

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**APLICACIÓN DE HORMONAS INHIBIDORAS DE CRECIMIENTO (apogee)  
APLICADAS DIRECTAMENTE AL TRONCO PARA DISMINUIR LA  
VIVIPARIDAD EN NOGAL PECANERO (*Carya illinoensis koch*) DE LA  
VARIEDAD WICHITA.**

**POR:**

**GUSTAVO ACOSTA PAREDES**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**Torreón, Coahuila, México,**

**Diciembre del 2010.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

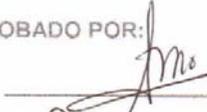
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. GUSTAVO ACOSTA PAREDES QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

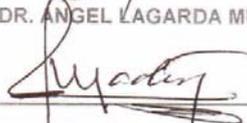
INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

APROBADO POR:

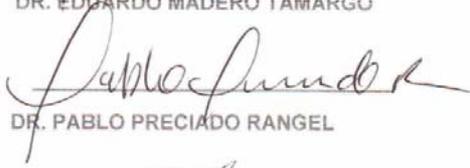
ASESOR PRINCIPAL

  
DR. ANGEL LAGARDA MURRIETA

ASESOR:

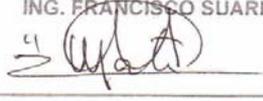
  
DR. EDUARDO MADERO TAMARGO

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. GUSTAVO ACOSTA PAREDES QUE SE  
SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO

REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

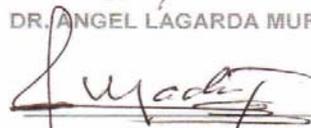
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

  
\_\_\_\_\_  
DR. ANGEL LAGARDA MURRIETA

VOCAL:

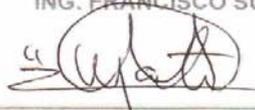
  
\_\_\_\_\_  
DR. EDUARDO MADERO TAMARGO

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

Más que nada darle las gracias a Dios por haberme permitido venir a este mundo y darme vida, salud y mucha paciencia para poder realizar este logro que es un paso muy importante en mi vida.

**A mis padres: Filimón Acosta López y Francisca Paredes García.**

Quienes son lo más importante en mi vida, y que siempre me apoyaron hasta el final de mi carrera, y que gracias a ellos y por sus consejos que siempre me motivaban a seguir adelante y nunca dejar de luchar por lo que quiero y aunque estaban lejos con sus palabras siempre me hacían sentir que estaban cerca de mi por eso y por muchas cosas mas ¡Gracias! los QUIERO MUCHO.

A mi asesor, **Dr. Ángel Lagar M.** quien me apoyo en todo momento y siempre tuvo el tiempo necesario y mucha paciencia para ayudarme a buscar soluciones a problemas que fueron difíciles pero con sus consejos salí adelante, y por esa disponibilidad de ayudarme a realizar este trabajo que es uno de los más importantes en mi vida.

**A la Familia Nájera Contreras que fue como una familia para mi y por el apoyo tan importante que me brindo en estos últimos años ¡gracias!**

**Al mis asesores el Dr. Madero, Dr. Pablo y al Ing. Suarez por su ayuda y disponibilidad de tiempo para ayudarme a realizar este trabajo que es un paso mas para la superación.**

**A mis profesores por impartir sus conocimientos con migo y enseñar me los valores profesionales y darme las herramientas necesarias para poder enfrentar la vida y ser alguien en este mundo ¡Gracias a todos ellos¡.**

**A Mi Alma Terra Materpor ser la mejor en estos cuatro años y medio que estuve en ti y por haberme dado la oportunidad de superarme en la vida.**

**Gracias “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro”**

## DEDICATORIA

A mis padres por que siempre estuvieron ahí cuando los necesite incondicionalmente apoyándome en las buenas y en las malas, por sus consejos de motivación a seguir adelante y la oportunidad que me brindaron de ser alguien en la vida y por que siempre fueron un ejemplo a seguir al no darse por vencidos en la vida y enseñarme que hay que luchar por lo que se quiere por más difícil que esto sea.

A mis hermanos, **Ramona, Mario y Filemón**, por que los quiero mucho y forman parte de mi vida y de todos mis logros y por apoyarme durante toda mi carrera y aunque estuvieron lejos, con sus palabras me hacían sentir que estaban cerca de mí y me inspiraban a seguir adelante.

A mis **familiares**, que de alguna manera me apoyaron durante toda mi carrera.

Al **Dr. Lagarda**, por que sin su ayuda nunca habría podido terminar este trabajo y por haber confiado en mí para llevarlo a cabo.

## ÍNDICE GENERAL.

AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. El Cultivo en México.....	2
1.2. El Cultivo en La Laguna.....	3
1.3 Objetivos.....	5
1.4. Hipótesis.....	5
2.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1. Clasificación Taxonómica del Nogal.....	7
2.1.1. Morfología.....	7
2.1.1.1. Sistema Radicular.....	7
2.1.1.2. Tallos.....	8
2.1.1.3. Follaje.....	8

2.1.1.4. Flores.....	9
2.1.1.5. Frutos.....	9
2.2. Variedades.....	10
2.2.2. Descripción de la Variedades.....	10
2.3. Selección de las Variedades.....	11
2.4. Factores Ambientales que Afectan la Germinación de la Nuez.....	14
2.4.1. Efecto de la Temperatura.....	14
2.4.1.1. Efecto de la Luz.....	15
2.4.1.2. Efecto del Agua.....	15
2.4.2. Absorción del agua.....	16
2.5. Germinación de la Semilla.....	17
2.5.1. Fisiología de la Germinación.....	18
2.6. Viviparidad o Germinación Prematura de la Nuez.....	19
2.6.1. Viviparidad.....	19
2.7. Periodo de cosecha.....	24
2.8. Fitohormonas.....	25
2.9. Uso de Reguladores de Crecimiento.....	28
2.9.1. Prohexadione Cálcico (PHD-Ca).....	29
2.9.2. Giberelinas.....	31
2.9.3. Ácido Absicico.....	32
2.9.4. PP333.....	33

<b>3.- MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>36</b>
<b>3.1. Variables a Evaluar.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1.1. Nueces Germinadas.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1.2. Nueces Buenas.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1.3. Total de Nueces.....</b>	<b>40</b>
<b>3.1.4. Peso de la Nuez.....</b>	<b>40</b>
<b>3.1.5. Diámetro Polar y Ecuatorial de la Nuez.....</b>	<b>41</b>
<b>4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>42</b>
<b>5.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>6.- RECOMENDACIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>7.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>52</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Efecto de la aplicación de prohexadione calcico (apogee al 25 %), en arboles wichita de 60 años en dosis de 250 gr (T1), 125 gr (T2) y el testigo, sobre el porcianto germinacion prematura de la nuez UAAAN UL 2010.....43

Figura 2.- comparación del porcentaje de las nueces buenas en cada uno de los tratamientos a base de Prohexadione cálcico (Apogee) en dosis de 250 gr/L/árbol (T1), 125 gr/L/árbol (T2) y el testigo. UAAAN UL.....45

Figura 3. Comparación de nueces buenas en porcentaje de los tratamientos en relación a la cantidad de nueces germinadas en a los M<sup>2</sup>muestreados.UAAAN UL 2010.....46

Figura 4.-Relación en porcentaje en nueces buenas por M<sup>2</sup> en relación a la dosis aplicada en cada tratamiento To, 250 mg/árbol y 125 mg/árbol de prohexadione cálcico (Apogee). UAAAN UL 2010.....47

Figura 5. Efecto de las dosis de Prohexadione cálcico (Apogee), sobre el porciiento de almendra y cascara de la nuez en la variedad Wichita UAAAN 2010.....48

Figura 6. Relación del efecto de las dosis de la aplicación de Prohexadione cálcico (Apogee), sobre el diámetro polar y ecuatorial de la nuez. UAAAN UL 2010.....49

## RESUMEN.

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

En base a lo anterior se desarrolló la presente investigación en la huerta nogalera ubicada en la pequeña propiedad Tierra Blanca, municipio de Matamoros, Coahuila. Con el fin de encontrar un mecanismo para el control de la viviparidad en la nuez pecanera, mediante el uso de un regulador de crecimiento, que bloquea la producción de giberilina arboles de 60 años la variedad Wichita. En dosis 250 gr, 125 gr y 0 gr; inyectados directamente al tronco del árbol.

Esto se hizo en un diseño completamente al azar, con 3 tratamientos de los cuales es un testigo y 4 repeticiones. Se evaluaron 100 racimos por tratamiento, al azar, posteriormente se realizo la cosecha, un muestreo de nueces recién cosechadas haciendo un conteo de nueces en 3 m<sup>2</sup> por tratamiento. Con ello se determinó la germinación de la nuez.

Los resultados mostraron que el testigo se muestran efectos significativos para la germinación de la nuez al reducir un 8% de nuez germinada en los árboles de testigo de diferencia en la germinación de la nuez a 2 % en un árbol inyectado al tronco en solo 125 gr y 250 gr de Apogee al 25 % de l.a.

Encontrado el efecto y la dosis estudiada y método de aplicación, la inyección de árboles presenta una posibilidad comercial para disminuir la germinación prematura de la nuez.

#### **PALABRAS CLAVES.**

- Viviparidad
- Germinación prematura.
- Inyección
- Calidad.

## I. INTRODUCCION.

Se considera que el nogal pacanero *Caryaillinoensis* (Koch), es originario del Sureste de Estados Unidos y del Norte de México, esta especie se encuentra desde el norte de Illinois, hasta el sureste de Texas y desde chihuahua, llegando su producción hasta Oaxaca, México (Duarte 1967).

La producción mundial de nuez con cascara se estima alrededor de las 210, 000 toneladas. Los principales productores son Estados Unidos (72%) y México (25%). Dejando el resto de la producción a Australia, Sudáfrica. Israel, Brasil, Argentina, Perú y Egipto. Se estima que los beneficios de este fruto alcanzan los 570 millones de dólares en producción mundial (Agenda de Agronegocios, 2004)

Los Estados Unidos, además de ser el principal productor y exportador de nuez es el más grande consumidor. Otros importantes consumidores son: Reino Unido, Alemania, Canadá y Japón. México es el principal exportador de nuez (con cascara) 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 ha. En el estado de Chihuahua hay establecidas 42,648 ha de las cuales 25,200 corresponden a nogales en producción y 9,100 a arboles de desarrollo la producción anual estimada es de 44,771 toneladas. La producción nacional se estima alrededor de 78,543 mil toneladas, siendo Chihuahua el que aporta más de la mitad de la superficie de producción seguido por Coahuila y sonora. (Agenda de agronegocios, 2004).

#### 1.1. El Cultivo en México.

La primera plantación de nuez de nogal pecanero se estableció en el estado de Nuevo León en el año de 1904. La Comisión Nacional de Fruticultura reporto, en 1980, la existencia de 48 mil hectáreas plantadas de nogal, de las cuales aproximadamente 10 mil corresponden 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 están en el estado de Chihuahua; el resto los 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 la superficie de nogal están Hidalgo, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Oaxaca, Baja California Norte, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Tamaulipas y Zacateca (CELALA INIFAP, 1994).

## 1.2 El Cultivo en La Laguna.

Las primeras plantaciones de nogal en la Región Lagunera se establecieron en el año de 1948. Las variedades introducidas fueron: *Western, Wichita, Burkett, San Sbalmpreved, Stuart, Barton y Maban* predominando *Western y Wichita*. Actualmente, el nogal ocupa uno de los primeros lugares en importancia dentro de los frutales cultivados (Tecnología Reproducción de Nogal Pecanero, 2002).

Uno de los principales factores de la de la productividad de nogal en la comarca lagunera lo constituyen las plagas. Las plagas primarias son el gusano barrenador de la nuez (*Acrobasisnuxvorella*), los pulgones (*Monelliopsispecanis*), pulgón amarillo de márgenes negros (*Melanocallisceryella*), y el pulgón negro (*Melanocalliscaryaefoliae*). Gusano barrenador del ruezno (*Cydiacaryana*), se a incrementando en las huertas de nogal de la región, convirtiéndose en una plaga de importancia económica. Otras plagas de importancia secundario son el barrenador de la fruta y de la madera (*Euplatipussegnis*) y la chinche (*Brochymenaspp., Nezaraviridula, chlorochroaligata y leptoglossuszonatus*) (Calderón 1989).

Dentro de las enfermedades del nogal nos encontramos con que son:

Pudrición texano o la pudrición de la raíz asociada al hongo (*Phymatotrichumomnivorum*), el ruezno pegado es el nombre común que se le da a un complejo de problemas de características fisiológicas y de plagas que se presentan el ruezno a partir del inicio del estado acuoso durante el desarrollo de la nuez.

La viviparidad es un problema de gran magnitud, todavía existen 35,000 ha susceptibles a padecer el problema, lo que viene de un potencial de germinación prematura del 15%, en años críticos, la 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 efectos secundarios del calentamiento global.

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. El fenómeno no tiene restricción varietal, ambiental y manejo. Las estrategias para el control se este problema deben generarse mediante la investigación (Lagarda, 2000).

### **1.3.- Objetivos.**

**1.- Evaluar el efecto de reguladores de crecimiento (Antigiberilinas) inyectadas al tronco en la tercera semana de agosto en dosis muy bajas sobre la germinación de la nuez pecanera.**

**2.- Establecer una dosis específica para solucionar este problema.**

**3.- Encontrar un método de aplicación más efectivo para reducir la germinación prematura de la nuez.**

### **1.4.- Hipótesis.**

**Ho1. La aplicación de reguladores de crecimiento provocan disminución de la germinación de la nuez pecanera.**

**Ho2. Es posible controlar la viviparidad de la nuez con inhibidores de crecimiento aplicados directamente al tronco.**

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA.

La nuez pecanera es originaria de América del Norte. Los nogales tienen su origen en la prehistoria. Esto está demostrado por el descubrimiento de fósiles en Texas y en el norte de México, indicando que el nogal ha estado presente mucho antes que el hombre entrara en escena. De este hogar natural se dispersan a otras zonas. Los indígenas nómadas que habitan regiones nogaleras basaban su alimentación y movilidad entorno a la recolección de nueces. Los primeros registros escritos fueron realizados por Álvaro Núñez Cabeza de Vaca hace mas de 450 años e indica que los indios planeaban sus movimientos y actividades al rededor de la maduración de la nuez. También menciona que durante cuatro meses ellos dependían de la nuez, ya que era su mayor fuente de alimento. (Brisón, 1974)

El pecanero pertenece a la familia Juglandaceae, la cual comprende plantas arbóreas que producen una drupa, en la cual en la fase de maduración el pericarpio y mesocarpio se secan y el endocarpo (cascara) y la semilla (almendra) es considerada una nuez. Los árboles son caducifolios, y robustos los cuales alcanzan alturas de 15 a 20 m en su etapa adulta. Los géneros más importantes de esta familia son *Juglans* y *Carya*.(Cortes, *et. al*, 1989)

## 2.1.- Clasificación Taxonómica del Nogal Pecanero.

De acuerdo a su clasificación botánica, pertenece a la familia: *juglandaceae* su nombre científico es: *Carya illinoensis* Koch. A continuación se presenta la clasificación taxonómica: (Brisón 1983)

División:                      Spermatofitas.

Subdivisión:                Angiosperma.

Clase:                         Dicotiledóneas.

Familia:                      Carya.

Especie:                      *illinoensis* (Koch)

### 2.1.1 Morfología.

#### 2.1.1.1. Sistema Radicular.

Las raíces de los nogales son pivotantes. Pueden alcanzar hasta 8 metros de profundidad. Las raíces laterales en una huerta plantada a 10 x 10 m pueden cubrir la totalidad de la superficie del suelo. La mayor

cantidad de raíz activa se encuentra en la capa de 10 a 8 cm (Núñez y Uvalle 1992).

#### 2.1.1.2. Tallos.

Estos son leñosos y dependiendo de la variedad pueden producir una corteza corchosa y agrietada. El desarrollo estructural de los tallos principales de las variedades mejoradas del nogal es ramificada a partir de un metro y produce varios troncos principales. En cada nudo se pueden encontrar de una a tres yemas, sobre todo en los brotes juveniles (Brisón, 1974).

#### 2.1.1.3. Follaje.

Todos los nogales adultos son de follaje espeso con copa semiesférica sus hojas son compuestas de 5 a 6 folíolos, ovales, lanceolados y finamente dentados; al tallarlos, despiden un olor típico a menta. Las hojas contribuyen directamente al desarrollo de las nueces y proveen de reservas alimenticias que son almacenadas en los tallos y raíces, los cuales servirán para el crecimiento del árbol y desarrollo de las nueces al año siguiente. (Mendoza 1969, Solis 1980 y Brisón 1983).

#### 2.1.1.4. 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, apetaladas 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. Estas crecen en inflorescencias de espigas sueltas, en números de 2 a 8 en pedúnculos cortos; son de color verde claro y los pistilos tienen forma de matita amarilla en la punta cuando están maduras. Las yemas florales se forman de junio a julio de cada año y lo hacen junto con las nueces en desarrollo. (Mendoza 1969, Calderón 1989).

#### 2.1.1.5. Fruto.

Por su estructura, el fruto del nogal se considera una drupa. Consta de pericarpio, mesocarpio, endocarpio y semilla (almendra). El pericarpio y mesocarpio es una estructura segmentada en 4 partes que al deshidratarse se abre dejando libre el endocarpio y semilla (Sagar 1998).

## **2.2. Variedades.**

Para las condiciones de clima seco tanto las variedades del este y del oeste de E.U.A. Se pueden recomendar para el estado de Coahuila, siendo preferentes las variedades del oeste por su adaptabilidad en desarrollo y producción. Considerando a si que el fruto del nogal es producto de la unión de la flor macho (polen) con la flor hembra (ovario), es necesario que en las huertas se establezcan cuando menos cuatro variedades que coincidan en la receptibilidad de la flor hembra y la liberación de flor macho (Herrera, 1992).

### **2.2.1. Descripción de las Variedades.**

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

Sería lógico pensar que se deben cultivar las variedades que sean resistentes a este problema, como Sioux y Caddo, sin embargo, estas variedades a este problema no son tan buenas productoras en la calidad

como Western y Wichita, por lo que debemos de buscar la solución con las variedades que si dan buenos resultados (Herrera, 1992).

Lagarda (1999) dice que la cosecha oportuna, la cual es alcanzada en la tercera semana de septiembre, permite disminuir el porcentaje de nuez germinada. En la variedad western con esta época de cosecha redujo el daño por germinación. El porcentaje de nuez verde por árbol no se incrementó en la cosecha que se llevó acabo en noviembre. Teniendo valores menores e germinación.

### 2.3. Selección de la Variedad.

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 (Harman y Kester 1989).

- Se sabe que existe una alta correlación en años cuando se presentan altas cosechas (bajo relación hojas/fruto) (Lagarda 2000).

- El problema es favorable cuando se presenta diferencia hídrica especialmente durante la fase de llenado de nuez.
- El problema de germinación es mayor en zonas donde las temperaturas son altas durante la maduración de la nuez.
- El porcentaje actual de solución es relativamente bajo (8-30%) ya que se limita a vigilar el riego y acelerar la cosecha (Lagarda 2000)
- La tendencia de susceptibilidad en las variedades Western y Wichita, se ha incrementando conforme va aumentando la edad de los árboles.

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

1. Reducir el grado de estrés de agua durante el llenado de la nuez.
  - Regando con suficiencia, 1.40 de lamina para arboles adultos y mantener el riego hasta antes de la cosecha.

- Aumentar la frecuencia de los riegos. Riego rodado, cada 10 a 15 días, aspersión y micro aspersión cada 4 días.

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

- Con aclareo de frutos (vibrador en junio).

Por otra parte el aclareo de frutos puede ser considerado beneficioso, ya que se desprende el exceso de ellos, en ventaja de las que quedan, que podrán ser mejor nutridas, y tendrán mayor ventaja de llegar a la madurez (Calderón, 1989).

Calderón (1998) menciona que cuando la caída de frutos no se presenta en intensidad normal o deseada hay necesidad de provocarla, mediante en arranque mecánico de un cierto número de ellos que se encuentran en demasía, o mediante aspersiones al follaje de productos hormonales que actúan sobre el fruto con menor número de semilla, provocando su caída. Esta labor es conocida como raleo, aclareo y desahijé de frutos, y debe ser llevada a cabo cuando ellos tengan el tamaño semejante al de una canica. Con esto el árbol no pierde su vigor y se defiende de la viviparidad.

## **2.4. Factores Ambientales que Afectan a la Germinación de la Semilla.**

### **2.4.1. Efecto de la Temperatura.**

La temperatura afecta tanto al porcentaje como a la tasa de germinación. La tasa de germinación por lo general disminuye a temperaturas bajas pero aumenta paralelamente con la elevación de la temperatura. 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 (Harman y Kester 1989).

Calderón (1998) establece que la temperatura es el factor más importante que afecta a la de post-maduración. Además dice que donde hay temperaturas más elevadas, las semillas no solo germinan, si no que pueden revertir a un letargo secundario, así pues la temperatura es tal vez el factor ambiental más importante que regula la germinación y controla el crecimiento subsiguiente de las plántulas.

En cuanto al tiempo, la germinación de la semilla puede ser influenciada por la exposición ambiental de la planta madre durante el desarrollo de la semilla. La variación entre las semillas individuales de

un lote de semilla puede producir en el mismo una germinación dispereja lo que ocurre en los arboles de nuez (Sifuentes 1995).

La temperatura elevada aumenta la absorción del agua, después de que la semilla ha germinado y emerge la radícula, la provisión de agua de la plántula depende de la capacidad del sistema radical; para crecer en el medio de la germinación y de la capacidad de la nuevas raíces para absorber el agua (Lagarda, 2000).

#### 2.4.1.1. Efecto de la Luz.

Desde la mitad del siglo XIX se ha sabido que la luz puede afectar a la germinación de la semilla de algunas especies. Estas tienen una necesidad absoluta de luz y sin ella pierden su viabilidad en unas cuantas semanas. En algunos casos las exigencias de la luz están asociadas con temperaturas diurnas (Hartman y Kester 1989).

#### 2.4.1.2. Efecto del Agua

El contenido del agua es un efector muy importante en el control de la germinación de la semilla. Hartman y Kester en 1989 dicen que con menos del 40 o 60% del agua en la semilla, no se efectúa la germinación

adecuadamente. Una curva de absorción de agua por semilla seca tiene tres partes:

1).- una absorción inicial rápida que en su mayor parte es de imbibición.

2).- un periodo lento.

3).- un segundo incremento rápido a medida que emerge la radicular y se desarrolla la plántula.

#### 2.4.2. Absorción del Agua.

La hidratación es condición indispensable, en las semillas secas, para la activación del metabolismo y la subsiguiente germinación; si entonces se produce una desecación, la germinación puede verse gravemente perturbada. Sin embargo parece existir un periodo de tiempo variable según la especie, incluso según los distintos lotes de semilla, durante la cual puede desecarse la semilla o el embrión sin que se dañe la germinación cuando la semilla se rehidrata; la semilla de diversas plantas se han sometido a diversas pruebas de inhibición y desecación, una o varias veces, encontrándose ausencia de daños de la germinación más rápida (Calderon 1998).

## 2.5. Germinación de la Semilla.

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 totalmente el metabolismo de la plánula (Harman y Kaster 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 (Duron, 2002).

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 (Duron 2002).

Los factores que afectan la germinación, se pueden dividir en dos tipos:(Añez 1984).

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.

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 a de interpretar para las distintas especies por medio de referencias específicas (CELALA INIFAP 1994).

#### 2.5.1. Fisiología de la Germinación.

El letargo y su rompimiento. Toda semilla tiene el posibilidad de germinar si las condiciones de humedad temperatura y aeración son correctas, o de no germinar si el ambiente es frio o seco, sin morir por

ello. A este fenómeno se le llama vida latente presente en el embrión. (Rojas 1982).

## 2.6. Viviparidad o Germinación Prematura de la Nuez.

Un estudio del experimento cual está dirigiéndose al efecto de varios niveles de irrigación y los niveles diferentes de N y K 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 K tendió a disminuir 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.

### 2.6.1. Viviparidad.

Es el fenómeno en el cual las semillas germinan antes de la cosecha, y mientras esta está adherida a la planta madre; y a los embriones en germinación se les denomina embriones vivíparos. Esta

característica se controla, tanto genética como ambientalmente (Hartman 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 están 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 una selección como un carácter defectivo (Hartman y Kester 1989).

Ferrari y sergent (1995) nos dice que 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.

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 absicico que actúa como anti promotores, es decir, para el crecimiento de las células y con ello permite la maduración dela semilla sobre la planta madre (Sifuentes, 1995).

La viviparidad da 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. Absicico) en los tejidos de la semilla, evitando así la germinación de la semilla (Lipe y Morgan 1972).

Hartman 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 (Hrtman y Kester 1989).

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 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 la crecimiento, en especial con las temperaturas mínimas inferiores a los 17° C el tiempo de alcanzar la maduración de la nuez (Lagarda 2000).

Lagarda 2007 nos dice, que en el nogal pecanero, los factores más importantes que provocan la germinación prematura de la nuez son los siguientes:

- 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).

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

<b>Muy susceptible</b>	<b>susceptible</b>	<b>Sin problema</b>
<b>Burkett</b>	<b>Wichita</b>	<b>Sioux</b>
<b>Mahan</b>	<b>Western</b>	<b>Caddo</b>
<b>Cheyenne</b>	<b>Choctaw</b>	<b>S. Delight</b>
<b>Graking</b>	<b>Mohawk</b>	<b>Sel. Agosteñas</b>
<b>Shawne</b>	<b>Gratex</b>	

### **2.7. Periodo de Cosecha.**

La germinación prematura de la nuez se da en condiciones ambientales que ocurre 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 2000).

La relación que existe entre la presencia de la 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 geminación de la nuez se presentó en porcentajes superiores al 20%,

siempre que se tuvieron acumulaciones de unidades calor superiores a las 300 U.C. por día (Lagarda 2000).

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 mínima de las variedades, obligan a considerar otros materiales como un Western y Wichita, que son susceptibles a germinación prematura da la nuez (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 las estrategias 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).

## 2.8. Fitohormonas.

Generalmente se admite que las hormonas son poco específicas respecto a los compuestos químicos 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 en manera general que las hormonas son agentes primarios descendientes de la germinación, pero se sabe muy poco de su forma de actuación (Lira 1994).

Es por ello que la mayoría de las investigaciones sobre los efectos de las hormonas en las semillas y su germinación se ha realizado mediante la aplicación de hormonas exógenas y no se conoce hasta que punto los 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 la semilla en la germinación son giberelina, citocininas, adscinas y auxinas; el etileno ejerce un efecto hormonal importante (Saavedra y Rodríguez 1993).

Se evaluó la influencia del aclareo sobre la calidad de la nuez y germinación prematura de los árboles de nogal. Se vibró cuando la fase del endospermo líquido con un vibrador mecánico para reducir la carga en 0%, 25%, 41%, 56% o 77%. El aclareo disminuyó la germinación prematura y la calidad del fruto aumentó con una reducción en carga de la cosecha (Woods y Arner 1984).

La germinación prematura (viviparidad) puede ocurrir por consiguiente, con ruezno pegado o puede ocurrir sin ruezno pegado. La germinación prematura está asociada con ruezno pegado que no abre y la temperatura del ambiente alta. Y es un problema mayor para nogales que crecen a elevaciones bajas en climas calientes. Sin embargo, en años de alta producción de fruta, la germinación prematura ocurre antes que la fruta madure y produce una pérdida sustancial de nueces comerciales. También en casos así se presenta el ruezno pegado. Los datos preliminares indican que reduciendo carga de la cosecha reducirán germinación prematura a un nivel aceptable (Sparks 1993).

Los dos problemas, ruezno pegado y la germinación prematura, están aparentemente asociadas con fructificación excesivo. El objetivo del estudio actual era determinar el efecto de la tención de fructificación sobre el ruezno pegado y la germinación prematura (Sparks 1993)

El desarrollo inicial de la nuez es caracterizado por una rápida expansión de la cascara y del endospermo que está estrechamente asociado con nivel bajo de ácido absicico (ABA) y con niveles altos de giberelina (GL), el rápido crecimiento de los dicotiledóneas empezó con la terminación del crecimiento de la cascara y expansión del

endospermo. Diversos niveles de sustancias de GL, suministrado por el guisante enano y pepino, perseguía relativamente la acumulación rápida de peso seco de grano, sin embargo, las sustancias de GL de endospermo de cebada eran altos durante los últimos 30 días del desarrollo del grano. Al ácido absicico y las sustancias de GL parecen ejercer un papel significativo en el desarrollo de semilla (Sparks 1993).

## 2.9. Uso de Reguladores de Crecimiento.

Los reguladores de las plantas se definen como compuestos orgánicos diferentes de los nutrientes que, fomentan, inhiben o modifican de alguna forma cualquier proceso fisiológico vegetal. Los nutrientes se definen como aquellos materiales que proporcionan energía o elementos minerales esenciales para los vegetales. Las hormonas de las plantas son reguladores producidas por ellas mismas, que, en bajas concentraciones, regulan sus procesos fisiológicos. Normalmente, las hormonas se desplazan por el interior de las plantas, de un lugar de producción a un sitio de acción (Saavedra y Rodríguez, 1993).

El termino hormonas se aplica exclusivamente a los productos naturales de las plantas; sin embargo, el término “regulador” no se limita a los compuestos sintéticos, si no que pueden incluir también

hormonas. Dicho termino cubre aspectos muy amplios; puede aplicarse a cualquier material que pueda modificar los procesos fisiológicos de cualquier planta y debería utilizarse en lugar de “hormonas”, al referirse a productos químicos agrícolas que se utilicen en el control de cultivos. Incluso, pueden definirse mejor si se agrega el nombre del proceso en que influye; por ejemplo, los reguladores de crecimiento (es decir, sustancias del crecimiento) que afectan al desarrollo de las plantas (Lira, 1994).

Por lo general las plantas contienen sustancias inhibidoras. Hay procesos, como la germinación de las semillas, la supresión del crecimiento de brotes y letargo de las yemas, que los inhibidores controlan al menos en parte (Calderón, 1998).

#### 2.9.1. Prohexadione Cálcico (PHD-Ca).

Existe un elevado interés por el desarrollo de compuestos con actividad inhibidora de crecimiento, como el prohexadione cálcico, que pertenece a una nueva generación de inhibidores de biosíntesis de giberelinas, las acilciclohexanodionas (Lemus 2002).

Una presentación comercial del producto es le Apogee; utilizado con mucha frecuencia en los hurtos de manzano en donde ayuda a reducir el crecimiento vegetativo de nuevos brotes, dando el balance adecuado entre el desarrollo del follaje y la producción de frutos (Thomson 2005). Con los efectos como antigiberelina, se pretende aprovecharlos al máximo en el fenómeno de la viviparidad y así reducir a tal grado de que los resultados sean como se espera. Y, como se plantea en el objetivo de la investigación, se pretende ampliar las expectativas esperadas de este nuevo inhibidor, y como consecuencia la aplicación en el campo.

En la búsqueda de soluciones más completas sobre el control de la viviparidad, nos ha llevado a la inducción de cambios de la concentración de hormonas que inhiben la germinación de la nuez; actualmente se ha reportado que las giberelinas aplicadas antes de la maduración de la nuez, incrementa la viviparidad. En base a lo anterior, se iniciaron trabajos con compuestos que bloquean la concentración de giberelinas en frutos antes de maduración (30 días) prometen reducir la germinación prematura hasta por 8 puntos de porcentaje con productos como el prohexadione cálcico y con paclobutrazol y otros productos similares (Lagarda 2007)

### 2.9.2. Giberelinas.

Las giberelinas son esencialmente hormonas estimulantes del crecimiento al igual que las auxinas, coincidiendo con estas en algunos de sus efectos biológicos. Estimulan la elongación de los tallos (el efecto más notable). Debido al alargamiento de las células más que a un incremento de división celular, es decir que incrementan la extensibilidad de la pared, este efecto lo consiguen con un mecanismo diferente al de las auxinas, pero es aditivo con él (Soberón, et al, 2005).

Estimula la germinación de semilla en numerosas especies, y en cereales moviliza reservas para el crecimiento inicial de la plántula. Las semillas se encuentran encerradas en una pared celular (proveniente del fruto) llamada “pericarpo testa”. (1) las Gas son sintetizadas por los coleóptilos y el escutelo del embrión, y liberadas al endospermo amiláceo. (2) las Gas difunden hacia la capa de aleurona (3) las células de la aleurona son estimuladas para sintetizar y secretar  $\alpha$ -amilasa y otras hidrolasas hacia el endospermo amiláceo. (4) el almidón y otras macromoléculas se degradan hasta pequeñas moléculas sustrato. (5) esos solutos son captados por el escutelo y transportados hacia el embrión en crecimiento (Soberón, *et al*, 2005).

### 2.9.3. Ácido Abscísico.

De los inhibidores de la germinación uno de los de mayor importancia es el ácido abscísico (ABA). Este compuesto de ocurrencia natural es uno de los compuestos de reguladores de crecimiento más importante, no solo en la germinación de la semilla si no en el crecimiento de las plantas en general. En algodón desempeña un papel importante evitando en el ovulo la germinación precoz del embrión en desarrollo (Hartman y Kester 1989).

Hartman y Kester (1989) establecen que el ABA tiende a incrementar con la maduración del fruto y puede estar involucrado en la prevención de la viviparidad (germinación prematura) y en la inducción del letargo. La aplicación de ABA puede inhibir la germinación de la semilla que no está en letargo y contrarrestar los efectos del ácido geberélico aplicado. En general estos efectos son temporales y se desaparecen cuando cambia la semilla a una solución libre de ABA.

Se conocen otros compuestos que estimulan la germinación de la semilla, pero su papel no está tan claro. El uso de nitrato de potasio ha sido un tratamiento de semillas importante en los laboratorios de ensayo de la semilla durante muchos años, sin una buena explicación de su acción. La tiourea supera algunos tipos de letargo, como el efecto

inhibidor de las cubiertas de las semillas en el embrión profundo de la semilla de prunus en letargo. El efecto de tiourea para superar los inhibidores puede ser debido a su actividad de citoquinina. Se han reportado otras sustancias de ocurrencia natural, fusicoccina y cotylenina, que mimetizan la combinación de GA más citoquinina (Khaner, Ses. 1992).

#### 2.9.4. PP333.

Dentro de los reguladores químicos encontramos al Paclobutrazol (PBZ) un derivado de los triazoles, que actúan sobre las giberelinas y por ende sobre el crecimiento vegetativo. Otro efecto que produce este compuesto es la alteración de la relación floema / xilema, afectando la redistribución de productos y metabolitos necesarios para el proceso de floración y fructificación de las plantas. De esta manera se regulan los procesos vegetativos y reproductivos con el objeto de aumentar la eficiencia reproductiva de las plantas en corto y mediano plazo (Añez y Guerrero 1984).

Uno de los aspectos más importantes que se presentan a continuación, es establecer la dosis más adecuada o efectiva que permite la obtención de cosechas buenas y rentables para la producción.

Por otra parte, Paclobutrazol en experimentos con otros frutales adelanto la cosecha entre 1 a 3 meses en comparación con el testigo, la cual permite obtener cosecha tempranas. El peso de los frutos obtenidos con los tratamientos PBZ es menor, pero no afecta al calibre de tamaño exigido en el mercado internacional, lo que aunado el adelanto de la cosecha ofrece a los exportadores de este rumbo grandes beneficios económicos, pudiendo concurrir al mercado en época de escasas, cuando se obtienen los mayores precios. (Voon y Pitakpaivans 1993).

Según Zertuche y Storey (1983), los posibles avances por usar poclobutrazol para mejorar la producción de frutos son muchos e incluyen los siguientes (resultados de la aplicación de la pera):

- 1). Aumento de números de frutos, pero disminuye el peso en forma individual.
- 2). Supresión en el crecimiento del retoño.
- 3). Menos poda.
- 4). Más vigoroso.
- 5). Uso eficaz de realización a base de N.
- 6). Mejora la calidad del fruto

## **7). Incidencia bajo de desórdenes en la fruta.**

**Las concentraciones altas de PP333 dan como resultado, una reducción de tamaño de la hoja, así como los más pequeños parámetros de pedicelos cortos en calidad de la manzana, sin embargo puntos como firmeza, los sólidos solubles, y el color, es comparable con frutas de los arboles no tratados (Kulkarni, 1998).**

### III.- MATERIALES Y MÉTODOS.

La presente investigación se llevó a cabo en la huerta ubicada en la pequeña propiedad Tierra Blanca, municipio de Matamoros, Coahuila.

Se seleccionaron árboles adultos de más de 60 años de edad de la variedad Wichita para la aplicación del producto. Se aplicaron dosis de ProhexadioneCalcico (Apogee al 25%) de 1.0 gr/árbol, 0.5 gr/árbol y 0 que fue el testigo, las dosis mencionadas anteriormente fueron aplicadas por medio de una inyección directamente al tronco del árbol, con el fin, de que por medio del tejido conductor (xilema) del árbol el elemento se distribuya en toda la superficie del follaje y así haga el efecto esperado.

Una vez seleccionados los árboles, para la aplicación (inyección) del producto Prohexadione Cálcico. En primer lugar se perforó el tronco del árbol con taladro y una broca de  $1/2$  pulgada de diámetro a una altura de 1 a 1.5 metros y con una profundidad de 4 a 5 cm, enseguida se le introdujo un conector de plástico de 1 cm de diámetro y 5 cm de largo en el orificio del tronco éste fue introducido a presión con la ayuda de un mazo de goma, esto se hizo con mucho cuidado para no quebrar o introducirlo más de lo requerido que era máximo 5 cm pero antes de introducirlo se le hicieron

algunas perforaciones en la punta para un mayor flujo del líquido al árbol, y posteriormente para el llenado de la manguera se le sujeto un extremo con una liga con el fin de no dejara salir el líquido, para el llenado de esta se utilizó una bomba de presión que contenía la dosis especificada y/o disuelta (1 gr//árbol y .5 gr//árbol de Prohexadione cálcico) en agua y por último se conecta la manguera con la solución al conector que se encontraba en el tronco, se sujetó con ligas en la base del conector para que al momento de soltar no se desprenda con la presión que ejercía la manguera con el líquido. El tiempo que tardo al árbol en absorber la solución fue de 2 a 3 horas.

Posteriormente se escogieron y etiquetaron 100 racimos por cada tratamiento. Los racimos escogidos fueron seleccionados al azar, los rangos de altura no se especificaron fueron a partir del primer racimo del árbol hasta en los que se pudieran trabajar (bajos, intermedios y altos). No se especificó un tamaño de nuez tampoco el número de nueces por racimo, si no que se buscó una heterogeneidad entre ellos, es decir, con diferente cantidad de nueces por racimo y diferente tamaño de la nuez.

Se utilizo un diseño completamente al azar, con 3 tratamientos y 4 repeticiones de 25 racimos cada una y 3 M<sup>2</sup> por repetición, respectivamente. La aplicación del producto se realizó en la tercera

semana de agosto, cuando la cascara presenta un 25% a 75% de endurecimiento y mientras que la nuez se encuentra en un estado de gel.

Para poder identificar la germinación de la nuez, se observó con un poco de detalle la nuez, al presentar desarrollo del embrión o simplemente el ruezno abierto, se considera como una nuez germinada o también llamado como el fenómeno de la “viviparidad”. Se realizó el mismo procedimiento tanto para el numero de racimos, como en la cantidad de nueces (buenas- germinadas) en los M<sup>2</sup> muestreados por repetición. Todo este proceso se llevó acabo en cada una de las muestras que fueron seleccionadas de los tratamientos.

La aplicación del producto se realizó en la tercera semana del mes de agosto, antes de la maduración de la nuez y las evaluaciones posteriores se realizaron: la primera que fue 100 racimos de cada tratamiento del 15 al 20 de octubre antes de la cosecha y la segunda del 25 al 30 de octubre cuando ya se avía cosechado. El efecto del tratamiento se evaluó en base a la expresión de la viviparidad (germinación prematura de las nueces).

En cuanto al método de evaluación fue únicamente en el campo directamente con los tratamientos.

En el laboratorio para el peso de 50 nueces por tratamiento se utilizó una báscula de precisión para tener con exactitud el peso de la almendra y cascara de la nuez. Y para la medición del diámetro polar y ecuatorial utilizamos un vernier.

### **3.1.- Variables a Evaluar.**

#### **3.1.1. Nueces Germinadas.**

Estas nueces deberían de ser de maduración completa y de alta calidad de la nuez interior antes de la cosecha. Este fenómeno se presenta cuando la nuez se abre longitudinalmente por la parte de arriba y germina o nace la parte apical del embrión, este también afecta a la calidad de producción por que también desarrolla sabores desagradables causando ser desechadas y como consecuencia problemas en la producción. Estas nueces a su vez pueden que el ruezno este abierto o no basta con tocarlas y presionarlas para darnos cuenta que es una nuez germinada.

#### **3.1.2. Nueces Buenas.**

Esta variables se midió haciendo un conteo de todas las nueces que al momento de tocar y observarlas un momento si estas no presentaban signos de abertura en el ruezno, esto nos indicaba que la nuez estaba en una condición buena y óptima para su venta al no

presentar problemas de la germinación. Aquí se evaluaron las muestras que fueron etiquetadas desde el principio de nuestro trabajo las cuales nos arrojarían los datos necesarios para nuestra investigación.

### 3.1.3. Total de Nueces.

Esta evaluación se realizó haciendo la suma de las nueces totales de todos los racimos por tratamiento así como los metros cuadrados que tomamos como referencia para reforzar la investigación y tener más fundamentos en los resultados ya obtenidos. 942 fueron un total de los 100 racimos que fueron 25 por tratamiento, sumando las germinadas, y las nueces buenas. 1013 fueron un total en de los 36 m<sup>2</sup> muestreados en los 3 tratamientos con las 4 repeticiones al igual que lo anterior sumando las nueces germinadas y las nueces buenas.

### 3.1.4. Peso de la nuez.

Para el peso de las nueces tomamos como referencia nada más un cierto número, que fueron 50 nueces de cada tratamiento se cosecho una repetición de cada uno. Para poder sacar el peso se llevaron al laboratorio para obtener el peso preciso de cada uno de los tratamientos con la ayuda de una báscula de precisión, tanto de la nuez como de la cascara. Esto se hizo con el fin de comprobar que la dosis

aplicada de Prohexadione cálcico (Apogee) no afecta de manera significativa la producción ni calidad de la nuez.

#### 3.1.5. Diámetro Polar y Ecuatorial de la Nuez.

Para calcular el diámetro polar y ecuatorial de las 50 nueces escogidas al azar por tratamiento se llevaron al laboratorio para poder obtener los diámetros con exactitud, se utilizo un vernier.

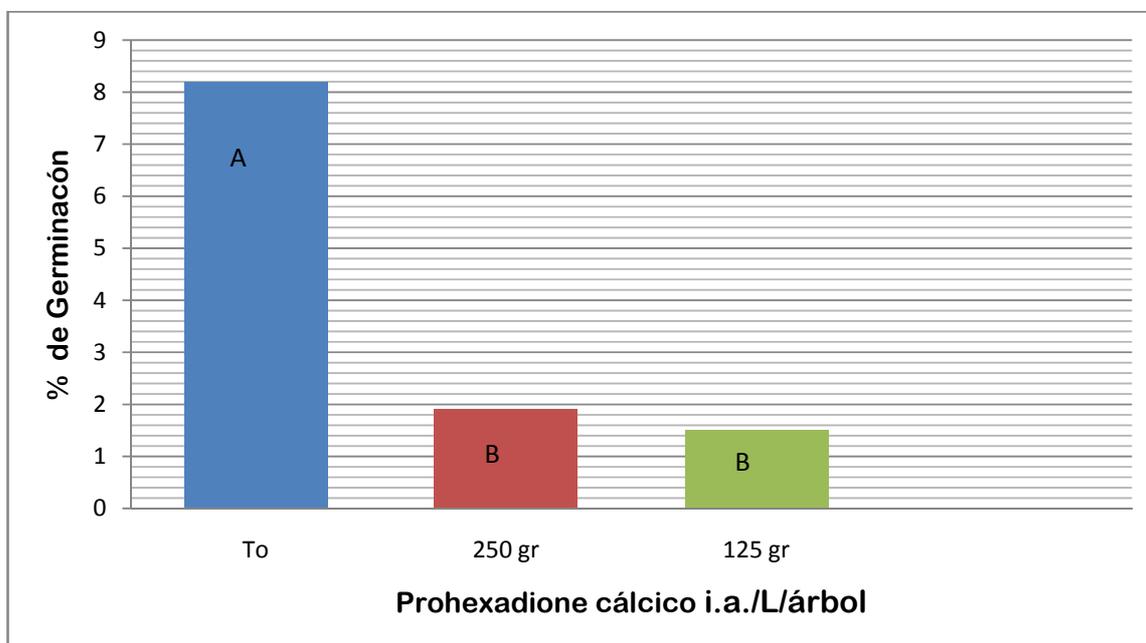
#### IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para que se lleve a cabo este fenómeno son indispensables 3 factores: el primero que exista una humedad relativa alta superior al 90 %. El segundo lugar una temperatura mínima de 17 °C de día y noche y una tercera la falta de agua al árbol especialmente cuando se encuentra en llenado de la nuez.

Como en toda semilla con este fenómeno natural llamado viviparidad o germinación prematura, hubo germinación tal como los autores de la literatura mencionada lo decían. Pero para nuestro caso esta germinación se redujo considerablemente, del 8 % hasta un 2 % de viviparidad.

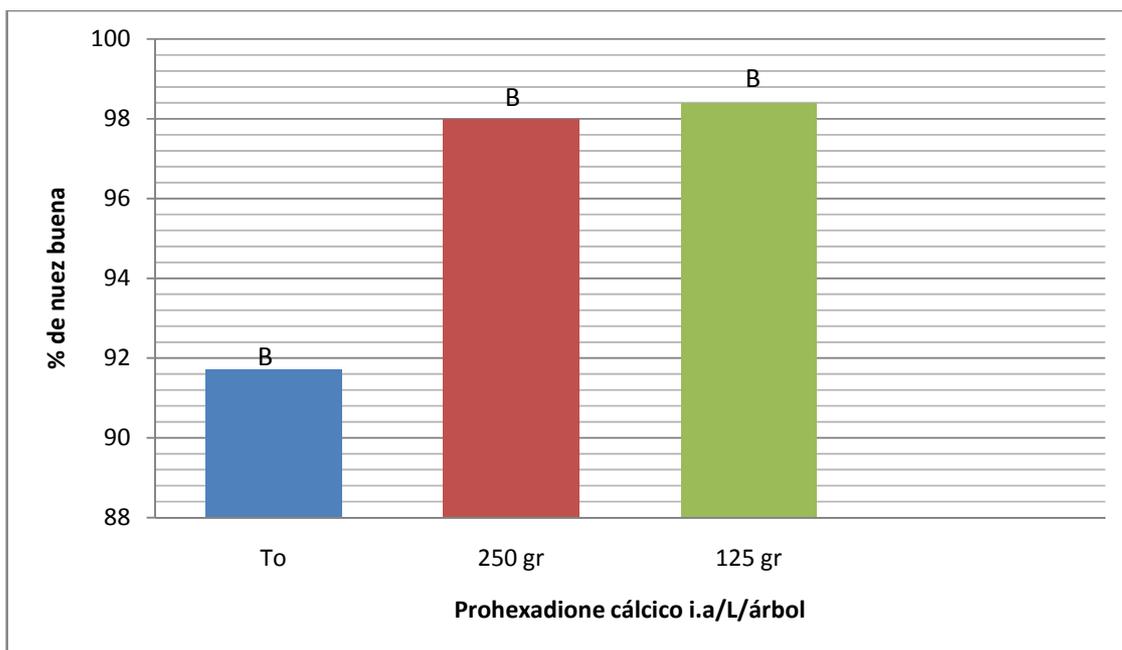
Con el objetivo de encontrar una solución a este fenómeno de la viviparidad, y observando que en estudios realizados anteriormente Hernández 2009 que aplicó inhibidores de crecimiento directamente al follaje y que no dieron resultados positivos al incrementar con mayor intensidad la germinación de la nuez. En base a estos trabajos realizados se buscó otro método de aplicación del producto Prohexadione cálcico (Apogee) que consiste en una inyección directamente al tronco del árbol, esto nos garantizaba una mayor distribución del producto en el árbol y como consecuencia una disminución de la viviparidad.

La dosis adecuada de Prohexadione cálcico (Apogee) a este problema es de 250 y 125 gr de de ingrediente activo por litro y por árbol, aplicar cualquiera de estas dosis disminuirá el porcentaje de germinación. Para poder disminuir la germinación prematura de la nuez aplicar el producto directamente al tronco del árbol. Según Durón 2002 en un estudio realizado en nogal para disminuir la viviparidad utilizando reguladores de crecimiento aplicados al follaje no se logró disminuir la viviparidad induciendo la germinación de la nuez esto quiere decir que si se aplica directamente al tronco se disminuirá un 7 % de las nueces germinadas.



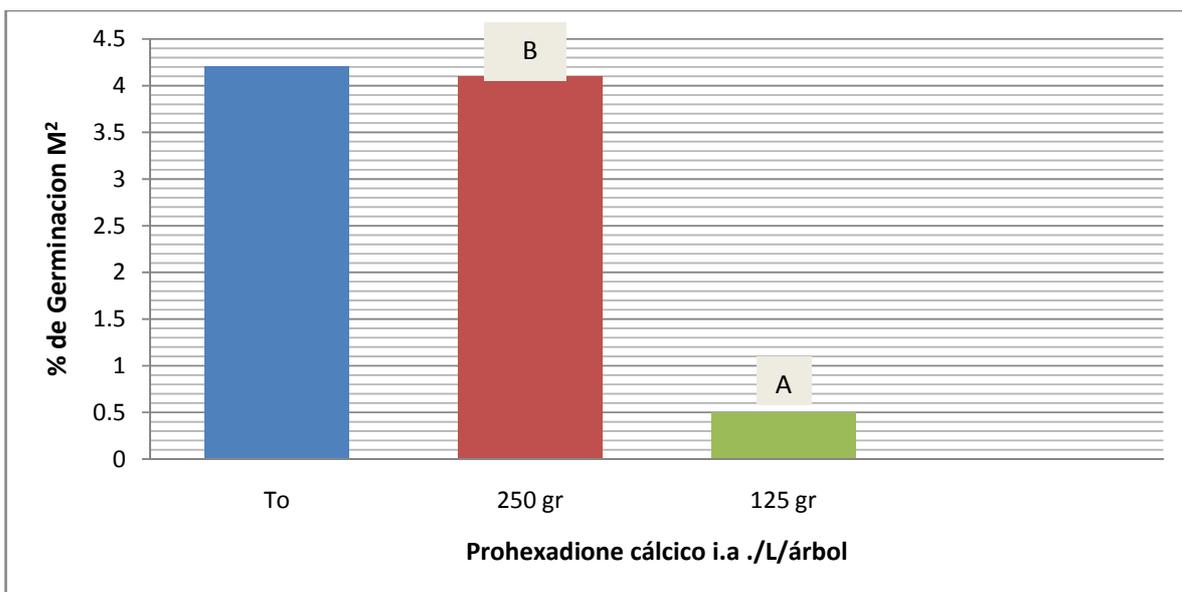
**Figura 1.-Efecto de la aplicación de prohexadione calcico (apogee al 25 %), en arboles wichita de 60 años en dosis de 250 gr (T1), 125 gr (T2) y el testigo, sobre el porcentaje germinación prematura de la nuez UAAAN UL 2010.**

Como se aprecia en la figura 1, en los tratamientos se logró disminuir significativamente el porcentaje de germinación de las nueces en 75 % al comparar los tratamientos del regulador del crecimiento en la viviparidad del testigo. Este dato fue tomado de los 300 racimos (942 nueces) 25 racimos de cada repetición (12 repeticiones) de los cuales se sacó la media de cada tratamiento para obtener este resultado. Para el tratamiento con una dosis de 250 gr, la germinación se presentó en 1.9 %. Con diferencia al testigo con 8 %, mientras que en el tratamiento con dosis de 125 gr la germinación se disminuyó 1.5 %; pero no se presentó diferencia estadísticamente entre las dosis de los tratamientos utilizados pero si en diferencia al testigo; reduciendo la germinación en un 75 % los valores reportados.



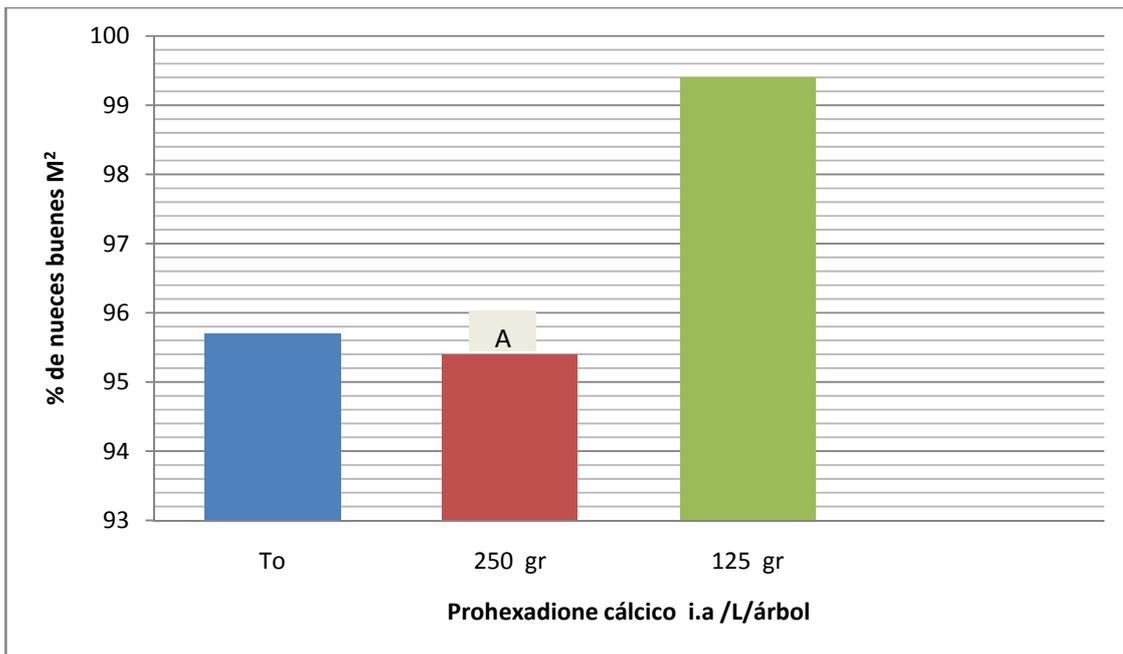
**Figura 2.- comparación del porcentaje de las nueces buenas en cada uno de los tratamientos a base de Prohexadione cálcico (Apogee) en dosis de 250 gr (T1), 125 gr (T2) y el testigo. UAAAN UL**

Como se observa en la figura 2, los tratamientos no presentan diferencia significativamente con relación a la calidad de las nueces buenas en los 100 racimos de cada tratamiento. 942 nueces un total de los 300 racimos muestreados, con 4 repeticiones, durante todo el proceso de maduración, el producto aplicado tanto dosis alta como baja no afecto significativamente.



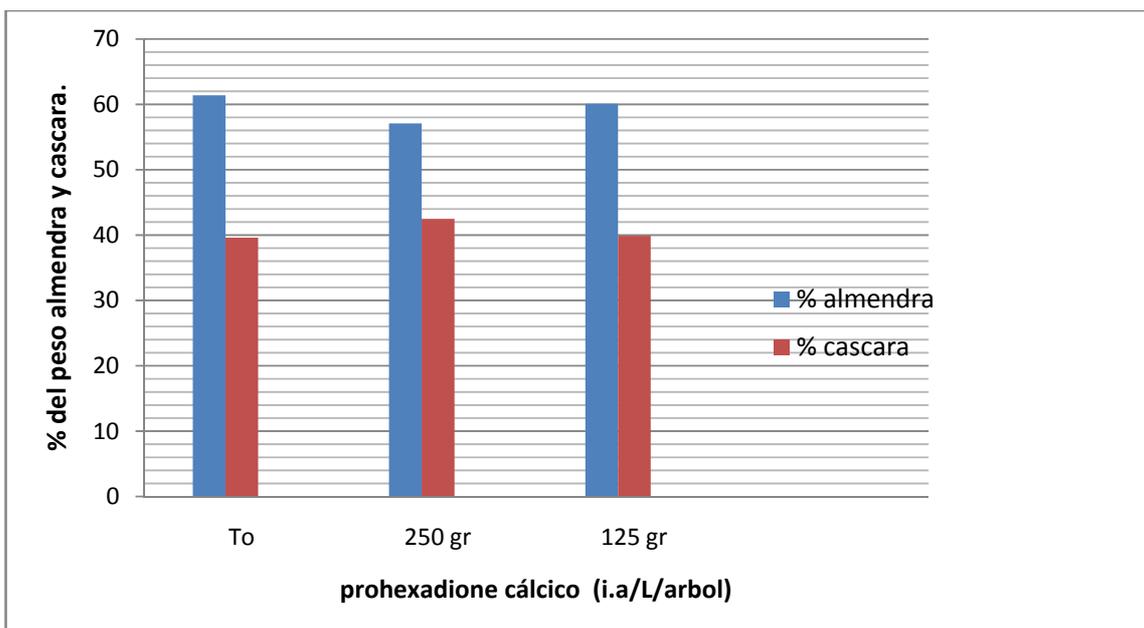
**Figura 3. Comparación de nueces buenas en porcentaje de los tratamientos en relación a la cantidad de nueces germinadas en a los M<sup>2</sup>muestreados.UAAAN UL 2010**

Como se muestra en la figura 3, se encontró diferencias de porcentajes significativos de germinación en cada uno de los tratamientos por 12 m<sup>2</sup> muestreados por tratamiento que fue un total de 1013 nueces en los 3 tratamientos en total de nueces buenas y germinadas de las cuales sacamos una media para obtener este resultado, logrando disminuir la cantidad de nuez germinada, pero con relación al testigo no hay mucha diferencia. En este caso el tratamiento con dosis de 125 gr fue el que más sobre salió al tener menos nueces germinadas que el tratamiento que contenía unadosis de 250 gr. Esta evaluación fue hecha después de la segunda cosecha en donde la temperatura ya no permitía la germinación de la nuez alcanza su maduración en condiciones menos favorables que para la germinación, por esta razón no tuvimos un número considerable de nuez germinada aunque fue notables el efecto de las dosis aplicadas.



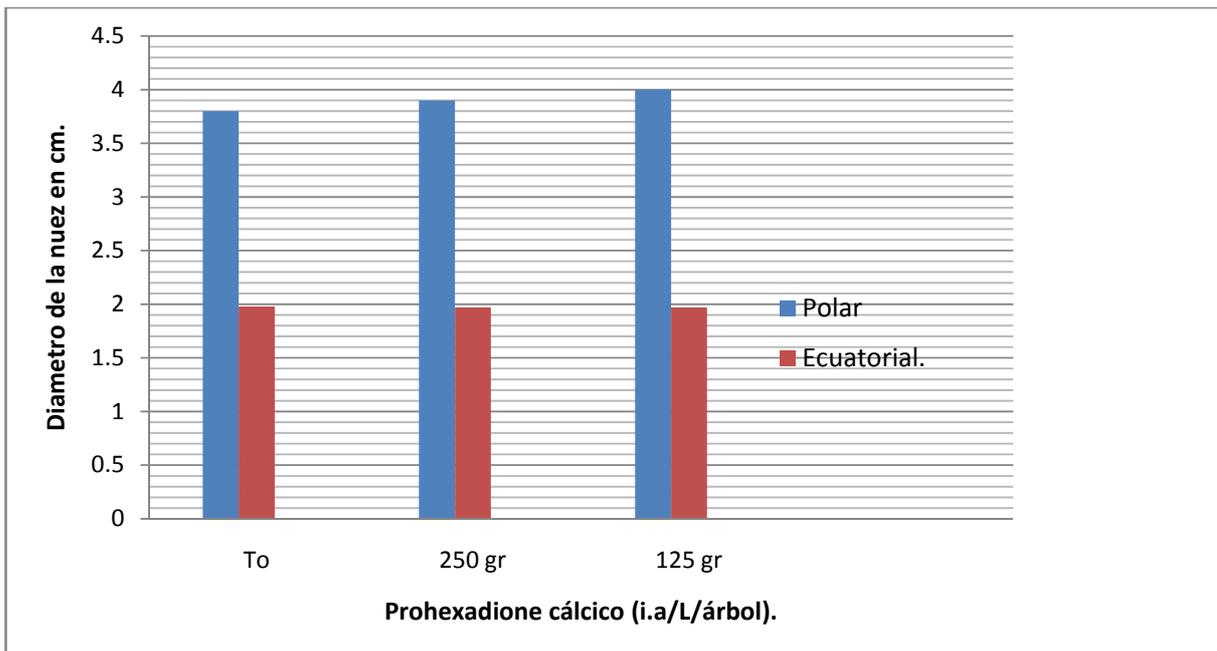
**Figura 4.-Relación en porcentaje en nueces buenas por m<sup>2</sup> en relación a la dosis aplicada en cada tratamiento, 250 gr/L/árbol y 125 gr/L/árbol de prohexadione cálcico (Apogee). UAAAN UL 2010**

En la Figura 4, nos muestra que en cuanto a los tratamientos, si obtuvimos una diferencia significativa en relación a la calidad de la nuez en m<sup>2</sup> en relación a las medias de 1013 nueces obtenidas en los 36 m<sup>2</sup> muestreados por todos los tratamientos. Esto quiere decir que al aplicar 250 gr o 125 gr de ingrediente activo de Prohexadione cálcico no disminuiríamos la calidad de la nuez por cada árbol tratado.



**Figura 5. Efecto de las dosis de Prohexadione cálcico (apogee), sobre el porcentaje de almendra y cascara de la nuez en la variedad Wichita UAAAN 2010.**

Como se muestra en la figura número 5, no se encuentra diferencia significativa en ninguno de las variantes evaluadas en 50 nueces de cada tratamiento, por lo tanto esto quiere decir que al aplicar este producto en dosis de 250 gr/árbol o 125 gr/árbol de Prohexadione cálcico no tendremos ningún problema en calidad de la nuez.



**Figura 6. Relación del efecto de las dosis de la aplicación de Prohexadione cálcico (apogee), sobre el diámetro polar y ecuatorial de la nuez. UAAAN UL 2010**

Como se muestra en la figura 6, no se encontró diferencia en el tamaño de las 50 nueces evaluadas de cada tratamiento, por lo tanto el producto no reduce el tamaño de la nuez, las dosis aplicada de Prohexdione cálcico (Apogee) no afectan.

## **V.- CONCLUSIONES**

**1.- La aplicación de prohexadione cálcico (Apogee) en la tercera semana de agosto disminuye la germinación de la nuez sustancial mente.**

**2.- No hay diferencia por las dosis aplicadas siendo la dosis de 125 gr la más económica**

**3.- La aplicación de 250 y 125 gr de ingrediente activo de Prohexadione cálcico (Apogee) por árbol no afecta a la calidad de la nuez.**

**4.- La aplicación de 250 y 125 gr de ingrediente activo de Prohexadione cálcico (Apogee) no afectan al tamaño de la nuez.**

## **VI. RECOMENDACIONES.**

**1.- La inyección al tronco de los nogales hacen posible la apertura de un nuevo método de aplicación de reguladores que reducen notablemente las cantidades a aplicar.**

**2.- Desarrollar un sistema de inyección más práctico para la aplicación comercial de estos productos.**

## VII.- BIBLIOGRAFÍA.

Agenda de Agro negocios 2004. Función PRODUCE Sonora, A.C. Nogal Pecanero Reconversion Productiva con Visión de Largo Plazo Abril.

Añez M.; Guerrero. 1984. Estudio comparativo de la variedad de mango Haden en Araure, Estado Portuguesa. Revista Unalvez de Ciencia y Tecnología. Serie 3. Año 2.

Brisón, T. R. 1974. Cultivo del nogal pecanero. Traducido al español por F. Garza Flores. 1º Ed. en español. CONAFRUT. SAG. 350 P.

Brisón, T. R. 1983. Cultivo de Nogal Pecanero. México. CONAFRUT. P. 4, 34, 79, 83.

Calderón, A. E. 1989. La poda de los árboles frutales. 3º Ed. Editorial LIMUSA. México. Pág. 493.

Calderón, E. A. 1998. Fruticultura Gral. El esfuerzo del hombre. Edit. Limusa S. A. de C. v. México D.F.

CELALA INIFAP 1994. El nogal pecanero, Campo experimental la laguna, Torreón, Coahuila, México.

Cortes, D., d. Gonzales, H, H. Villareal, M. Rocha, J. Alanís, G. Treviño 1989. Guía para el cultivo del nogal en el estado de Nuevo León. CIFAP Nuevo León. CE general Terán. México.

Duarte, L.E. 1967. Plagas del Nogal y su Control. Banco Nacional de Crédito Rural. P.p. 29-30.

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

Ferrari D. F.; Sargent, Eduardo A., 1995 Postgrado de Agronomía, Facultad agronomía , Universidad Central de Venezuela, Apto 4579 Maracay 2010-12-10

Kulkarni, V. J. 1988. Chemical control of tree vigour and the promotion of Flowering and fruiting in mango, using PBZ. Journal of Horticultural Science 63 (3).

Khaner, Ses A. 1992. Effect of Paclobutrazol on productivity characteristics And biennial bearing in “Dashehar” mango. Indian Journal of Agricultural Sciences 62 (2).

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

Hernandez, H. I. 2009 Tesis efecto de la aplicación de dosis de apogee (Prohexadione cálcico) sobre la expresión de la viviparidad en el nogal pecanero (*caryaillinoensis* Koch). UAAAN UL

Herrera, E. 1992. Variedades de Nogal Pecanero Para Nuevo México. Servicio cooperativo de extensiones agrícola. Guía 400 H-20 Universidad Estatal de Nuevo México, las Cruces. MNSU.

Lagarda, M. A. 1999. Causas que proporcionan la germinación de la nuez Antes de la cosecha. Artículo científico. CELALA INIFAP. Apdo. 247 Torreón, Coah.

Lagarda, M. A. 2000. Germinación prematura de la nuez en la comarca Lagunera. Informe científico. CELALA INIFAP, Apdo. 247 Torreón, coah.

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

Lemus, G. 2002 El Nogal en Chile. Instituto de Investigación Agropecuarias, centro regional de investigación. La Platina fundación para la innovación agraria

Lira, S. H. 1994. Fisiología Vegetal, editorial. Trillas Mexico D.F.

Lipe, J. A. and P. W. Morgan 1972. Ethylene: response of fruit dehiscence to CO<sub>2</sub> Reduced Pessore, plant physiol 50: 765-768.

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

Núñez, M. H. y J. X. Uvalle B. 1992. Root distribution of pecan. P. 667. Hort  
Sci. 276 Adstract. 692.

Rojas, G. M. 1982. Fisiología vegetal aplicada. Segunda edición. México.  
Ed. Mc Grall-Hill. P.p 193.

Saavedra, A. y Rodriguez G. Ma. Teresa. 1993. fisióloga vegetal  
Experimental. Ed. trillas México D.F.

Sagar. Anuario estadístico del estado de Sonora.

Soberon, J. R.; Quiroga E.N.; Sampietro A.R. y Vattuone M.A.; 2005; cátedra  
De fotoquímica: giberelinas; universidad nacional de  
Tucumán; Argentina; online (-mayo-2008).

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

Solis, A., J. I. 1980. Compendio Sobre la Propagación del Nogal Pecanero  
*Caryaillinoensis* Koch. Tesis Lic. Buenabista, saltillo,  
Coahuila. P. 135.

Sporks, D. 1993. Manejo de huertas de nuez pecanera en climas cálidos  
con énfasis a la germinación prematura y apertura del ruez-  
no. XII conferencias internacionales sobre el cultivo del  
nogal. Memorias Guaynas Sonora

Tecnología de Producción en Nogal Pecanero 2002 INIFAP Noviembre.

Voon, C.; C. Pitakpaivan; S. T. 1993. Mango cropping manipulation with  
Cultar. Fourth international Mango Symposium. Acta  
Horticulturae.

Woods, B. W. and Arner, 1984. Free and bound abscisic acid and free  
gibberelins. Pacandevlopment.Hort science.109 (5).

Zertuche, M.L. and Storey, J. B. Germinación de nuez- pecan, preharvest  
Germination of pecans.Hort.Science 18 (4).