichita para una buena polinización.

### **2.3.2 Wichita**

Es una variedad de buena adaptación en zonas desérticas y semidesérticas, es susceptible a la roña y otras enfermedades fungosas: es por eso que es recomendada para regiones húmedas. La liberación de polen coincide en gran parte con la receptibilidad de las flores hembras de la variedad Western Schely (Núñez, 2001).

Es extremadamente precoz en su producción, de buen follaje de color verde oscuro, hojas grandes y una buena producción de nueces y de gran calidad, los ángulos de las ramas son cerradas por lo que necesitan una buena poda para proporcionar una apropiada estructura del árbol para evitar desgajamientos de ramas. Ruezno grueso y que es atractivo para el gusano barrenador del ruezno, en esta variedad el fruto es una nuez mediana de excelente rendimiento. Tiene un rendimiento de almendra de nuez más que todas las variedades, rinde entre 58 y 62 % de corazón y entre 52 y 60 nueces por libra (Núñez, 2001).

### **2.3.3 Choctaw.**

Por ser una cruce de Success y Mahan, el follaje conserva ciertas características de esta última variedad, sin embargo en la maduración del fruto no es tardía como la de Mhan, en este aspecto es regularmente precoz, con una buena producción, buen follaje y árbol atractivo. La nuez es de doble propósito para vender en cascara o en almendra. Susceptible a la roña y otras enfermedades fungosas. La almendra es brillante y suave con un alto contenido de aceite y de un rico sabor. Cáscara muy delgada (Núñez, 2001).

### **2.3.4 Cheyenne**

Produce nueces con un gran sabor. Es un árbol de forma compacta, la producción es abundante en relación con el tamaño del árbol. El follaje es de color verde oscuro y hojas pequeñas, ramas laterales con ángulos cerrados que son fáciles de despejarse .es resistente al daño por heladas aun después de grandes cosechas. Es exigente en zinc y otros nutrientes para un desarrollo adecuado, la almendra es de color brillante (Núñez, 2001).

### **2.3.5 Factores climáticos**

El nogal requiere una estación de crecimiento mínima de 210 días libres de heladas y preferentemente 240 a 280 días (Herrera, 1996).

En la Región Lagunera, en un período de 46 años (1956 al 2001) se presentó un promedio de 275.4 días libres de heladas, siendo 1980 el más corto con 218 y 1988 el más largo con 327 (Brison, 1976).

En la Región Lagunera, la fecha de brotación del nogal ocurre generalmente durante la tercera semana de marzo; por lo cual es importante conocer cuando ocurre la última helada, ya que de ello depende obtener una óptima producción.

En los 46 años de registro de heladas sólo en siete años han ocurrido heladas después del 20 de marzo. Lo anterior significa que existe una probabilidad del 19% de sufrir daño por heladas. Es decir, de cada 10 años

sólo en dos de ellos existe la probabilidad de que se presenten daños por heladas en la brotación (Lagarda, 1989).

### **2.3.6 Temperatura**

Los nogales se comportan adecuadamente donde la temperatura media en verano es de 25° a 30°C, sin variación amplia entre el día y la noche (Brisson, 1976), con un promedio de 26.7 °C. Además para los meses más fríos requiere una media entre 7.2° y 12.3°C, (Medina, 1980). Los meses más calientes en la Región Lagunera son: mayo, junio, julio y agosto con una temperatura media mensual que fluctúa entre 25.3° y 26.7°C; y los más fríos son: diciembre, enero y febrero con fluctuaciones de 13.0° a 15.5°C (Cano, 2002).

El nogal tiene un requerimiento de frío mínimo de 400 horas con punto crítico de 7.2°C, (Wolstenholme, 1979). Sin embargo se ha observado que se requieren de 400 -800 horas-frío para que el nogal inicie su brotación, (Herrera, 1996) dependiendo de la variedad; Desirable y Mahan requieren 500 horas-frío y Stuart 600, (McEachern, *et al.*, 1978).

Los árboles de nogal nativos de América del Norte tienen un requerimiento medio de frío de menos de 500 horas con diferencias entre variedades, Western y Wichita requieren menos de 400 horas-frío (Diaz, 1987).

En la Región Lagunera, se acumulan 262 horas-frío con punto crítico de 7.2 °C, (promedio de 27 años), con un mínimo de 89 y un máximo de 435 horas-frío (Cano, 2002).

Lo anterior sugiere que en la Región Lagunera se acumulan menos horas-frío de las que se requieren para la brotación del nogal, sin embargo se ha reportado que algunas variedades de nogal que tienen altos requerimientos de frío, crecieron satisfactoriamente en áreas donde la acumulación de frío fue mínima, no se observó retraso en la dormancia y se sugirió que los requerimientos de calor más que los requerimientos de frío regularon la brotación del nogal, (Amling, 1980).

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

## 2.4 Fitohormonas

Las hormonas son las moléculas responsables del desarrollo, aunque no se sabe bien cómo actúan en las células. Se sabe que su mecanismo de acción es por interacción con un receptor específico (la sensibilidad de un tejido hace referencia a su número de receptores), y que su modo de acción una vez recibida la señal es por transducción. De la transducción se sabe poco, pero parece ser que no es muy diferente de la de los animales, pues están implicadas 2 rutas o cascadas de éstos (la del calcio y la carmodulina, y la de la proteína quinasa que actúa en la fosforilación y defosforilación de proteínas), ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

### Auxinas

Son las primeras hormonas que se describieron. Su estructura es un derivado del fenol o el indol, y tienen anillos aromáticos con dobles enlaces conjugados. Todas son ácidos. Se descubrieron a partir del efecto de curvatura de los tallos al cortar su parte apical. No se sabe el modo de acción pero está relacionado directamente con su estructura, ya que si se modifica pierde su función.

Las auxinas principales son:

Ácido indolacético: es con la que más se ha experimentado.

Ácido 4-cloroindolacético

Ácido indolbutílico: actúa en el enraizamiento.

Ácido fenilacético ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

## **Efectos**

Los efectos de las auxinas son:

**Crecimiento:** estimulan la elongación celular en tallos y coleoptilos (tallos jóvenes), incrementan la extensibilidad de la pared celular y estimulan la diferenciación del xilema y el floema.

**Tropismos:** responsables del fototropismo y geotropismo.

**Dominancia apical:** la yema apical del tallo (produce la mayoría de auxinas) inhibe el crecimiento de yemas axilares cercanas.

**Abscisión de órganos (hojas, flores y frutos):** produce un control genético, y las auxinas retrasan la caída, aunque el etileno la induce.

**Rizogénesis:** estimulan la formación de raíces laterales o adventicias. Inhiben la elongación de la raíz principal.

Las aplicaciones agrícolas de las auxinas son la reproducción, la formación de frutos, floración, partenocarpia (frutos sin semilla), aparición de flores femeninas y creación de herbicidas ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

## **Giberelinas**

Son hormonas que proceden de una estructura química, no de una función concreta. Su estructura química deriva del ent-giberelano. Es un grupo de hormonas muy heterogéneo, existen muchas formas aunque pocas con función.

Hay 130 hormonas distintas repartidas en distintos reinos y especies, a veces sirven como criterio taxonómico.

La estructura química común está formada por un esqueleto carbonado de 20 carbonos (a veces 19) con 4 anillos de ent-giberelano ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

## **Efectos**

Los efectos de las giberelinas son:

Estimulan el crecimiento de los tallos (elongación) e hipocótilos. Tienen un papel mayor que las auxinas en plantas con crecimiento de entrenudos.

En la reproducción estimulan la floración, sobre todo en aquellas plantas con floración por factores ambientales o floración del día largo como las coníferas. No son universales, en algunas especies puede inhibir la floración (angiospermas leñosas y frutales). Producen partenocarpia (reproducción sin fecundación donde el fruto se genera sin semillas). Tienden a producir plantas masculinas en especies dioicas. Provocan la reversión a fases juveniles de la planta.

Pueden suplir los fotoperiodos y los termoperiodos necesarios para el crecimiento.

La germinación es su principal efecto. Casi todas las semillas germinan inducidas por GA. Posibilitan la movilización de reservas en la semilla. Sustituyen requisitos ambientales ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

## **Citoquininas**

Son un grupo más reducido de hormonas que deben su nombre a su función (citoquinesis). En conjunto con las auxinas estimulan la división celular. Derivan de adeninas, y las más frecuentes son la quinetina y benciladenina (sintéticas) y la zeatina (natural). La zeatina posee un doble enlace en el centro de la cadena y tiene isómeros cis y trans que parecen ser formas naturales. La zeatina puede estar en la base siguiente al 3' del anticodón del ARNt ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

## **Efectos**

Los efectos que producen son:

**Crecimiento:** en conjunto con las auxinas estimulan la proliferación de células meristemáticas, y también estimulan la expansión de los cotiledones tras el primer

haz de la luz que reciben ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

**Dominancia apical:** estimulan el crecimiento de yemas laterales inhibiendo la apical (contrario a las auxinas, por lo que deben estar en equilibrio).

**Diferenciación y morfogénesis:** provocan cambios en la morfología según el tipo de crecimiento. Junto a las auxinas estimulan la formación de raíces y tallos.

**Senescencia:** son anti-senescentes. Alteran la relación fuente-sumidero ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

## **Ácido abscísico**

Históricamente se ha considerado como un inhibidor. Se trata de una molécula terpénica de 15 carbonos (sesquiterpeno) similar a los carotenoides pero con particularidades:

Es un ácido, por lo que posee un grupo COOH en un extremo ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

Tiene una cadena con 2 dobles enlaces con sustituyentes distintos, normalmente el del carbono 2 es cis y el del carbono 4 es trans.

El anillo del primer carbono posee los 4 sustituyentes distintos, por lo que es asimétrico y tiene isomería óptica S/R.

Es posible su síntesis química, y de forma natural solo existe el S ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

## **Efectos**

Estas hormonas proceden de la abscisión de órganos vegetales, pero no es la causante de éste en el 90% de los casos. Se trata de una hormona anti-estrés. Actúa contra el estrés hídrico provocando el cierre de estomas. Contrarresta el efecto de la auxina pero no inhibe el crecimiento en sí. También provoca el letargo de las yemas (en ese sentido sí es anti-crecimiento). Es esencial para la briogénesis (formación de embriones viables). Evita la germinación prematura y por eso bloquea las giberelinas ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

## **Etileno**

Es la molécula C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>. Su peso molecular es 28, es un hidrocarburo insaturado liposoluble (capaz de traspasar la membrana), y es un gas volátil a temperatura ambiente ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

## **Efectos**

Sus efectos fisiológicos son:

En cuanto al crecimiento:

Interviene en el desarrollo del síndrome de la triple respuesta., donde se provocan 3 alteraciones anormales: el tallo se curva perdiendo el hábito geotrópico normal, se inhibe el crecimiento en longitud de tallos y raíces y los tallos se engrosan (el etileno aumenta el grosor de las células parenquimáticas) ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

Epinastia foliar: en la zona superior de los peciolo se produce una estimulación temporal del crecimiento. El peciolo queda débil y las hojas no pueden orientarse quedando ineficaces ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

Formación del “gancho” en plantas dicotiledóneas.

Estimula la elongación en tallos de plantas aromáticas, ya que éstas necesitan tener hojas fuera del agua rápidamente.

El etileno es una hormona de la abscisión casi universal. La abscisión está controlada por la planta de forma predeterminada. En el peciolo está la zona de

abscisión, que con enzimas degradativos se rompen las células provocando la caída de las estructuras. Los frutos pueden caer por otro fenómeno diferente a la abscisión ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

Acelera la senescencia en tejidos vegetales. Es el responsable de la maduración de frutos climatéricos (tomate, manzanas, aguacate, cítricos).y de otros tejidos como las hojas, tallos y flores. En los tomates transgénicos se inhibe la síntesis de etileno ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

Estimula la germinación de semillas.

Es una hormona asociada a todas las situaciones de estrés de la planta (temperaturas extremas, heridas, patógenos...), ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

Interviene en la formación de parénquima, formando un tejido con huecos para favorecer la llegada de oxígeno a las raíces. Los huecos se obtienen mediante la lisis de células. También puede generarse un parénquima muy compacto para limitar el acceso de oxígeno ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

En cuanto a las aplicaciones agrícolas destacan la inducción de la floración en bromeláceas (ya que en otros grupos induce la abscisión), la maduración sincronizada y la maduración (por ejemplo los cítricos pierden el color verde pero el fruto sigue estando inmaduro) ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

Paclobutrazol (PBZ). Es una triazina cuyas respuestas son ampliamente reportadas por la disminución de la longitud de 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 (Lemus, 2002).

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 en la secuencia de la biosíntesis de las giberilinas (Samutuma y Bradtley, 1989).

El peso de los frutos obtenidos con los tratamientos de PBZ es menor, pero no afecta el calibre o tamaño exigido en el mercado internacional, lo que aunado al adelanto de la cosecha ofrece a los exportadores de este rubro grandes beneficios económicos, pudiendo concurrir al mercado en época de escasez, cuando se obtienen los mayores precios (Voon y Pitakpaiváns, 1993).

Los posibles avances por usar PBZ para mejorar la producción en frutos son muchos e incluyen los siguientes:

- a) Aumento de número de frutos pero disminuye el peso en forma individual.
- b) Supresión en el crecimiento del retoño.
- c) Menos poda.
- d) Más vigoroso.
- e) El uso más eficaz del fertilizante de Nitrógeno.
- f) Mejora la calidad del fruto controlando el crecimiento del retoño excesivo y permitiendo la penetración de luz del sol, a lo largo del árbol.

Lo anterior se presenta en la pera (Zertuche y Storey, 1983).

El paclobutrazol es un nuevo biorregulante prometedor para tratar en el futuro a los árboles con una proporción alta de frutos (Lemus, 2002).

Lever y Luckwill (1985) mencionan: Sin dejar de pasar por desapercibido que las aplicaciones en cantidades no adecuadas, en dado caso pudieran ocasionar daños irreversibles, como malformaciones, daños físicos o mecánicos, etc. por lo que se requiere tomar medidas necesarias para obtener resultados esperados. El PBZ puede ser una solución al problema de la germinación.

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 giberelinas, parece lógico creer que los retardadores actúan como antigeberelinas. Lang y colaboradores, citado por Hartmann y Kester (1989) demostraron la certeza de esa hipótesis en lo referente al Cicocel (CCC) y al Amo-1918 en el hongo *Fusarium miniliforme* en las plantas superiores. En esos experimentos se bloqueó la síntesis de giberelinas, pero las que ya estaban presentes en los tejidos no fueron afectadas.

Lo que se pretende con estas sustancias es demostrar que al aplicar éste tipo de productos, actúa contrariamente al Paclobutrazol, es decir, este activa la germinación potencial, ocasionando que la germinación prematura de la nuez sea mucho mayor que en forma natural y que al aplicar algún tipo de antigeberelinas (Lagarda 1989).

Ethephon. Homogeniza la apertura del polen, se adelanta la cosecha. Dadas las características hormonales del producto produce clorosis y abscisión foliar, lo cual resulta de menor importancia dados los efectos benéficos ya mencionados (Calderón, 1989).

En algunos frutales como el manzano se han aplicado productos químicos como DNOC, NAA, Nnam y Carbaril (Calderón, 1989).

Los cuales sirven para aclareo, tal vez como en nogal se han aplicado productos químicos con el fin de reducir la sobreproducción y tener árboles más vigorosos con menos incidencia de germinación prematura, sin éxito favorable (Lagarda, 1989).

La investigación con productos hormonales nos ayuda a nos sirve para promover la apertura del ruezno y así disminuir la expresión en la germinación de la nuez (Lagarda, 1989).

## **2.5 GERMINACIÓN DE LA SEMILLA**

La germinación de una semilla 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 total mente el metabolismo dela plánula (Hartmann y Kester, 1989).

El agua es absorbida por la semilla seca y la humedad contenida aumenta rápidamente y luego se estabiliza. La absorción del agua implica la penetración del agua por las coloides de la semilla, lo que causa hidratación del protoplasma; como resultado, la almendra aumenta de tamaño y la capa

de la semilla se rompe (Hartmann y Kester, 1989).

Sin embargo, en el caso del nogal varias nueces germinan antes de estar en contacto con el suelo, y germinan aun estando en la planta madre, ocasionando grandes problemas económicos principalmente (Hartmann y Kester, 1989).

Los factores que afectan la germinación, se pueden dividir en dos tipos:

1. Factor interno (intrínsecos). Propios de la semilla; madurez y viabilidad de la semilla.
2. Factores externos (extrínsecos). Dependen del ambiente, agua temperatura y gases.

Las reservas energéticas de las semillas son: grasas, carbohidratos y proteínas, estas reservas pueden encontrarse en diferentes tejidos o en el embrión mismo.

Desde el punto de vista agronómico y ecológico se debe considerar, obligatoriamente que la semilla está en el suelo. Por ello es muy importante distinguir entre la germinación y la nacencia, dada la gran influencia que en esta última tienen los factores edáficos. Por lo tanto la germinación termina cuando las plántulas se han desarrollado lo suficiente para emerger al terreno, pero como todos ya sabemos, esto se ha de interpretar para las distintas especies por medio de referencias específicas (INIFAP 1994).

## **2.6 Fisiología de la Germinación.**

El letargo y su rompimiento. Toda semilla tiene la posibilidad de germinar si las condiciones de humedad temperatura y aeración son correctas, o de no germinar si el ambiente es frío o seco, sin morir por ello. A este fenómeno se le llama vida latente presente en el embrión. (Rojas 1982).

## **2.7 VIVIPARIDAD O GERMINACIÓN PREMATURA DE LA NUEZ**

Un estudio del experimento está dirigiéndose al efecto de varios niveles de irrigación y los niveles diferentes de Nitrógeno y Potasio en viviparidad en nogal, en el Condado de Maverick, Texas. Se presentan resultados de dos años. Durante el primer año (1981), ningún nivel de irrigación, tampoco de nutrientes ha afectado a la germinación. El año siguiente (1982), la germinación antes de la cosecha se redujo significativamente en los tratamientos con tensión de agua bajo. La fertilización con Potasio tendió a disminuir la germinación antes de la cosecha (Zertuche y Storey 1983).

Con esto se sabe que fertilizar adecuadamente a un árbol de nuez, tendremos menos incidencia de germinación prematura en los nogales.

## **2.8 Viviparidad.**

Es el fenómeno en el cual las semillas germinan antes de la cosecha y mientras esta está adherido a la planta madre; y a los embriones en germinación se les denomina embriones vivíparos. Esta característica se controla, tanto genética como ambientalmente (Hartmann y Kester, 1989).

En la mayoría de las especies cultivadas la viviparidad es indeseable. En los cereales la tendencia a la viviparidad es una característica varietal, contra la cual se le asigna automáticamente como un carácter defectuoso (calderón 1998). Algunas especies que presentan estos problemas son el mangle, maíz, nogal, papaya, maguey del desierto, etc. Ya que este es un mecanismo de supervivencia en el ambiente en que se desarrollan (Lagarda, 2000).

En algunas condiciones, la semilla de ciertas plantas pueden germinar cuando aún estas adheridas a la planta madre. Al fenómeno se le llama viviparidad. Se encuentran adaptaciones interesantes de este fenómeno en los mangles, especies de árboles que crecen en los pantanos, que producen embriones que germinan en el árbol para producir plántula con raíz larga en forma de jabalina. En algunos cultivos de granos puede ocurrir un brote prematuro al presentarse periodos húmedos en la cosecha. Sin embargo la tendencia a la viviparidad se hereda y se efectúa en contra de ella un selección como un carácter defectivo (Hartman y Kester, 1989).

La germinación prematura de las semillas se previene de su propio mecanismo interno que se encuentra latente. Si esta semilla es capaz de

germinar inmediatamente cuando se corrija las condiciones medioambientales, la semilla se encuentra en estado pasivo o de dormancia (Ferrari y Sergent 1995)

El proceso de la formación de la semilla se regula por la concentración de hormonas naturales de la misma, de tal forma que el inicio de desarrollo de la semilla se encuentra llenas de promotores del crecimiento (GA3, auxinas, citoquininas) que favorecen al desarrollo de la semilla. Conforme este se va alcanzando se genera una concentración mayor de los inhibidores entre ellos: ácido absísico que actúa como antipromotores, es decir, para el crecimiento de las células y con ello permite la maduración de la semilla sobre la planta madre (Sifuentes, 1995).

La viviparidad de la semilla, ocurre por la falta de mecanismo de control del crecimiento del embrión, al alcanzar la maduración; estos, gobiernan el aumento de la concentración de inhibidores (Ac. Abscisico) en los tejidos de la semilla, evitando así la germinación de la semilla (Lipe y Morgan, 1972).

(Hartmann y Kester 1989). Nos dicen que para que ocurra germinación de la semilla es imprescindible que el árbol cumpla ciertas condiciones, antes que la germinación comience:

1. Es necesario que la semilla sea viable; que el embrión necesariamente este vivo; y capaz de germinar.
2. Las condiciones internas de la semilla necesariamente deben ser favorables para la germinación; quiere decir que barreras químicas hormonales o físicas necesariamente tienen que desaparecer.

3. La semilla necesariamente debe estar sujeta a apropiadas condiciones ambientales.

Los requerimientos esenciales son el agua, temperatura correcta (20 a 25 °C), un suministro de oxígeno (Hartman y Kester, 1989).

En nogal pecanero la viviparidad, ha sido reportado desde los inicios del cultivo, en regiones con climas calientes durante la época de maduración y cosecha de las nueces (Lagarda, 2000).

La semilla 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 el tiempo de alcanzar la maduración de la nuez (Lagarda, 2000).

En nogal pecanero, los factores más importantes que provocan la germinación prematura de la nuez son los siguientes (Lagarda 2007):

- 1.- Variedades de nuez pecanera susceptible.
- 2.- Temperaturas favorables de crecimiento durante la maduración de la nuez (día y noche).
- 3.- a la cantidad de nueces producidas por árbol.
- 4.- presencia de sequía durante el desarrollo de la nuez (Julio-Septiembre).
- 5.- Periodo de cosecha.

**Cuadro 2.- Susceptibilidad de variedades de nuez a la germinación antes de la cosecha. INIFAP-CELALA (Lagarda, 2007).**

<b>Muy Susceptibles</b>	<b>Susceptibles</b>	<b>Sin Problemas</b>
Burkett	Wichita	Sioux
Mahan	Western	Caddo
Cheyenne	Choctaw	S. Delight
Graking	Mohawk	Sel. Agosteñas
Shawnee	Gratex	

La 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 los precios de compra del producto en alrededor de 70%; además, se hace necesario realizar gastos adicionales para la selección de la nuez buena (Lagarda, 2007).

La germinación prematura de la nuez se da en condiciones ambientales que ocurren durante la época de maduración de la nuez, en especial por temperaturas mínimas de crecimiento (>17°C), durante el periodo de maduración y apertura del ruezno (15 Septiembre-15 Octubre) (Lagarda, 2002).

Observaciones realizadas sobre la germinación de la nuez en diferentes lugares de productores de nuez, muestran que hay una tendencia de mayor germinación en aquellos lugares con temperaturas de otoño más elevadas (Lagarda, 1989; Lagarda, 2000, Sparrks, 1993)

La relación que existe entre la presencia de nuez germinada y las temperaturas altas (Acumulación de unidades calor) durante el periodo de septiembre 15 a octubre 15 en la Comarca Lagunera, se observó que la germinación de la nuez se presentó en porcentajes superiores al 20%, siempre que se tuvieron acumulaciones de calor superiores a las 300 U.C. considerando solo aquellos días que acumularon más de 13.5 U.C por día (Lagarda, 2000).

La acumulación de calor es muy variable entre los años revisados, sin embargo, considerando que la germinación de la nuez se minimiza cuando la acumulación de calor es inferior a 200 U.C. o menos de 10 días con temperaturas mínimas de 17°C (Lagarda, 2007).

La viviparidad es el factor principal que se debe de considerar para sobre llevar la estrategia de solución al problema de la germinación de la nuez antes de la cosecha.

En regiones donde las temperaturas de otoño son elevadas durante la maduración de la nuez, se deben seleccionar variedades con resistencia al fenómeno, sin embargo las características de producción y calidad, así como la adaptación misma de las variedades, obligan a considerar otros materiales

como son Western y Wuichita, que son susceptibles a la germinación prematura de la nuez (Lagarda, 2007).

La humedad del suelo es muy importante para disparar el fenómeno de germinación prematura de la nuez; en especial los riegos que coinciden con el periodo de desarrollo de la almendra (agosto-septiembre) donde se han demostrado que la falta de agua durante éste periodo, se aumenta la germinación antes de la cosecha (Lagarda, 2007).

Finalmente es importante considerar que 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, 2007).

La búsqueda de soluciones más completas sobre el control de la viviparidad, ha llevado a la inducción de cambios de la concentración de hormonas que inhiban la germinación de la nuez; estudios realizados actualmente han reportado que las giberelinas aplicadas antes de la maduración de la nuez, incrementan la viviparidad. En base a lo anterior, se iniciaron trabajos con compuestos que bloquean la concentración de las giberelinas en frutos antes de la germinación (30 días) prometen reducir la germinación prematura hasta un 8% con productos como el Prohaxadione-Calcico y Paclobutrazol y otros productos similares (Lagarda, 2007).

En el maíz ha sido posible identificar algunos genes relacionados con la viviparidad algunos de los cuales son sensibles al ABA y otros son en baja escala. Normalmente el ABA se encuentra en fase tardía de la embriogénesis en las semillas y después declina al desecarse el embrión por lo cual se le asocia con la entrada de las semillas en latencia. Sin embargo, en el mangle cuyas semillas presentan viviparidad, los mecanismos de la biosíntesis del ABA son funcionales durante el desarrollo del embrión pero las concentraciones de esa hormona no alcanzan su mayor concentración en los tejidos en la fase tardía de la embriogénesis, lo cual sugiere que existen otros mecanismos para la regulación de la viviparidad (Ismail *et al.*, 2004).

Estudios recientes presentaron que es el balance entre GA y ABA el que puede regular la viviparidad en las semillas de maíz ya que en las semillas deficientes de ABA la reducción de GA trajo consigo una disminución de la viviparidad (White *et al.*, 2000).

### **3. MATERIALES Y METODOS.**

#### **3.1 Localización geográfica**

La Comarca Lagunera se encuentra entre los paralelos 24° 10´ y 26° y 45´ de latitud Norte y los meridianos 101° 40´ y 104° 45´ de longitud Oeste de Greenwich, con una altura sobre el nivel del mar de 1,100 m, la región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas, el clima de verano va desde semi-cálido a cálido-seco, mientras que los meses de lluvia son de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992).

#### **3.2 Características climáticas**

En la Comarca Lagunera, según la clasificación de Köpen, es árido o muy seco (estepario desértico); es cálido tanto en primavera como en verano, como invierno fresco. De tal modo que la temperatura media anual observada a través de 41 años, varía entre 19.4 °C y 20.6°C (Domínguez, 1998).

#### **3.3 Localización del experimento**

El experimento fue realizado en el Rancho Tierra Blanca Municipio de Matamoros, Coahuila dentro de la Comarca Lagunera.

#### **3.4 Diseño experimental utilizado.**

El diseño experimental utilizado fue un bloques completamente al azar con 3 tratamientos, con cuatro repeticiones cada tratamiento. Se utilizó una sola variedad de nogal que es la Wichita que tienen una edad de 60 años, con un total de 12 árboles utilizados para el experimento.

### **3.5 Manejo de cultivo**

#### **3.5.1 Localización de los árboles de nogal pecanero**

Los arboles utilizados para este experimento fueron plantados hace 60 años de edad con una densidad de plantación de 51 árboles/ha, a una distancia de (14x14), con un sistema de riego por goteo con aplicación de agua diario. Los arboles seleccionados para este experimento debían ser arboles con gran cantidad de frutos para poder ver de mejor manera el fenómeno de la viviparidad.

La selección de los árboles se hizo en los meses de mayo y junio tiempo antes de la aplicación de Paclobutrazol.

#### **3.5.2 Etiquetado de racimos de nogal pecanero**

Se etiquetaron 100 racimos por cada tratamiento, etiquetando así 25 racimos por repetición en cada tratamiento en los niveles alto, medio y bajo del follaje del árbol de nogal para ver los efectos de la aplicación del producto Paclobutrazol, (PBZ) en los tratamientos de muestreo del experimento, el etiquetado de los racimos se hizo el día 10 y 11 de agosto de 2010.

#### **3.5.3 Aplicación del paclobutrazol**

Para la aplicación del Paclobutrazol (PBZ) se hicieron las dosificaciones del producto midiendo para el Tratamiento 1 ml/Litro del producto comercial con una jeringa ya que para el T<sub>1</sub> (Tratamiento 1) se usó una dosis de 0.250 ppm de i.a (ingrediente activo) que era 1 ml/Litro del producto comercialmente y para el

segundo tratamiento  $T_2$  se usó diferente dosis que era la mitad del primer tratamiento siendo 0.125 ppm de i.a del producto dándonos así 0.5 ml. del producto comercial PBZ, esto se disolvió una vez medido en un litro de agua puesto en la mochila aspersora para luego ser introducido a la manguera látex de 1 cm de diámetro aproximadamente, para comparar con nuestro Testigo ( $T_0$ ) sin aplicación.

Se procedió a penetrar el tronco del árbol a una profundidad de 5 cm. aproximadamente con un taladro de pila con broca de  $\frac{1}{2}$  Plg. luego se introdujo un conector usado en sistemas de riego de más o menos 1.3 cm. de diámetro igual que la broca, se colocó el conector en el orificio hecho con el taladro introduciéndolo a presión con un mazo de goma para luego conectar la manguera látex con el PBZ, colocando un extremo de la manguera conectado al conector ya introducido al árbol, se colocó la manguera látex amarrada al árbol con hilo de manera que quedara colgada en el tronco del árbol por encima de donde estaba introduciéndose la solución de manera que favoreciera su introducción al árbol.

El procedimiento fue el mismo para los 2 con aplicación de PBZ aunque con diferentes dosis cada uno, la solución fue absorbida por cada árbol en el tiempo de 2 horas en promedio.

La aplicación del producto se efectuó disolviendo los 4 ml. del producto comercial en cuatro litros de agua necesarios para el primer tratamiento ya que se aplicó 1 lt. por repetición del tratamiento 1. Esto se hizo inyectando la solución ya preparada en la manguera látex amarrando un extremo de esta con hilo e inyectando a presión en la manguera látex como ya se mencionó

anteriormente un litro, esto se medía observando la aspersora manual que estaba graduada cuando bajaba un litro de su contenido total, lo mismo se usó para cada árbol tratado aunque en diferentes dosis del producto pero con igual cantidad de agua.

El mismo procedimiento descrito se usó en los dos para los dos tratamientos pero en diferente dosis que era de .125 ppm que nos daba 0.5 ml/Litro del producto comercial, y como ya se mencionó, se contó con un testigo sin aplicación.

La aplicación se realizó en esta fecha debido a que es el momento en donde más se dan los factores tanto climáticos como fisiológicos del nogal para que se dé el fenómeno de la viviparidad, en este periodo la nuez tenía 1/3 del llenado total de la nuez que estaba pasando de estado acuoso al endurecimiento de la almendra que fue entre el 15 de agosto al 15 de septiembre.

### **3.6 Variables evaluadas**

#### **3.6.1 Porcentaje de germinación en los racimos evaluados de árboles sin cosechar**

Se seleccionaron 25 racimos por cada repetición de cada tratamiento que eran 4 árboles en total por cada tratamiento y se marcaron 100 racimos en total por tratamiento.

### **3.6.2 Porcentaje de nueces buenas en el total de nueces de los racimos evaluados**

Se evaluó en porcentaje de nueces buenas obteniendo el total de nueces buenas y germinadas de los 100 racimos etiquetados por tratamiento, 25 por repetición de cada tratamiento para compararla con el testigo sin aplicación.

### **3.6.3 Evaluación del porcentaje de germinación por metro cuadrado en árboles ya cosechados**

Se hizo el conteo de nueces germinadas por metro cuadrado en arboles recién vibrados para cosecharlos, el conteo de nueces se hizo con la ayuda de un marco cuadrado de 1m x 1m, haciendo el conteo de nueces totales y número de nueces germinadas.

### **3.6.4 Evaluación del porcentaje de nueces buenas en los metros cuadrados evaluados en arboles cosechados.**

Se hizo el conteo de nueces de los 100 racimos etiquetados por cada tratamiento para sacar el porcentaje de nueces buenas por metro cuadrado evaluado.

### **3.6.5 Evaluación del porcentaje del peso de almendra y de cascara de nuez.**

Se tomó un muestreo de 50 nueces por tratamiento para evaluar el porcentaje de almendra y cascara, abriendo las nueces y separando la almendra de la cascara para luego pesarlas en una báscula para sacar sus porcentajes en peso de almendra y cascara.

### **3.6.6 Evaluación del diámetro polar y ecuatorial de 50 nueces cosechadas por tratamiento.**

Se evaluó el tamaño del diámetro polar y ecuatorial de 50 nueces por tratamiento para ver si influía la aplicación de Paclobutrazol en tamaño y calidad de la nuez.

**Nota:** Para las evaluaciones se tomaba como nuez germinada aquella que estaba abierta o a punto de abrirse de la punta y que contaba con una radícula en la punta.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

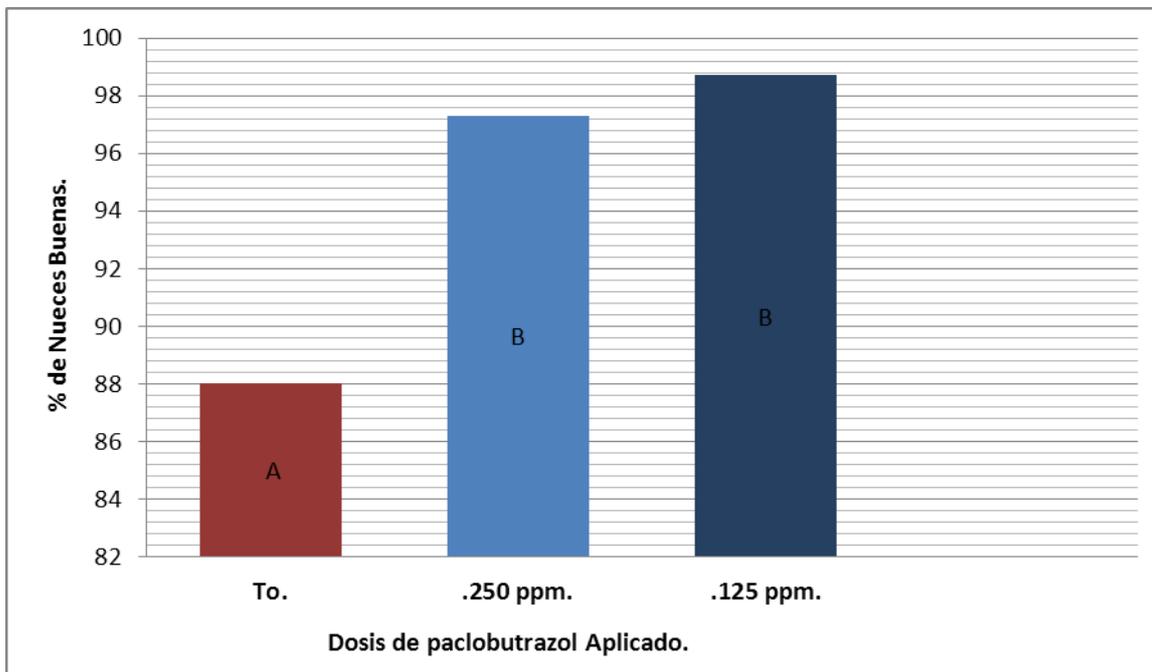
Las variedades Western y Wichita se clasifican como susceptibles a este fenómeno, en tanto que Burquett, Graking y Mahan, son altamente sensibles, mientras que las variedades que han demostrado resistencia son Sioux y Caddo (Lagarda, 2007).

Sería lógico pensar, que se deben cultivar las variedades que sean resistentes a este problema, como Sioux y Caddo, sin embargo, estas variedades no son tan buenas productoras en calidad y en la cantidad como lo son Western y Wichita, por lo tanto debemos buscar la solución o la reducción a este problema con las variedades que si dan buenos resultados. La tendencia de susceptibilidad en las variedades Western y Wichita, se va incrementando conforme va aumentando la edad de los árboles.

La edad para germinar y madurar se adquiere desde fechas tempranas de desarrollo, también es favorecido cuando se presenta deficiencia hídrica durante la fase del llenado de la nuez.

**Wichita.** Es una variedad de buena adaptación en zonas desérticas y semidesérticas, el problema de la viviparidad se presenta también arriba del 15% en todos los años.

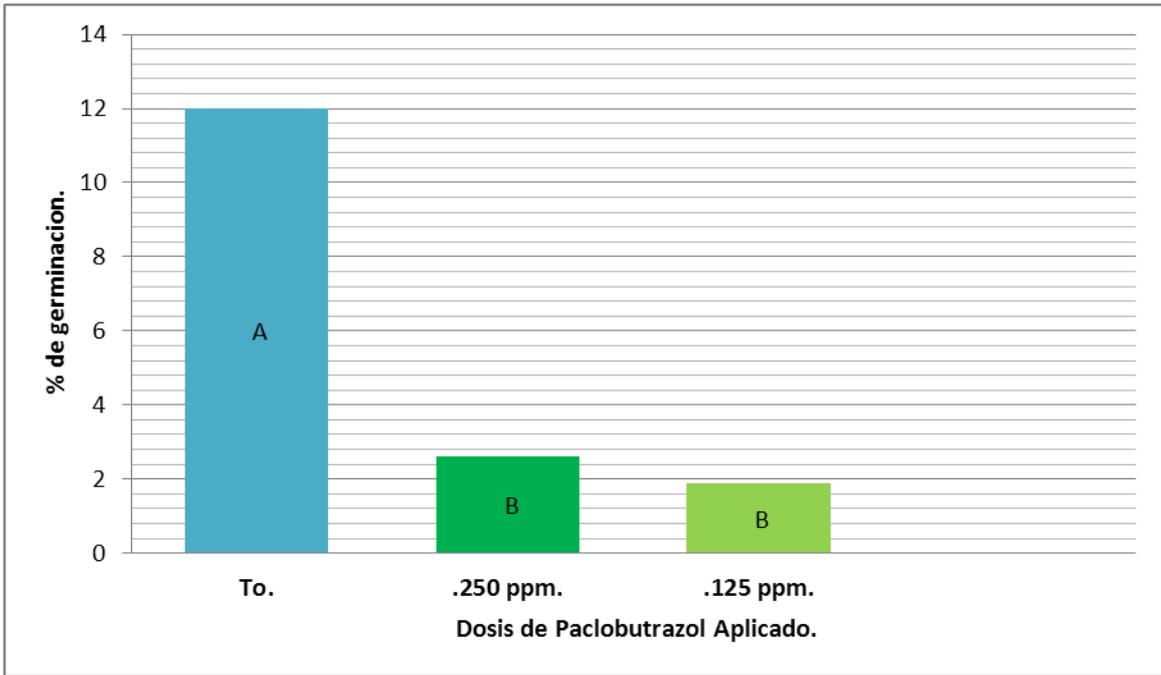
**Resultados del primer muestreo de los 300 racimos etiquetados en total en los 3 tratamientos (989 nueces en total).**



**Figura 1. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de Paclobutrazol (PBZ) inyectado al tronco del nogal pecanero de la variedad Wichita, sobre porcentajes de nuez buena producida. UAAAN-UL-2010.**

En la gráfica 1 se muestra el efecto de la aplicación del regulador de crecimiento paclobutrazol (25%) en diferentes dosis en relación al porcentaje de nueces buenas en 100 racimos evaluados por tratamiento.

En el valor representado por el testigo (To) en la figura es notable la diferencia entre el % de nueces buenas debido a que hay mayor porcentaje de germinación en el testigo que en los tratamientos que se les aplico Paclobutrazol.



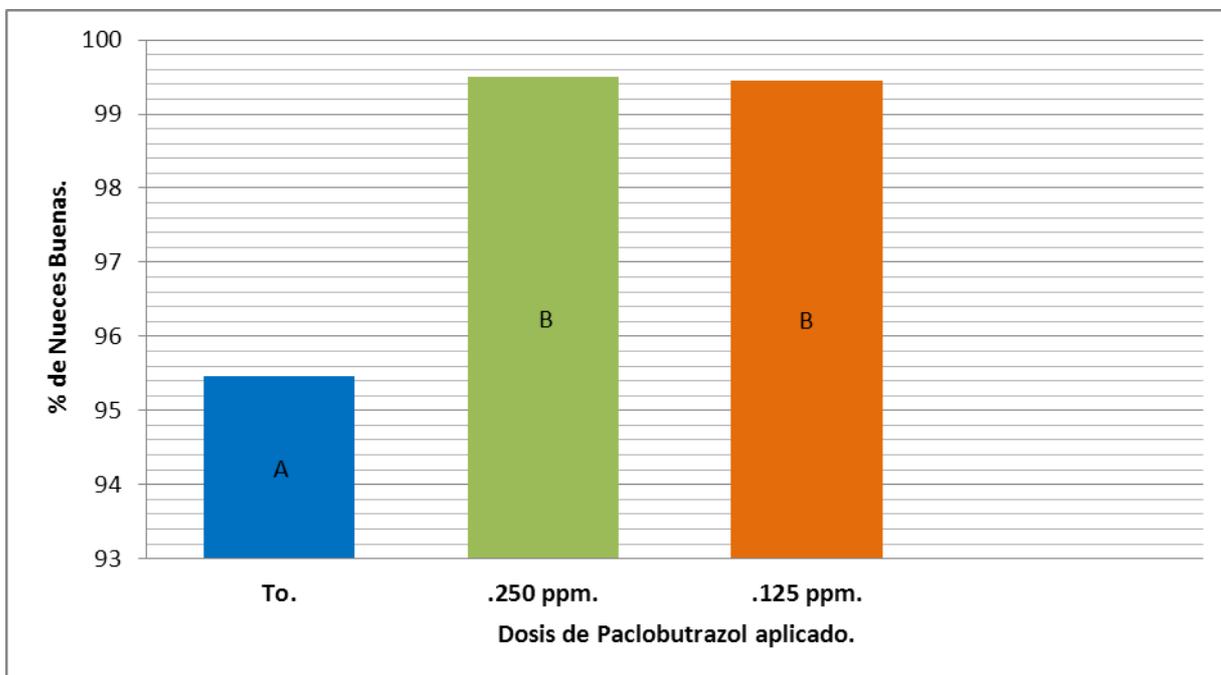
**Figura 2. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de paclobutrazol (PBZ) sobre el porcentaje de germinación entre tratamientos aplicados en inyección al tronco de diferentes dosis de Paclobutrazol en nogal Wichita de 60 años de plantados. UAAAN-UL-2010.**

En la figura 2 se representa el valor del porcentaje de germinación y vemos que varía en el porcentaje de germinación teniendo un mayor porcentaje de germinación el testigo que alcanza hasta un 12 % de germinación en el total de nueces evaluadas, mostrándose significativamente en las dosis aplicadas de Cultar a súper bajas concentraciones y provocando una reducción notable de la germinación de nuez en el árbol.

No se encontró diferencia en el efecto provocado entre las dosis de PBZ aplicado.

Con esto se concluye que la aplicación de reguladores de crecimiento el día 20 de agosto de agosto en la etapa de endurecimiento de la almendra se logra reducir considerablemente la viviparidad de un 12% a 2% en los arboles tratados con estas dosis de PBZ.

**Resultados del segundo muestreo (1216 nueces en total de los 36 m<sup>2</sup> muestreados en todos los tratamientos) en metros cuadrados de árboles cosechados mecánicamente con vibradora.**



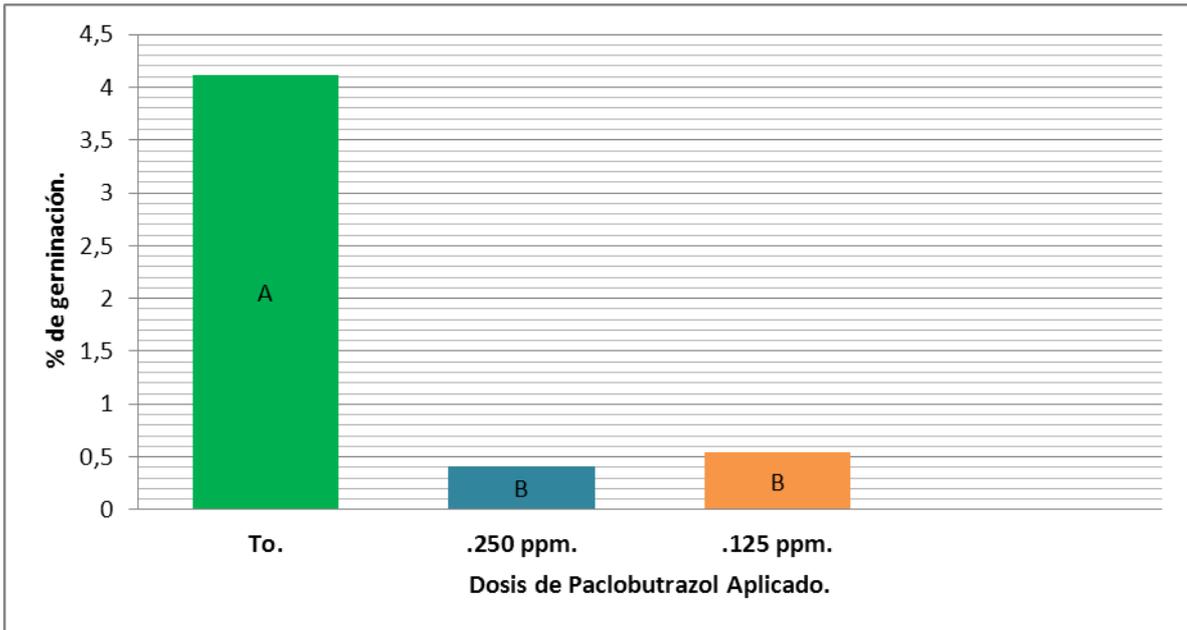
**Figura 3. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de Paclobutrazol en nogal de 60 años en variedad Wichita en segunda cosecha del nogal. UAAAN-UL-2010.**

Los valores obtenidos en la evaluación para ver en arboles cosechados, podemos ver que es menor el valor de germinación, debido a la diferente forma de evaluación que fue por metros cuadrados, reduciéndose así el porcentaje de germinación debido a que se hizo los muestreos al azar de las nueces caídas del árbol, donde ya que fue una segunda cosecha y ya no era homogénea la cantidad de nueces en todos los arboles cosechados.

De igual manera podemos deducir que es significativa la respuesta de los tratamientos a los que se les aplicó PBZ con respecto al testigo (To)

observando que se aumenta el porcentaje de nueces buenas con las diferentes dosis aplicadas de paclobutrazol, no encontrando significancia entre los tratamientos ya que los valores obtenidos son semejantes en el número de nueces buenas.

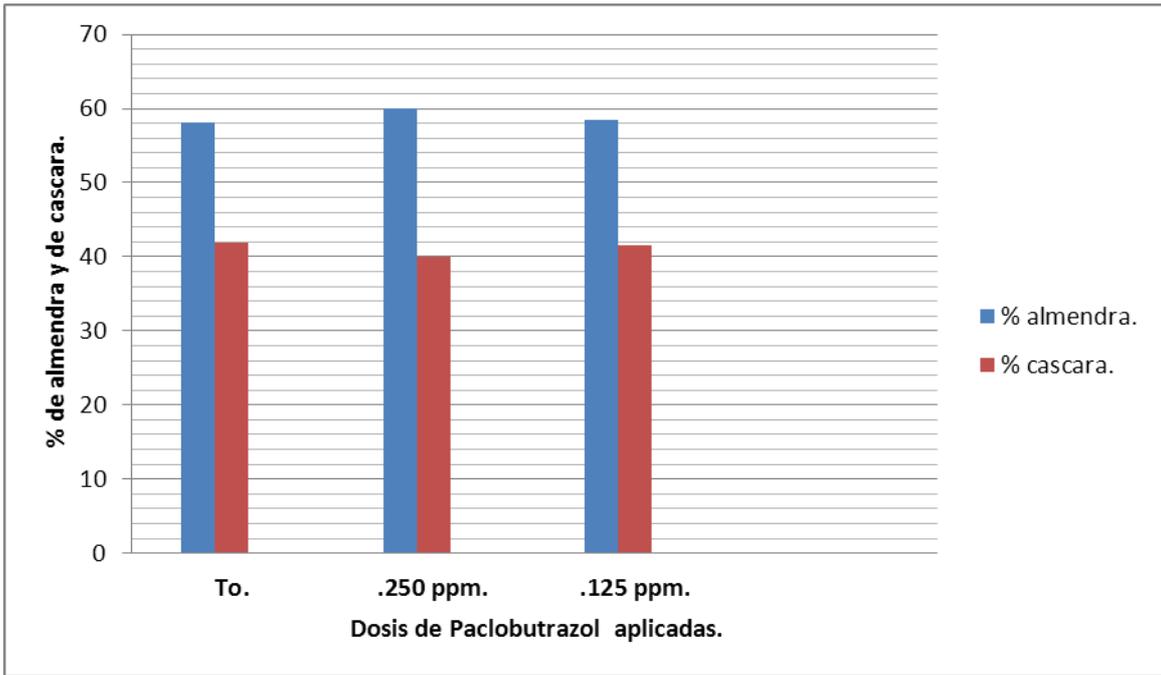
Comprobando con esto que la aplicación de reguladores de crecimiento en el momento de endurecimiento de la almendra podemos aumentar el porcentaje de nueces buenas.



**Figura 4. Efecto de la aplicación de Paclobutrazol inyectado al tronco de árboles de nogal Wichita plantado hace 60 años sobre el porcentaje de germinación evaluados por metros cuadrados, en segunda cosecha. UAAAN-UL-2010.**

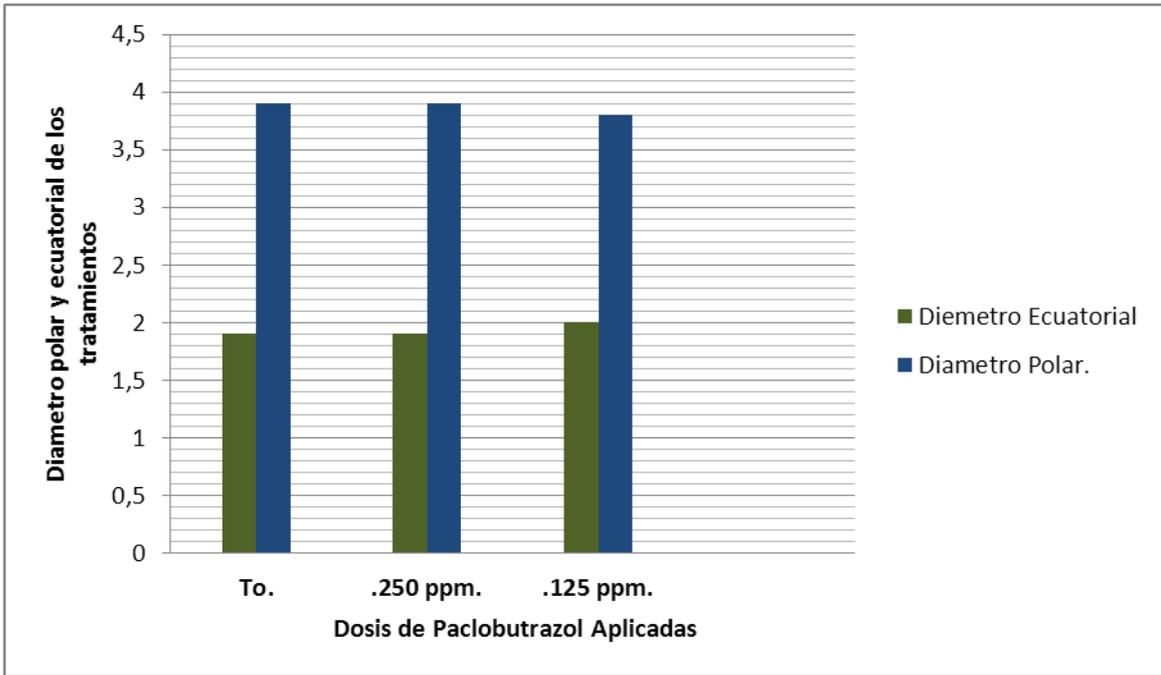
La figura 4 muestra cómo se reduce la germinación de la nuez aplicando 0.250 ppm ó 0.125 ppm del producto por árbol ya que no es significativo entre estos dos tratamientos, pero si observando una gran diferencia contra el testigo.

La germinación del nogal pecanero se reduce considerablemente con la aplicación de reguladores de crecimiento como el PBZ. en las dosis aplicadas al momento del endurecimiento de la almendra.



**Figura 5. Porcentaje de almendra y de cascara en nueces cosechadas de nogal pecanero en Wichita de 60 años tratados con Paclobutrazol inyectado al tronco. UAAAN-UL-2010.**

En la figura 5 se muestra los porcentajes de almendra y cascara obtenidos por tratamiento, se observa que no hay diferencia significativa entre el porcentaje de almendra y cascara, por lo tanto podemos decir que no influye en la producción de almendra y de su calidad la aplicación de Paclobutrazol, solo reduce la viviparidad de la nuez.



**Figura 6. Influencia de la aplicación de PBZ al 25% inyectado al tronco en diferentes dosis, sobre diámetro ecuatorial y polar de la nuez en nogal de 60 años variedad Wichita. UAAAN-UL-2010.**

En la figura 6 nos muestra la media de la medida del diámetro ecuatorial y polar de las 50 nueces evaluadas de los tratamientos con diferente dosis de Paclobutrazol (25%) aplicadas.

Los resultados nos muestran que no hay influencia por parte de la aplicación de PBZ inyectado al tronco en cuanto a la disminución de la calidad de la nuez ya que solo tuvo efectos en la viviparidad de la nuez que era el propósito que se buscaba.

## 5. CONCLUSIONES

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 dosis de 0.250 ppm/árbol.

Las inyecciones al tronco en nogal permiten visualizar los efectos del producto aplicado a muy bajas dosis sobre la germinación de la nuez.

La fecha de aplicación debe hacerse el 20 de agosto ya que es el momento de endurecimiento de la almendra y ya que en ese periodo es donde más favorecen los factores climáticos para que se dé el fenómeno de la viviparidad.

La aplicación directa al tronco tiene efectos más rápidamente que la aplicación al follaje ya que se observó su efecto en comparación con las aplicaciones al follaje echas en años anteriores.

## 6. RECOMENDACIONES

Para reducir el porcentaje de germinación en nogal pecanero de la variedad Wichita se recomienda los siguientes puntos:

- Realizar estudios en huertas comerciales en grandes extensiones para probar las dosis empleadas en esta investigación.

- La aplicación del Paclobutrazol (25%) se debe efectuar en el momento que la nuez cambia de estado acuoso a almendra dura (llenado de la nuez), cuando esta se encuentra en 1/3 del cuajado total que se presenta el día 20 de agosto en la Comarca lagunera.

## 7. BIBLIOGRAFÍA:

- Agenda de Agronegocios. 2004. Fundación PRODUCE Sonora, A.C. Nogal Pecanero, Reconversión Productiva con Visión de Largo Plazo. Abril. Estadístico. 2006. SAGARPA.
- Amling, H. J. y K. A. Amling. 1980. Onset, intensity, and dissipation of rest in several pecans cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(4):536-540.
- Brison, R. F. 1976. Cultivo del Nogal Pecanero. México. CONAFRUT.p. 4, 34, 79, 83, 97.
- Camargo L., A. 2001. Monografía del barrenador del ruezno (*Cydia caryana*) (Fitch) como plaga potencial del nogal. Torreón Coahuila, México P 5-7.
- Cano R., P. 2002. Datos Estación Meteorológica. 1976- 2002. CAELALA-CIRNOC-INIFAP. Matamoros, Coah., México.
- Calderón, A., E. 1989. La poda de los Árboles Frutales. 3<sup>a</sup> Edición. Editorial LIMUSA. México D.F. p.202.
- Díaz M., D. H. 1987. Requerimiento de frío en frutales caducifolios. CECH-CIRNO-INIFAP-SAGARPA. México, D. F. 47 p.
- Dirección General de Estadística Agrícola D.E.G.A, 1980. Anuario estadístico de la Producción Agrícola en México. SARH.

Domínguez, L. S. 1988. Determinación de la raíz de copa en vid (*Vitis vinífera*) mediante la materia seca producida. Tesis U.A.A.N-U.L. p.p. 12-13.

Herrera, E., T. C., 1996. Importancia económica de la industria nogalera en E: U. A. Servicio Cooperativo de Extensión Agrícola. NMSU. Guía Z-501.

Hartmann, H.T. y Kester, D.E.. 1989. México. Propagación de plantas. Segunda Edición. Editorial CECSA. p.p. 138-140.

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias. (INIFAP). 1994. El nogal pecanero. Centro de Investigación Regional del Norte Centro Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CAELALA.P. 2.

Ismail, Nisth, L.; Mariano, C; Derksen, J.; Wolters, M. and Vander Gaag, R..2004. Sythesis and localization of ABA in viviparous mangrove embryos. 3er International symposium on plant dormancy. From molecular level to the whole plant. WaneningenInternational Conference Center. Weneningen.The Netherlands.p.p. 35.

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

Lagarda, M, A.. 1989. Causas que propician la germinación de la nuez antes de la cosecha. Artículos científicos. CELALA INIFAP, Apdo. 247. Torreón, Coah.

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

Lagarda,; A.. 2007. La Germinación Prematura de la Nuez Pecanera (viviparidad). Memoria Técnica. Abril.

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

McEachern, G. R., Wolstenholme, B. N y Storey J. B. 1978. Chilling 694. requirements of three pecan cultivars. HortScience, Vol. 13(6).

Mendoza, M V. 1969. México. La nuez Pecanera, Banco Agropecuario del Norte S.A. pp. 7-11.

Medina M., M. del C. 1980. Marco de referencia regional del cultivo del nogal en la Comarca Lagunera. Matamoros, Coah. CAELALA. CIAN. INIA. Informe de Investigación del Nogal.

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

Rojas, G. Manuel. 1982. Fisiología vegetal aplicada. Segunda edición. México.

Ed. Mc Grall-Hill. p.p. 193.

Solis, A., J I. 1980. Compendio sobre la Propagación del Nogal Pecanero *Carya*

*Illinoensis Kotch*. TesisLic. Buenavista, Saltillo, Coahuila. P.135.

Samutuma, L. y Bradtley, H.T.; 1989. Growth and development of young trees

as influence by foliar spray of paclobutrazol of XE-109. Hortssscience 24

(1). p.p.65-68. Witch Cultar. Fourth International Mango Symposium. Acta

Horticulturae.

Santibáñez, E. 1992. La Comarca Lagunera, ensayo monográfico. 1ª Edición.

Tipográfica Reza. S.A. Torreón, Coahuila, México. Pp.14.

Sparks, D. 1993. Manejo de huertas de nuez pecanera en climas cálidos con

Énfasis en la germinación prematura y apertura del ruezno. Memorias.

XII Confs. Int. sobre el cultivo del nogal. Guaymas, Son.

Voon, C.C.; Pitakpaivan; S. T.. 1993 Mango cropping manipulation witch Cultar.

Fourth international Mango Symposium. Acta horticulture.

Westwood, N. M. 1982. Fruticultura de Zonas Templadas. Traducción de la Primera Edición en Ingles por: L. Rayo, R. Madrid, España. Ed. Mundi-Prensa.

White, C.,N.. Proebsting, W. M.; Heden, P. and Rivin, C.J.. 2000. Gibberellins and seed development en maize. I. Evidence that gibberellin/abscisic acid balance governs germination versus maturation pathway. Plant Physiol. 122: 1081-1088.

Wolstenholme, B. N. 1979. The ecology of Pecan trees.Part. 2. The Pecan Quarterly. 13(3): 14-19.

Zertuche, M. I and Storey, J. B., 1983 Preharvest germination of pecan. Hortscience.

### **Bibliografía electrónica.**

[http://www.cannabiscave.net/foros/showthread.php/59348-Fitohormonas-y-aspectos-relacionados-con-la-fisiologia-vegetal.](http://www.cannabiscave.net/foros/showthread.php/59348-Fitohormonas-y-aspectos-relacionados-con-la-fisiologia-vegetal)