

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS**

**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**



**CONTROL DE LA VIVIPARIDAD DE LA NUEZ PECANERA MEDIANTE EL  
USO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO.**

**POR:**

**RUTH ELVIRA DARDÓN ALEMÁN**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER**

**EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesorías y  
aprobada como requisito parcial, para obtener el grado de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Comité particular**

**Asesor particular:**

---

**Dr. Ángel Lagarda Murrieta**

**Asesor:**

---

**Dr. Eduardo E. Madero Tamargo**

**Asesor:**

---

**M.C. Víctor Martínez Cueto**

**Asesor:**

---

**Dr. Esteban Favela Chávez**

**COORDINADOR DE CARRERAS AGRONOMICAS**

---

**M.C. Víctor Martínez Cueto**

**Torreón, Coah.**

**Diciembre de 2007**

**“CONTROL DE LA VIVIPARIDAD DE LA NUEZ PECANERA MEDIANTE EL  
USO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**RUTH ELVIRA DARDÓN ALEMÁN**

**Elaborado bajo la supervisión del comité particular de asesorías y  
aprobada como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO  
COMITÉ PARTICULAR**

**Asesor particular:**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Ángel Lagarda Murrieta**

**Asesor:**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Eduardo E. Madero Tamargo**

**Asesor:**

\_\_\_\_\_  
**M.C. Víctor Martínez Cueto**

**Asesor:**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Esteban Favela Chávez**

**COORDINADOR DE CARRERAS AGRONOMICAS**

\_\_\_\_\_  
**M.C. Víctor Martínez Cueto**

**Torreón, Coah.**

**Diciembre de 2007**

## Agradecimientos

**Dios** por darme bendiciones y permitirme ver el amanecer de cada día y de él, aprender cosas nuevas y tener la oportunidad de esta vida. Por esa hermosa gente que ha estado y esta a mí lado.

A mi **Madre** y a mi **Padre** por que me dieron la vida, la confianza y el apoyo incondicional, por que creen en mí y por todos sus consejos y esos jalones de orejas justos y necesarios, por ser mi hombro de apoyo en las situaciones difíciles. Por los sacrificios y todo lo que hicieron para que fuera realidad esta ilusión. Aprovecho para pedirles perdón por los desobediencias, se que quieren lo mejor para mí... no pido que me entiendan... solo que comprendan... gracias por quererme tanto. Siempre los amare...

**Sus.** Parte de este trabajo es tuyo, por el tiempo que estuviste a mi lado motivándome a proponer y buscar nuevas metas desde el día que te conocí, con tu cariño, comprensión, paciencia, dedicación, apoyo, gracias por ser mi gran amiga y compañera, siempre me diste el consejo justo y oportuno. Por esos sueños e ilusiones que se forjaban día a día.

**Abue's.** Por ser unas grandes señoras y guiarme con sus palabras, por su tiempo brindado, por sus preocupaciones, cuidados, amor y por ser mis abues. Siempre las voy a querer y mucho...

† **Juventino**. Te me adelanto y mucho, aun te extraño y te quiero más... gracias por ser mi abuelo, se que de donde esta ve este logro y al igual que todos se alegra. Gracias por esos consejillos...

**Víctor y Berenice**. Gracias por confiar en mí, por que de una u otra forma me motivaban, por que se preocupan por mí, por ser mis hermanos... los amo.

Amigos:

... **Mitzi**, gracias gorda por tu amistad y esos pequeños grandes consejos, a pesar de la distancia sé que siempre seremos amiguís. Por ser mi baúl de secretos jeje!! Siempre que me sentía sola y quería platicar fuiste y eres mi refugio y consuelo, en los momentos de llanto y también de alegrías y por que he aprendido muchas cosas de ti...

... **Paty**, loca como siempre. Gracias por se mi amiga, siempre en mi pequeño gran corazón. Las travesuras, las aventuras, los días de tristeza, de emociones, de alegrías son como la confianza que nos tenemos... no se olvidan.

... **Laura**, mal geniuda y cachetona, en las buenas y las malas, siempre juntas...gracia chaparra.

... **Vane**, no por el poco tiempo, si no, por la calidad en el que te he conocido, gracias amigochis por esos consejos y por aceptarme.

... **Manolo**, aprendí muchas cosas en tan poco tiempo, siempre estarás en mi mente y corazón a pesar de la distancia...te quiero y gracias por todo.

... **Oralia**. Por que para mi fue como una segunda Mamá, con la que acudía a buscar ayuda y me cobijaba entre sus brazos abiertos llenos de consejos y grandes ayudas durante los momentos difíciles a lo largo de este camino, por la amistad incondicional, que Dios la bendiga siempre...

Mis grandes amigos de Xalapa: **Jannet, Ix-Chel, Yoke, Winfield, Nacho, Mayra, Margaret, Ing. Jorge Vélez, Ing. Cedano, Ing. Chiquitito, J. Sonderegger, Pily**, que siempre confían en mí, gracias por el aliento en los momentos duros y también por que me motivan a salir adelante y de los que he aprendido mucho.

Algunos compañeros de Torreón. **Guadalupe Mejia, Choreco, Panzón, Chon, Chito, Dalas, Liz, Elsa, Guardalupe, Mario, Rocío, Tere, Nery, Alondra y Carmen.**

**Dr. Lagarda**. Por que confió en mí al darme este gran paquete de trabajo y me apoyo en todo momento, por que he aprendido mucho de él, un gran SEÑOR...

A los profesores que transmitieron su conocimiento, gracias por la enseñanza, y los que me dieron grandes consejos... **Ing. Cueto, Dr. Banda, Dr. Emiliano, Dr. Cabral, Ing. Bazaldua, Dr. Favela, Ing. Norma Ortiz, Lic. Clara Mayela, Ing Lozano.**

## Dedicatorias

...A **Dios**, por la sabiduría que me dio y que siempre esta a mi lado.

...A mi **Madre** y a mi **Padre** primero por que me dieron la vida; la confianza y el apoyo incondicional, por guiarme en la vida, por que creen en mí y por todos sus consejos y esos jalones de orejas justos y necesarios, por ser mi hombro de apoyo en las situaciones difíciles. Por que esto, es a base de sus sacrificios y esfuerzos, sus sueños para conmigo.

...**Sus**. Tu me convenciste al empezar este sueño, me ayudaste a soportar la distancia y me hiciste creer que si podía a pesar de todo y todos. Me diste las fuerzas necesarias con tu apoyo, comprensión, cariño, deseos. Gracias por que sin ti esto no fuera posible.

...**Abue's**. Por ser unas grandes señoras y guiarme con sus palabras, por su tiempo brindado.

...† **Juencio**. Te me adelante y mucho, aun te extraño y te quiero más... gracias por ser mi abuelo, se que donde estas te alegras por este logro. Gracias por esos consejillos...

...**Hermanos**. Por que los amo y se que puedo ser ejemplo o motivación para sus vidas.

... A mis sobrinos **Roberto** y **Ebany**, que son los que van a disfrutar lo que viene, jejeje Tito te amo, Bany pequeñito bebe.

... Primos... **Jorgio**, por que se que nunca es tarde para empezar; **Julio**, ejemplo a seguir; **Gil**, tu apoyo; **Eusto**, mi hermano de vicio perdido jeje; **Mona**, un baúl de sabiduría; **Cintha**, canijilla y sin vergüenza...**Crispina**, **Leon**;

Amigos. Por que nunca es tarde para empezar y no hay tiempo de olvidar...

... **Mitzi**, una gran amiga. Mi maestra de la vida.

... **Paty**, un poco loca pero buena amiga incondicional

... **Laura**.

... **Vane**,.."aa laaa"...eres buen ejemplo de seguir

...**Oralia**. Por esos consejos y ayudas en lo largo de este camino, gracias por ser mi amiga.

... **Manolo**, aprendí muchas cosas en tan poco tiempo, siempre estarás en mi mente y corazón a pesar de la distancia...te quiero y gracias por todo.

...Mis grandes **amigos de Xalapa**.

**Dr. Lagarda.** Por que confió en mí al darme este gran paquete de trabajo y me apoyo en todo momento, por los conocimientos transmitidos.

*El ÉXITO es una serie de recopilaciones de los errores a través del tiempo...*

Agradecimientos.....	iv
Dedicatorias.....	viii
Índice general.....	xi
Índice de cuadros.....	xiii
Índice de gráficas.....	xiv
RESUMEN.....	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 El cultivo en México.....	2
1.2 El cultivo en la laguna.....	3
1.3 Objetivos.....	7
1.4 Hipótesis.....	7
2. REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. Clasificación Taxonómica del Nogal Pecadero.....	8
2.2. Descripción Botánica.....	8
2.2.1. Raíz.....	8
2.2.2. Tronco y Ramas.....	9
2.2.3. Follaje.....	9
2.2.4. Flores.....	10
2.2.5. Fruto.....	11
2.1 Estados de Desarrollo de la Nuez.....	11
2.2 Descripción del Estado de Desarrollo de la Nuez.....	13
	11

2.3 Variedades.....	14
2.3.1. Descripción de variedades.....	15
2.4 Fitohormonas.....	17
2.4.1. Uso de reguladores de crecimiento.....	19
2.5. Germinación.....	25
2.5.1 Fisiología de la germinación.....	27
2.6. Valor de la germinación.....	34
2.7. Factores climáticos.....	36
2.8. Viviparidad.....	38
3. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. Localización geográfica.....	46
3.2. Características climáticas.....	46
3.3. Variables a evaluar.....	47
3.4 Tratamiento.....	47
3.5. Aplicaciones.....	49
3.6. Pruebas de Germinación.....	49
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 Conclusiones.....	62
4.2 Recomendaciones.....	63
5. BIBLIOGRAFÍA.....	64
6. ÁPENDICE.....	71

## ÍNDICE CUADROS

Cuadro 1. Superficie de nogal pecanero en producción en la región lagunera en 2005 (Anuario, 2006)

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

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Efecto de las fechas de aplicación del Paclobutrazol, sobre el por ciento de germinación de la nuez. UAAAN-UL.....	56
Gráfica 2. Efecto de las fechas de aplicación del Prohexadione-Calcico, sobre el por ciento de germinación de la nuez. UAAAN-UL.....	57
Gráfica 3. Efecto de las fechas de aplicación de reguladores en comparación contra el testigo.....	58
Gráfica 4. Efecto del Paclobutrazol 250 ml. i.a. aplicado el 15 de agosto sobre la germinación de la nuez en las diferentes repeticiones evaluadas.....	59
Gráfica 5. Efecto de Prohexadione-Calcico, sobre la inhibición de la viviparidad de nuez pecanera.....	60
Gráfica 6. Comportamiento de la germinación potencial de nueces sin tratamiento hormonal (Testigo).....	61

## 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.

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 (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 económicas y nuevos factores de riesgo para los productores.

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 ellas.

La presente investigación fue realizada en la huerta nogalera del departamento de Horticultura de la UAAAN-UL, en Torreón, Coahuila, con el fin de determinar el control de la viviparidad de la nuez pecanera mediante el uso de reguladores de crecimiento aplicados cada 15 días durante el mes de agosto (tres aplicaciones) en las variedades Western y Wichita. Fueron evaluados dos productos que son: Paclobutrazol y Prohexadione-Calclco,

comparadas con un testigo; aplicados en aspersión al follaje de las ramas de nogal que tenían las nueces, las aplicaciones se realizaron en fechas 1, 15 y 30 de agosto de 2006.

Se evaluaron los efectos de las fechas de aplicación y los reguladores contra la reducción de la viviparidad en las nueces pecaneras aplicadas.

Los análisis de germinación potencial indicaron efecto sobre la reducción de la viviparidad con respecto a las fechas de aplicación de los productos, resultando la aplicación del 15 de Agosto la que redujo mayormente la viviparidad (60%). Los productos estudiados (Paclobutrazol y Prohexadione- Calcico, 250 gr. Ingrediente activo por hectárea) no presentaron diferencia estadística entre ellos, por lo que podemos inferir que posiblemente se puede esperar la misma respuesta para los productos del mismo grupo. (Antigiberelinas), sabiendo que, la fecha segura de aplicación es el día 15 de agosto.

En los análisis realizados al testigo, mostraron los valores mayores de la germinación potencial (90%).

## I. INTRODUCCIÓN

Se considera que el nogal pecanero *Carya illinoensis* (Koch), es del sureste de Estados Unidos de América 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 y Salas 1997).

La producción mundial con cáscara 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 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 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 árboles en 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 y

producción seguido por Coahuila y Sonora. Cuya 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, 1,058.54 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 lagunera se establecieron en el año de 1948. Las variedades introducidas fueron: *Western*, *Wichita*, *Burkett*, *San Saba Improved*, *Stuart*, *Barton* y *Mahan*, 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).

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 2,845 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 1999, 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 2.5 veces; sin embargo el rendimiento promedio por hectárea ha sido de 0.95 toneladas, con un mínimo de 0.64 y un máximo de 1.22 Ton/ha.

Cuadro 1. Superficie de nogal pecanero en producción en la región lagunera en 2005 (Anuario, 2006)

Municipio	Sup. Plantada (ha)	Sup. Cosechada (ha)	Producción (Kg/ha)	Rendimiento (%)
Lerdo	735	441	761	1.103
Gómez Palacio	724	714	731	1.024
Nazas	854	854	1,334	1.562
Rodeo	264	264	476	1.803
Tlahualilo	222	222	150	0.676
Simón Bolívar	15	2	1	0.500
Suma Durango	2814	2497	3,453	
Matamoros	620	610	849	1.392
San Pedro	1,872	1,868	2,459	1.316
Torreón	468	468	395	0.844
Viesca	162	162	124	0.765
Fco. I. Madero	324	324	410	1.265
Suma Coahuila	3,446	3,432	4,237	
Región Lagunera	6,892	6,892	13,784	

Uno de los factores limitantes de la productividad del nogal en la comarca lagunera lo constituyen las plagas. Las plagas primarias son el gusano barrenador de la nuez (*Acrobasis nuxvorella*), el complejo de pulgones (*Monelliopsis pecanis*), el pulgón amarillo de márgenes negros (*Monellia caryella*), y el pulgón negro (*Melanocallis caryaefoliae*). 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 (*Brochymena spp.*, *Nezara viridula*, *Chlorochroa ligata* y *Leptoglossus zonatus*).

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 común que se 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.

La totalidad de estas enfermedades y plagas ya han sido controladas, de ello da fe SAGARPA en su publicación, pero 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.

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.

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 una problemática 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.

La viviparidad 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 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 económicas y nuevos factores de riesgo para los productores.

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 la nuez abajo del 10%.

La germinación de nuez o viviparidad representa, para los productores, una pérdida de \$40 millones 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 ellas.

### 1.3 Objetivos

Variedades. Probar si las variedades Western y Wichita son diferentes en germinación.

Productos. Probar la diferencia existente entre el testigo y los productos.

Probar si hay diferencia entre los mismos productos o si son iguales respecto a inhibir la germinación de semillas de nogal.

Fechas. Probar cual de las fechas es la que tiene mayor inhibición de germinación.

### 1.4 Hipótesis.

La aplicación oportuna de reguladores de crecimiento otorga un control efectivo de la viviparidad.

El uso de productos antigiberélicos inhibe la germinación

Las cosechas tempranas compactan la maduración.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1. Clasificación Taxonómica del Nogal Pecadero

División:       Espermatofitas

Subdivisión:   Angiospermas

Clase:           Dicotiledóneas

Familia:        Juglandácea

Genero:         *Carya*

Especie:        *illinoensis*

### 2.2. Descripción Botánica

#### 2.2.1. Raíz

El nogal presenta una raíz pivotante durante el primero y el 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 un 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 nutritivas y debajo a 1.5 y 2 metros de profundidad, la compactación de la tierra impide que las raíces puedan respirar con facilidad. Cuando estas encuentran agua estancada detienen 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 m de altura. Estas características diferencian a los árboles criollos de los injertados, ya que en estos generalmente su tronco es más corto y sus ramificaciones empiezan desde abajo. Un nogal adulto con alimentación equilibrada deberá tener un crecimiento de entre 10 a 35 centímetros en sus ramas y aumento en el diámetro del tronco no menor de 2.5 centímetros al año (Mendoza, 1969; Solís, 1980 y Westwood, 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 son “glabras”, es decir carecen de vello, su color verde es más brillante y el aserrado del margen es diferente y más marcado (Mendoza, 1969; Solís, 1980).

Las hojas contribuyen directamente en el desarrollo de las nueces y proveen de reservas alimenticias que son almacenadas en los tallos y raíces, las cuales servirán para el crecimiento del árbol y desarrollo de las nueces al año siguiente (Brisson, 1976).

#### 2.2.4. Flores

El nogal es una planta monoica, lo cual significa que tiene flores femeninas y masculinas 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 número 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 de junio a julio de cada año y lo hacen junto con las nueces en desarrollo (Mendoza, 1969; Calderón, 1989).

### 2.2.5. Fruto

Los frutos son las nueces que se desarrollan de las flores femeninas, por lo general en racimos de tres a ocho, pero cuando el árbol está viejo o es débil solo produce una por racimo; el fruto del 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 negra y se abre a lo largo dejando la nuez libre, la parte dura de la nuez (endocarpio) protege a la almendra o parte comestible. (Mendoza, 1969; Brison, 1976; Calderón, 1991).

### 2.2.6. Estados de Desarrollo de la Nuez

Estado acuoso: El interior de la nuez está lleno de agua.

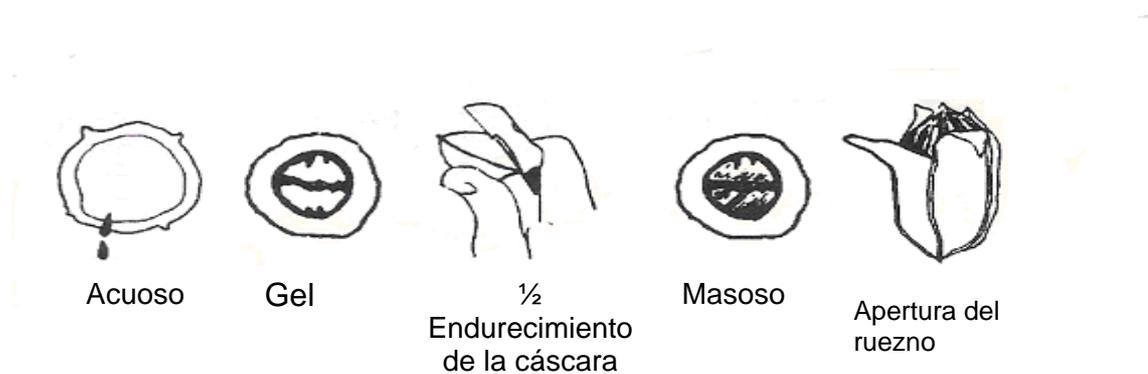
Estado gelatinoso: El interior de la almendra inmadura está llena de una sustancia a manera de gelatina.

Mitad de endurecimiento de la cáscara: Se siente resistencia al realizar un corte seccional a través de la mitad de la nuez.

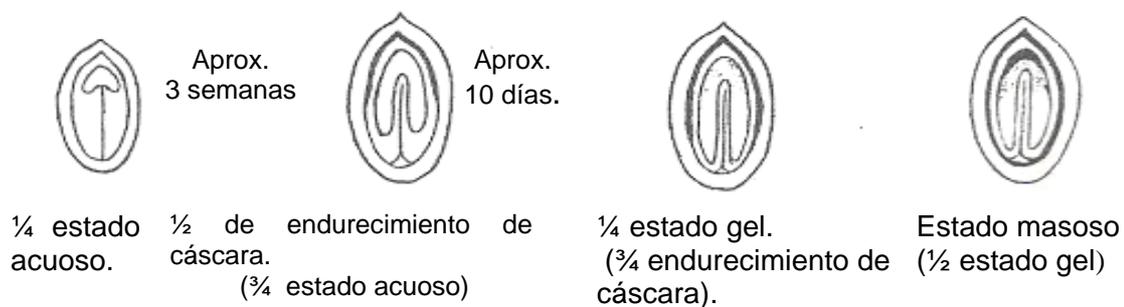
Estado masoso: El gel de la almendra comienza a solidificarse.

Apertura del ruezno: Los rueznos comienzan a abrirse, exponiendo la cáscara (Ree y Knutson, 2003).

Fig. 1. Estados de desarrollo de la nuez (Cooper *et al.*, 1986).



Duración de estados de desarrollo de la nuez (Cooper *et al.*, 1986)



2.2.7. Descripción del Estado de Desarrollo de la Nuez (Cooper *et al.*, 1986)

Inicio de Mayo.- Estigmas se tornan café. Amentos caen. Ocurre primera caída de frutos.

Inicio de Junio.- Frutos crecen lentamente. Ocurre la fertilización del óvulo. Segunda caída de frutos.

Mediados de Junio.- Frutos crecen rápidamente, la almendra no se desarrolla aún. Inicia estado acuoso. Tercera caída de frutos.

Finales de Julio.- Etapa intermedia del estado acuso. La cáscara empieza a endurecerse empezando por la punta.

Inicio de Agosto.- Estado acuoso. Endurecimiento de la mitad de la cáscara.

Mediados de Agosto.- Final del estado acuoso. Inicio del estado de gel y masoso. La cáscara esta totalmente dura.

Mediados de Septiembre.- Final del estado masoso. La almendra casi su desarrollo.

Mediados/ finales de Octubre. Completo desarrollo de la almendra. Las nueces pueden ser cosechadas. (Cooper *et al.*, 1986)

### 2.3. 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 así que el fruto del nogal es producto de la unión de la flor macho (polen) con la flor hembra, es necesario que en las huertas se establezcan cuando menos 4 variedades que coincidan en la receptibilidad de la flor hembra y la liberación de la flor macho (Herrera, 1992).

#### 2.3.1. Descripción de 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 medianamente susceptibles a éste fenómeno, en tanto que, Burquett, Graking y Mahan, son altamente sensibles, y las variedades que han demostrado resistencia son Sioux y Caddo (Lagarda, 2000).

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

serían la Western y la Wichita, por lo que debemos de buscar la solución al problema con las variedades que sí dan buenos resultados.

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

El problema es favorecido cuando se presenta deficiencia hídrica, especialmente durante la fase de llenado de la nuez.

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

Se ha visto que es posible reducir el problema al cosechar las nueces en un tiempo relativamente corto (Lagarda, 2000).

Western schely.

Es el árbol más popular y preferido por los productores en el estado de Coahuila y otras regiones del norte del país.

Es una selección nativa de gran adaptación a las zonas desérticas y semidesérticas.

Muestra cierta tolerancia a las diferencias de zinc, sin embargo, necesita aplicaciones de este elemento menor para un buen desarrollo. Regularmente precoz en la maduración del fruto.

Necesita de la presencia de la variedad Wichita para una buena polinización. Árboles vigorosos con una buena ramificación con un buen ángulo de apertura (Núñez, 2001).

Wichita.

Es también una variedad de buena adaptación en zonas desérticas y semidesérticas, susceptible a la roña y otras enfermedades fungosas; es por esto que no se recomienda para regiones húmedas (Núñez, 2001).

La liberación del polen coincide en gran parte con la receptibilidad de las flores hembras de la variedad Western schely (Núñez, 2001).

Extremadamente precoz, buen follaje de color verde oscuro, hojas grandes y una buena producción de nueces atractivas de gran calidad. Los ángulos de las ramas son cerradas por lo que es necesaria una buena poda para proporcionar una apropiada estructura del árbol para evitar desgajamientos de ramas. Ruezno grueso que es atractivo para el gusano barrenador de la envoltura (Núñez, 2001).

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

1. Reduce el grado de estrés de agua durante el llenado de la nuez.

Regando con suficiencia, 1.40 m de lamina para árboles 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 microaspersión cada cuatro días.

2. Reducir los índices sobre la producción de nuez.

Con aclareo de frutos (vibrado en junio).

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

#### 2.4 Fitohormonas

Generalmente se admite que las hormonas vegetales son poco específicas respecto a los compuestos bioquímicos sobre los que actúan y que su especificidad para una acción determinada se debe más bien a su concentración en un momento determinado. También se admite de manera

general que las hormonas son agentes primarios desencadenantes de la germinación, 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 han 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 éstas tienen un origen endógeno. Las principales hormonas que intervienen en los procesos fisiológicos que tienen lugar en las semillas en la germinación son geberelinas, citocinonas, abscicinas y auxinas; el etileno ejerce un efecto hormonal importante (Saavedra y Rodríguez, 1993).

Las fitohormonas pertenecen a cinco grupos conocidos de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe propiedades fuertes de regulación del crecimiento de plantas. Se incluyen el etileno, auxinas, giberelinas, citocininas y ácido abscísico, cada uno con su estructura particular y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta ([www.fitohormonas.com](http://www.fitohormonas.com)).

Los fitorreguladores más utilizados tienen moléculas iguales o muy similares a las hormonas naturales, por lo que se consideran hormonas sintéticas. La acción de los fitorreguladores hormonales es la misma, o muy parecida a la de las hormonas naturales; existen réplicas sintéticas de los principales grupos ([www.fitohormonas.com](http://www.fitohormonas.com)).

#### 2.4.1. Uso de reguladores de Crecimiento

Los reguladores de las plantas se definen como compuestos orgánicos diferentes de los nutrientes que, en pequeñas cantidades, 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 hormona se aplica exclusivamente a los productos naturales de las plantas; sin embargo, el termino “regulador” no se limita a los compuestos sintéticos, si no que puede 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 “hormona”, al referirse a productos químicos agrícolas que se utilicen en el control de cultivos. Incluso, puede 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).

Fitorreguladores giberelicos. Las giberalininas se obtienen por medio parcialmente biológico (fermentación) y químico (purificación). En las plantas superiores hay muchas giberalininas que en general causan efectos similares pero no en todos los casos, por lo que en experimentación científica se usan GA conocida y puras. Para aplicación agrícola hay productos comerciales de GA<sub>3</sub> y GA<sub>7</sub> así como mezclas de diferentes giberalininas (GA<sub>x</sub>) en forma de giberelato de potasio (Lira, 1994).

El ácido abscísico (ABA) es uno de los inhibidores del crecimiento más conocidos y tiene implicaciones muy importantes es el control de la transpiración por los estomas; también provoca abscisión o caída de hojas, flores y frutos (Lira, 1994).

Esta hormona inhibitora, muy difundida en el reino vegetal, interactúa con las sustancias del crecimiento, con efectos importantes.

El ABA inhibe el crecimiento de muchas plantas y partes vegetales, según se ha demostrado en cleóptilos, plántulas, discos de hojas, secciones de raíces, hipocótilo y rádiculas. También se ha demostrado que frecuentemente produce inhibición en el crecimiento de los brotes y las hojas; sin embargo, con frecuencia se requieren varios tratamientos de ABA, ya que sus efectos duran sólo un breve período (Adicto y Lyon, 1969; tomado de Lira, 1994).

Otro efecto biológico del ABA es prolongar el reposo de muchas semillas, inhibe también la germinación de semillas cuyo período de reposo ha

terminado, pero ese efecto puede eliminarse al lavar las semillas con agua. Su aplicación también provoca reposo en las yemas de ciertas especies, incluyendo algunos frutales de hoja caduca, cítricos y papas (Lira, 1994).

Las gibelerinas activan la iniciación floral en algunas plantas de día largo, cultivadas durante un fotoperiodo no inductivo; sin embargo, se ha demostrado que el ABA contrarresta esos efectos. Una de las hipótesis indica que el ABA actúa como inhibidor de la floración en hojas de plantas de día largo que crecen durante días cortos; puede inducir también la floración en alguna plantas de día corto que crecen bajo condiciones no inductivas. Algunos de esos efectos pueden explicarse con base en el retraso del crecimiento, que disminuye la competencia de las partes vegetativas, con lo que se produce una mayor inducción floral (Lira, 1994).

Prohexadione-Calcico (PHD-Ca). Existe un elevado interés por el desarrollo de compuestos con actividad inhibidora del crecimiento como el Prohexadione-Calcico, que pertenece a una nueva generación de inhibidores de biosíntesis de giberelinas, las acilciclohexanodionas (Lemus, 2002).

Paclobutrazol. El 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 por que 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, requerida entre los productos intermedios del kaureno a ácido kaurenoico en la secuencia de la biosíntesis de las giberelinas (Samutumwa y Bradley, 1989).

El PBZ en experimentos con otros frutales adelantó la cosecha entre 1 a 3 meses en comparación con los testigos, lo cual permite obtener cosechas tempranas. 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 de 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
- g) Una incidencia más baja de desordenes en la fruta.

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 pasar por desapercibido que las aplicaciones en cantidades no adecuadas, en dado caso pudieran ocasionar daños irreversibles, como malformaciones, daños físicas o mecánicos, etc. por lo que se requiere tomar las 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 geberelinas, 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-1618 en el hongo *fusarium moniliforme* en las plantas superiores. En esos experimentos se

bloqueó la síntesis de geberelinas, 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.

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.

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 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.

La investigación con productos hormonales nos ayuda o nos sirve para promover la apertura del ruzno y así disminuir la expresión en la germinación de la nuez (Lagarda, 1999).

## 2.5. Germinación

En muchas semillas la capacidad para germinar y madurar se adquiere desde fechas tempranas al desarrollo. La maduración se refiere al almacenamiento de reservas, desecación y la adquisición de los primeros estados de germinación. Sin embargo, la maduración no es un proceso obligado ya que los embriones son capaces de germinar si son puestos en medios de cultivos (Kermode, 1990).

Para que el proceso de germinación, tenga lugar, es necesario que se den una serie de condiciones ambientales favorables como son: un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia y, una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula (Azcón y Talón, 1993).

Desde hace mucho tiempo se conocen las vigencias de las distintas especies con respecto a los factores del medio, como son agua, oxígeno, luz, y temperatura que a menudo no hay óptimo y la mejor es una temperatura variable, lo que es interesante si se está estudiando el porcentaje de germinación.

Voon y Pitakpaivan (1993) indican que: Al hidratarse, las células del embrión sintetizan giberelina, que es secretada pasando a las células del endospermo. Allí actúa induciendo la síntesis de amilasas, por lo que las reservas de la semilla son hidrolizadas y el embrión obtiene glucosa, fuente de

la energía para el desarrollo. A continuación, el embrión forma citocininas que estimulan la división de las células de los meristemos apicales, y luego, a partir de las reservas de aleurona, se forman aminoácidos y ácido indolacético, bajo cuya inducción las células se alargan mientras el tallo y la raíz crecen y presentan polaridad. (Tomado de Rojas, 1982)

La absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos, que incluyen la respiración, la síntesis proteica y la movilización de reservas. A su vez la división y el alargamiento celular en el embrión provocan la rotura de las cubiertas seminales, que generalmente se produce por la emergencia de la radícula. (Azcón y Talón, 1993).

La fase de crecimiento se produce sólo en las semillas que germinan y obviamente se asocia a una fuerte actividad metabólica que comprende el inicio del crecimiento de la plántula y la movilización de las reservas. Por tanto los factores externos que activan el metabolismo, como la temperatura, tienen un efecto estimulante en dicha fase (Rojas, 1982).

La semilla que haya superado la fase de germinación tendrá que pasar a la fase de crecimiento y originar una plántula, o por el contrario morir. Los factores que afectan a la germinación los podemos dividir en dos tipos

1. Factores internos (intrínsecos): propios de la semilla; madurez y viabilidad de las semillas.

2. Factores externos (extrínsecos): dependen del ambiente; agua, temperatura y gases.

Las reservas energéticas de la semilla son: grasas, carbohidratos y a veces proteínas que sostendrán a la futura planta durante sus primeras etapas de vida. Estas reservas pueden encontrarse en diferentes tejidos o en el embrión mismo, y todo esto está relacionado con la germinación y el desarrollo de un nuevo individuo (Rojas, 1982).

### 2.5.1 Fisiología de la Germinación

El letargo y su rompimiento. Toda semilla tiene la posibilidad de germinar si las condiciones de humedad, temperatura y aereación son correctas, o de no germinar si el ambiente es frío o seco, sin morir por ello. Esta posibilidad de mantenerse en vida pero con el metabolismo suspendido se denomina vida latente y es un fenómeno que se presenta en el embrión de la semilla.

Hay especies, como el maíz y el trigo, cuyas semillas están en posibilidad de germinar en cuanto maduran, o aun antes si el ambiente es propicio. Otras especies, en cambio, tienen semillas que no germinan aunque estén aparentemente maduras y las condiciones ambientales sean las óptimas; es decir, germinan solo hasta haber recibido un determinado estímulo específico, generalmente de frío o de horas de luz. Esta capacidad para germinar, aunque las condiciones del medio sean correctas, hasta cubrir cierto requisito se denomina letargo (Rojas, 1982).

Las causas del letargo pueden concretarse en: a) testadura (coco) que el embrión no puede romper. b) Testa impermeable (alfalfa, trébol) que impide la entrada del agua y aire al embrión. c) Embrión rudimentario (gingko, fresno) o no totalmente formado. d) Embrión fisiológicamente inmaduro (lechuga, avena) incapaz de poner en marcha ciertos sistemas enzimáticos. e) Presencia de inhibidores (cafeto, manzano) en la testa o en el endospermo que reprimen el desarrollo inicial del embrión.

Cuando el letargo se debe a condiciones de la testa, se termina cuando ésta se agrieta o debilita por acciones mecánicas (escarificación) o del medio ambiente, y cuando se debe a condiciones del embrión debe sufrir un proceso de cambio previo a la germinación. Según un análisis de Amen tomado de Voon y Pitakpaivan (1993) el proceso de letargo atraviesa por las siguientes fases:

1. Inducción. Muchas semillas al formarse poseen un alto nivel de hormonas, pero con influencia de algún factor del medio decae su participación en la maduración. El inductor puede ser cierta condición de luz o temperatura. En muchas semillas existe un equilibrio entre inhibidores y promotores del cual depende la germinación, por ejemplo el equilibrio ABA/GA.

2. Mantenimiento. El letargo se mantiene mientras persisten sus causas pero, en contra de las apariencias, las semillas no están inertes y aunque su tasa de respiración sea muy baja ocurren cambios metabólicos. Durante el almacenaje en seco, las semillas en letargo presentan síntesis de proteínas; la

maltosa se metaboliza en semillas con letargo y acumulan glucosa, en tanto que las semillas sin letargo acumulan sacarosa lo que implica diferencias en los sistemas enzimáticos y quizá también en el flujo de nutrientes al endospermo.

3. Disparo. Llegado cierto momento el letargo termina y se inicia un proceso que va a determinar la germinación si las condiciones del medio son propicias. El disparador del proceso es generalmente la luz o la temperatura, pues en muchas semillas estos factores externos están conectados con factores internos de inhibición.

Las relaciones entre luz y germinación en las semillas que exigen este factor (semillas fotoblásticas) exigen la presencia del fotocromo y probablemente de otro pigmento fotosensible, pero en muchas semillas el disparador es la localización de ciertos números de horas de frío para el embrión, y en algunas especies la exigencia de hora frío puede ser sustituida por periodos cortos de luz o bien, en algunos casos por giberelinas. Parece claro las semillas de árboles de hojas caedizas (nogal, manzano, etc.) se adecuan al clima, y, para evitar que la planta muera por intenso frío o sofocada por la nieve, exigen como requisito previo a la germinación que haya pasado el invierno (frío y días cortos) y que este proceso de disparo de la germinación incluya, por tanto, a dichos factores externos, al fotocromo y a las giberelinas.

Las interrelaciones de la luz como factor inhibidor y la aplicación de GA y ethephon (etileno), quienes controlan que ambas hormonas promueven la germinación de semillas inhibidas por luz blanca.

Uno de los factores más comunes en el proceso letargo-germinación es el equilibrio ABA/GA que, además, ejemplifica lo que sucede con otros inhibidores fenólicos o terpenlactónicos y otras hormonas.

4. Germinación es la última fase del estado del letargo que, significa la cesación de dicho estado.

Voon y Pitakpaivan (1993) han dado una descripción del proceso de germinación que puede servir como modelo general y que se encuentra resumida en la fig. 2. la germinación puede dividirse en los siguientes pasos:

a) El agua del medio entra a la semilla, y tanto las células del embrión como el endospermo se hidratan y entran en actividad, por lo que la semilla se hincha.

b) El embrión empieza a producir GA que actúa sobre la capa de aleurona que rodea al endospermo y la induce a secretar amilasa.

c) Por acción de la amilasa y maltasa el almidón pasa a glucosa teniendo el embrión energía para su desarrollo.

d) El embrión empieza a producir citocininas, hormonas que, junto con el GA, inducen síntesis de enzimas y la aleurona pasa a proteína soluble.

e) Por acción de las citocininas y contando con la energía de la glucosa y con proteínas solubles, las células del embrión se dividen activamente; en la raíz principal.

f) Las células del endospermo, y posteriormente las del embrión, sintetizan auxinas que inducen el alargamiento de los meristemas de la radícula primero y del talluelo después con un rápido crecimiento direccional del talluelo hacia arriba, y de la raíz hacia abajo.

Imbibición. La absorción inicial implica la imbibición de agua por los coloides de la semilla seca, que suaviza las cubiertas de la misma e hidrata al protoplasma.

La absorción de agua depende de (Voon y Pitakpaivan 1993):

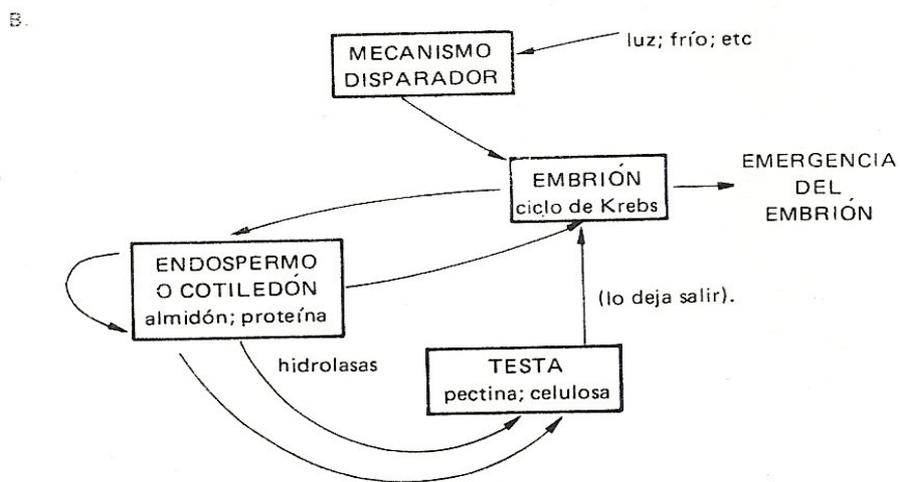
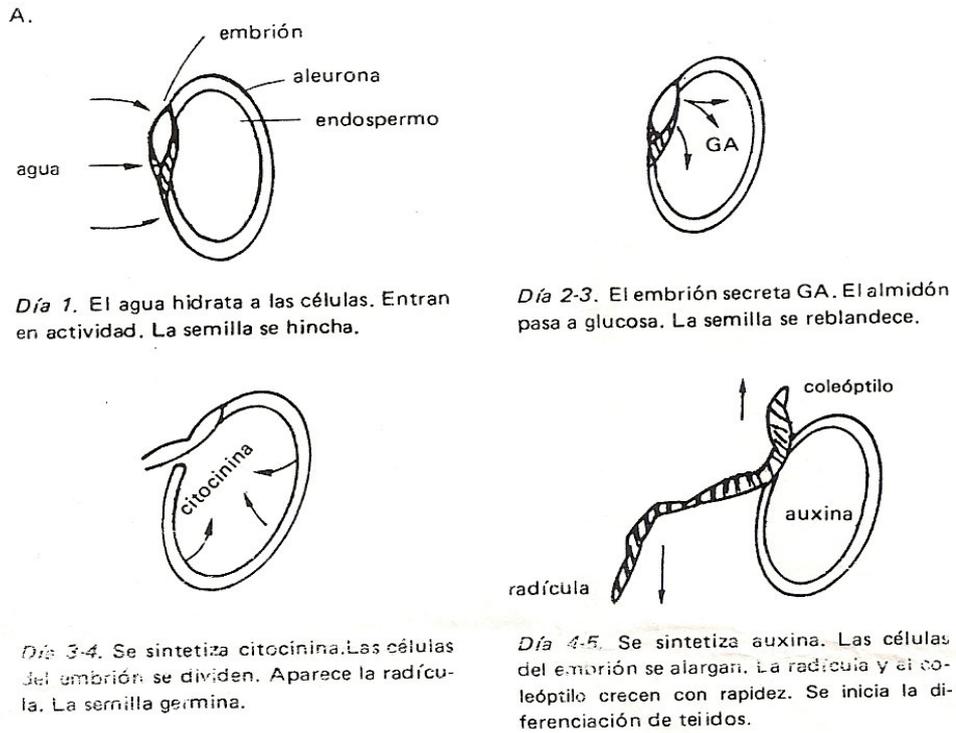
Composición de la semilla. El componente responsable de la imbibición de agua son las proteínas.

Permeabilidad de la cubierta de la semilla. El área micropilar es el área por donde entra la humedad de la semilla, aunque también puede hacerse por la cubierta.

Activación enzimática. Al iniciarse la imbibición, ciertas enzimas empiezan a romper el alimento almacenado (enzimas hidrolíticas como

fosfatasa, ribonucleasa degradan carbohidratos, lípidos, proteínas, etc.) a formas solubles y las trastocan a los puntos de crecimiento del embrión.

Fig 2. Eventos en la germinación de la semilla. A. Modificación de Voon y Pitakpaivan (1993) B. Diagrama conforme Amen (1968).



Galienowski y Correa (1976) encontraron que una vez iniciada la germinación. La aplicación de ABA puede inhibir la acción de la alfaamilasa pero el efecto es revertido por aplicación de GA<sub>3</sub>; por otra parte, el ABA juega un papel positivo al aumentar la actividad de las aminotransferasas en el proceso de síntesis de aminoácidos por transaminación en las semillas en germinación.

Lagarda (2007 b), nos menciona que las aplicaciones exógenas de ABA, a demás de las endógenas de ABA, inhiben la germinación de la semilla. Las semillas no dormantes tratadas con ABA, germinan cuando éste es eliminado de la solución con lavado de agua.

Para disminuir el porcentaje de germinación prematura es necesario el siguiente mantenimiento:

- Con poda de aclareo de ramas en invierno.
- Compactar el periodo de cosecha.
- Acelerar el periodo de cosecha en octubre

De lo anterior se deduce que no se obtienen los resultados con tan solo el manejo normal, por lo que se ha decidido probar con productos químicos (Lagarda, 2000).

## 2.6 Valor de la germinación.

Lagarda (2007 a) menciona, que el valor potencial de germinación es la capacidad de germinación de la semilla a la cosecha utilizando formas artificiales para germinar.

Hay más de una forma de definir la energía de germinación ([www.fao.org](http://www.fao.org)): (1) el porcentaje, en número, de semillas de una muestra determinada que germinan dentro de un período determinado (que se denomina el período de energía), por ejemplo en 7 ó 14 días, en óptimas o determinadas condiciones, y (2) el porcentaje, en número, de semillas de una muestra determinada que germinan hasta llegar al momento de germinación máxima, que generalmente significa el número máximo de germinaciones en 24 horas.

La energía germinativa es una medida de la velocidad de la germinación, y por ello se supone que también lo es del vigor de la semilla y del germen que produce. El interés por la energía germinativa se basa en la teoría de que probablemente sólo las semillas que germinan con rapidez y vigor en las condiciones favorables ([www.fao.org](http://www.fao.org)).

Hartmann y Kester (1989), mencionan que el porcentaje bajo de germinación, la tasa baja de germinación y el vigor reducido con frecuencia están asociados. La baja germinación puede deberse a las propiedades genéticas de ciertos cultivares, desarrollo incompleto en la planta, daños

durante la cosecha, procesamiento inadecuado, almacenamiento impropio, enfermedades y envejecimiento. En el problema de la germinación prematura, principalmente es por las altas temperaturas.

Los valores de porcentajes de germinación deben implicar un elemento de tiempo, indicando el número de plantas producido en un lapso especificado. La tasa de germinación puede medirse con varios métodos (Lira, 1994).

Czabator, tomado de Hartmann y Kester (1989), ha sugerido otra medida para las plantas leñosas perennes cuya germinación puede ser lenta. El valor de la germinación (VG) que incluye tanto la tasa como el porcentaje de germinación. Para calcular el valor de VG se debe obtener una curva de germinación, mediante conteos periódicos de la emergencia de las plúmulas o de las radículas (Hartmann y Kester, 1989). Esto para darnos una idea de cómo pudiera ser la germinación en este tipo de cultivos y poder así entender mejor el fenómeno.

El concepto de valor de germinación, tal como lo define Czabator (tomado de [www.fao.org](http://www.fao.org)) tiene por finalidad combinar en una sola cifra una expresión de la germinación total al término del período de ensayo y una expresión de la energía o velocidad de germinación. La germinación total se expresa en forma de germinación diaria media (GDM) (final), que se calcula como el porcentaje acumulado de semillas llenas germinadas al final del ensayo dividido por el número de días que transcurren desde la siembra hasta el término del ensayo. La velocidad de germinación se expresa en forma de

valor máximo (VM), que es la germinación diaria media máxima (porcentaje acumulado de germinación de semilla llena dividido por el número de días transcurridos desde la fecha de siembra) que se alcanza en cualquier momento del período del ensayo.

## 2.7. Factores Climáticos

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, 1983), con un promedio de 26.7 °C. Además para los meses mas 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° a 15.5 °C, razón por la cual el cultivo del nogal tiene buenas probabilidades para su desarrollo y producción.

De abril a octubre el nogal requiere de un mínimo de 4500-5000 unidades calor con punto crítico de 10 °C (Wolstenholme, 1979). La completa maduración del fruto depende de la suficiente acumulación de calor recibido por el árbol. Para el cultivar Western, se requieren  $4532 \pm 214$  unidades caloríficas, considerando como punto crítico 4.4 °C (Gladden, 1979).

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 dependiendo de la variedad (Herrera et al, 1996).

Los árboles de nogal nativos de América del norte tienen un requerimiento promedio de frío de menos de 500 horas con diferencias entre variedades, Western y Wichita requieren de 400 horas frío. En la Comarca Lagunera, se acumulan 262 horas con un punto crítico de 7.2 °C, un mínimo de 89 y un máximo de 435 horas frío (Lagarda 2000).

Cuando la humedad relativa durante el período de polinización es superior a 80% limita la polinización efectiva debido a que las anteras no abren para liberar el polen; además ésta promueve el desarrollo de enfermedades fungosas que atacan al follaje. La humedad relativa alta causa la germinación de la nuez dentro del ruzno antes de cosecharla (Brison, 1983).

La temperatura superior a los 25<sup>0</sup>C suele ser una condición favorable para la viviparidad, toda vez que el calor tiende a ser causal de germinación de la semilla en el fruto.

Cultivares con ruezno grueso son los más susceptibles ya que esta característica impide su apertura (Lagarda, 2000).

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, Comarca Lagunera, Sur de Chihuahua, etc. sin embargo, lugares como Saltillo, Parras y Durango Dgo. han mostrado escapar de la germinación prematura, para las variedades Wichita y Western. (Lagarda 1993).

## 2.8. Viviparidad

En algunas condiciones, las semillas de ciertas plantas pueden germinar cuando aún están adheridas a la planta madre. El fenómeno se le llama viviparidad. Se encuentran adaptaciones interesantes de este fenómeno en los mangles, especie de árboles que crecen en pantanos que producen embriones que germinan en el árbol para producir plántulas con raíz larga en forma de jabalina. En algunos cultivos de granos puede ocurrir un brotado prematuro al presentarse periodos de tiempo húmedo 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 (Hartmann y Kester 1989).

Las nueces que exhiben la germinación prematura rápidamente pasan por una pérdida de calidad en la nuez haciéndolas inútiles, resultando en un problema económico mayor. Mientras que muchos cultivadores nunca han visto este problema en sus operaciones de nogaleras, otros cultivadores de la nuez

pecanera comúnmente sufren pérdidas comerciales considerables de rendimientos, las cuales pueden ser más de 50 por ciento ([www.ars.usda.gov](http://www.ars.usda.gov)).

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 viviparidad de la nuez, es el resultado de juntar una serie de factores de tipo genético-ambiental que coinciden para promover la germinación de nuez antes de cosecharla. (Sparks 1993; Lipe et al. 1969).

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

Las semillas de nogal de variedades susceptibles a la viviparidad, aparentemente la controlan mediante la presencia de condiciones ambientales adversas al crecimiento, en especial con las temperaturas mínimas inferiores a los 17° C al tiempo de alcanzar la maduración de la nuez. (Lagarda 2000).

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

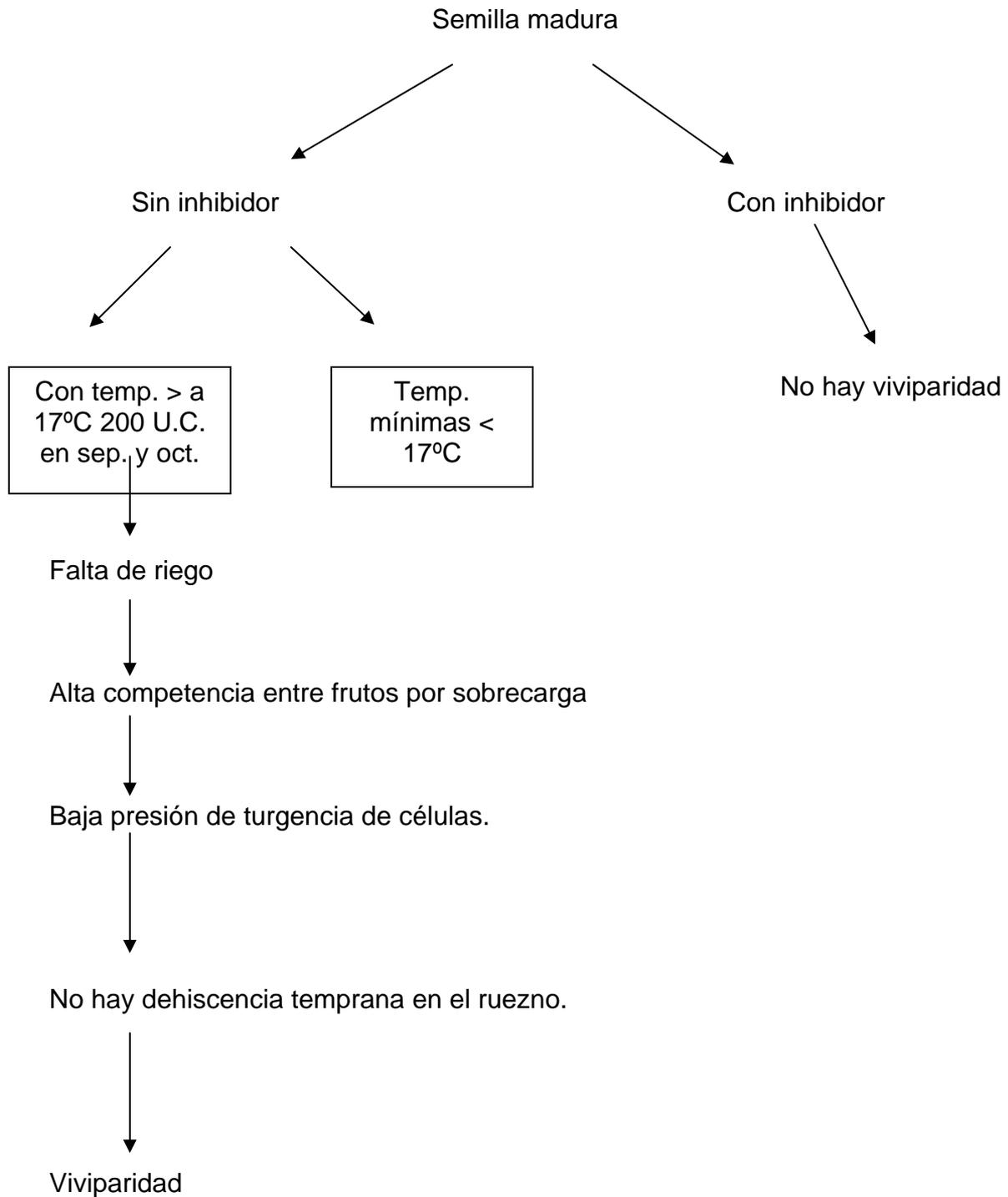
- 1.- Variedades de nuez pecanera susceptibles
- 2.- Temperaturas favorables de crecimiento durante la maduración de la nuez (día y noche)
- 3.- A la cantidad de nueces producidas por árbol.
- 4.- Presencia de sequía durante el desarrollo de la nuez (julio - septiembre).
- 5.- Período de cosecha.

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

Muy Susceptibles	Susceptibles	Sin Problemas
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 nuez buena (Lagarda, 2007 b).

Fig. 3. Relación de los diversos factores que intervienen para la germinación prematura la en nuez (Lagarda, 2000)



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 ( $>17^{\circ}\text{C}$ ), durante el período de maduración y apertura del ruezno (15 Septiembre-15 Octubre) (Lagarda, 2000).

Observaciones realizadas sobre la germinación de la nuez en diferentes lugares productores de nuez, muestran que hay una tendencia de mayor germinación en aquellos lugares con temperaturas de otoño más elevadas (Lagarda, 1978; Lagarda, 2000, Sparrks, 1993; Word, 1993).

La relación que existe entre la presencia de nuez germinada y las temperaturas altas (Acumulación de unidades Calor) durante el período 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 unidades calor superiores a las 300 U.C. considerando solo aquellos días que acumularon mas 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  $17^{\circ}\text{C}$  (Lagarda, 2007 b).

La variedad es el factor principal que se debe 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 Wichita, que son susceptibles a la germinación prematura de la nuez (Lagarda, 2007 b).

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

Finalmente es importante considerar que la germinación de la nuez, ocurre durante el último período (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 período de maduración de las nueces (Lagarda, 2007 b).

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 maduración (30 días) prometen reducir la germinación prematura hasta un 8 por cien con productos como el Prohexadione-Calcico y con Paclobutrazol y otros productos similares (Lagarda, 2007 b).

En el maíz ha sido posible identificar algunos genes relacionados con la viviparidad algunos de los cuales son sensibles al ABA y otros lo son en baja escala. Normalmente el ABA se concentra 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 a la 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 AG trajo consigo una disminución de la viviparidad (White et al., 2000).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización Geográfica

El presente experimento se realizó en la comarca lagunera, ubicada entre los meridianos 101° 40' Y 104° 45' longitud Oeste del meridiano de Greenwich y entre los paralelos 24° 05' y 26° 54' latitud Norte, a una altura de 112 msnm (Dunigan, 1969, citado por Garza, 1992). Específicamente en la huerta nogalera de la UAAAN-UL

El estudio se llevó a cabo durante el ciclo vegetativo del nogal correspondiente al año 2006 (en la huerta experimental de la UAAAN-UL), la cual esta constituida por 50 árboles de 21 años de edad en promedio con variedades Western y Wichita.

#### 3.2. Características Climáticas

El clima en la Comarca Lagunera, según la clasificación de Köpen, es árido o muy seco (estepario desértico); es calido tanto en primavera como en verano, con invierno fresco. De tal modo que la temperatura media anual observada a través de 41 años (1941-1982), varía entre 19.4°C y 20.6°C (Domínguez, 1988).

### 3.3. Variables a Evaluar

Este experimento esta basado en el diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial de tratamientos que son: fechas de aplicación (3) y productos (3), resultando 9 tratamientos considerando una parcela útil de 10 nueces con 3 repeticiones.

Se evaluaron dos productos, que son principalmente reguladores de crecimiento, conocidos comercialmente con los nombres de Apogee (Prohexadione-Calcico) y Cultar (Paclobutrazol) que van dirigidos al follaje acompañados de un dispersante para una mayor fijación.

Los métodos de laboratorio han sido desarrollados de tal manera que sea posible controlar la mayoría de las condiciones externas. El objetivo de las pruebas de germinación, es obtener información con respecto a la capacidad de las semillas con respecto a los factores genético-ambientales. Es así como esto nos permite obtener los resultados más uniformes y rápidos sobre la germinación.

### 3.4 Tratamientos

Se hicieron tres fechas de aplicación, la primera fue el 2 de Agosto de 2006, la segunda fue el 15 de Agosto de 2006 y la tercera fue el 3 de Septiembre de 2006. Estas aplicaciones fueron realizadas de manera manual con una aspersora, de forma dirigida al follaje con ambos productos y solo a las

ramas seleccionadas de un diámetro aproximado de 10 cm en árboles tomados al azar de las diferentes variedades.

Las primeras muestras de nueces de la huerta fueron recolectadas tres días después de la primera fecha de aplicación, en pequeñas bolsas de papel. Se sometieron a la prueba de deshidratación en el departamento de horticultura, el 04 de agosto de 2007 durante un lapso de 4 días tomando datos como son peso del ruezno, peso de la cáscara y pesos de la almendra tanto frescos como secos.

El peso de la nuez, además de ser de gran importancia en la germinación, es muy importante en la producción, ya que ésta determina la calidad de la nuez. Al tener un mayor peso o un buen peso, quiere decir que es de buena calidad y con un registro alto de porcentaje de almendra, además de tener una relación con la aplicación de los productos retardadores, por lo tanto, es menor la incidencia del fenómeno de la germinación.

La acumulación de materias de almacenamiento en la semilla puede medirse por cambios en el peso seco de la semilla, aunque en parte más temprana del periodo de desarrollo del fruto puede ocurrir un aumento en peso debido al aumento en tamaño. Después, cuando la semilla ha llegado a su tamaño completo, el aumento en peso es una medida del proceso acumulativo. Esos materiales de reserva se originan como carbohidratos producidos por fotosíntesis en las hojas y traslocados a los frutos y semillas, donde se convierten en productos complejos de almacenamiento: carbohidratos, grasas y

proteínas. Este proceso se efectúa en gran parte en los periodos finales del crecimiento del fruto (Hartmann y Kester 1989).

### 3.5. Aplicaciones

La aplicación consiste en asperjar una cantidad de agua equivalente a 1000 L. de agua por hectárea. Para fines de este experimento se tiene: 15 ml por 15 l de agua para el Cultar y 15 ml por 15 l de agua para el Apogee y cada uno combinado con Urea libre de biuret (15 grs) y un dispersante (15 ml).

### 3.6. Pruebas de Germinación.

Germinación Potencial: los valores de germinación de las nueces evaluadas se realizaron considerando el concepto de la germinación potencial de la semilla, el cual, consiste en promover la germinación máxima de las semillas en estudio a través de exponerlas a condiciones óptimas de crecimiento y sólo con la inhibición interna que traen las semillas por el tratamiento.

En una prueba de germinación las semillas se colocan en condiciones ambientales óptimas de luz y temperatura para inducir la germinación.

Diversas técnicas se usan para las pruebas de germinación. En los laboratorios de análisis de semillas, por lo común las semillas se colocan en charolas de germinación (que no sean de lámina galvanizada pues contiene

sales tóxicas de zinc), ya sea entre dos capas de papel secante o encima de ellas, colocando luego las charolas en las germinadoras donde se controla la luz, temperatura y humedad (Hartmann y Kester 1989).

Otro método para las pruebas de germinación es el de la toalla enrollada. Se humedecen las toallas de papel de 28 X 36 cm o de tamaño semejante. Las semillas se colocan espaciadas en un lado, de modo tal, que el borde de la toalla pueda cubrirlas. Una vez cubiertas se colocan más hileras de semillas en la toalla y se va enrollando. El rollo no debe quedar apretado, siendo conveniente que tenga unas cinco vueltas o capas. Se colocan horizontal o verticalmente en charolas de germinación. Las toallas de papel pueden reemplazarse por papel secante o franela (Hartmann y Kester 1989).

Para el 09 de octubre de 2006, cuando la nuez había pasado ya el estado de maduración y era tiempo de cosecha, en laboratorios correspondientes de los departamentos de horticultura y fitomejoramiento se sometieron semillas de nuez para realizar las primeras pruebas de germinación con una temperatura constante de 24 °C con un poco de humedad y luz, durante un lapso de tiempo de 30 días.

Previo a esto, la semilla se remojo 48 hrs, con cambios de agua con intervalos de 12 hrs a temperatura ambiente.

Remojo en agua. El propósito de remojar las semillas en agua es modificar las cubiertas duras, remover los inhibidores, ablandar las semillas y reducir el tiempo de germinación.

El remojar las semillas antes de ponerlas a germinar puede acortar el tiempo de emergencia si las semillas de ordinario germinan con lentitud (Hartmann y Kester 1989).

Cuando se inició el análisis de semillas, todos los esfuerzos estaban concentrados en el desarrollo de procedimientos y condiciones para probar la germinación. Para esto, las semillas fueron colocadas (10 semillas para esta ocasión por cada taco) en toallas secantes de papel, se enrollaron y se humedecieron tan solo un poco, se acomodaron en las charolas germinadoras de manera horizontal para someterlas a las pruebas en las cámaras germinadoras previamente desinfectadas con humedad y temperatura de 24 °C constantes.

Para efectos de esta evaluación, se consideraba nuez germinada aquella semilla que presentaba el ruezno abierto y con una raíz a partir de medio centímetro aproximadamente.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La variedad es el factor principal que debe considerarse, para sobre llevar la estrategia de solución al problema de la germinación de la nuez antes de la cosecha. En regiones donde las temperaturas son elevadas durante la maduración, como en el periodo de otoño, 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 Wichita, que son susceptibles a la germinación prematura de la nuez.

Las variedades Western y Wichita se clasifican como medianamente susceptibles a éste 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 b).

Seria lógico poder pensar, que se deben cultivar las variedades que sean resistentes a éste problema, como Sioux y Caddo, sin embargo, estas variedades no son tan buenas productoras en la cantidad y en la calidad como lo son la Western y la Wichita, por lo tanto debemos buscar la solución al 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 capacidad para germinar y madurar se adquiere desde fechas tempranas al desarrollo, también es favorecido cuando se presenta deficiencia hídrica, especialmente durante la fase de llenado de la nuez.

La Viviparidad de la nuez, es el resultado de juntar una serie de factores de tipo genético-ambiental que coinciden para promover la germinación de nuez antes de cosecharla.

También nos encontramos con que la germinación prematura de la nuez se expresa bajo condiciones ambientales favorables como temperaturas mínimas a 17°C. a demás de que las variedades de nuez presentan resistencia genética y diferentes grados de susceptibilidad. Así como el manejo del riego y la sobre-cosecha favorecen la germinación la cosecha temprana nos puede reducir las posibilidades de germinación de la nuez.

La variedad Western, es el árbol más popular y preferido por los productores en el estado de Coahuila y otras regiones del norte del país, existe por lo menos en un 60% de toda la población plantada.

En esta variedad se llega a presentar un 15% o más el fenómeno de la viviparidad en todos los años.

Wichita. Es también 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.

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 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 maduración prometen reducir la germinación prematura hasta un 10 por cien con productos tales como el Prohexadione- Calcico y el Paclobutrazol y algunos otros productos similares.

Por la biosíntesis que presenta en el bloqueo de la formación las giberelinas el PBZ y el PHD-Ca nos sirven como inhibidores.

La dosis adecuada para la solución a este problema con los bloqueadores de GAs en solución acuosa de 1000 L/Ha son: para Apogee, 275 gr de ingrediente activo por kilogramo (i.a./Kg) y de 234 gr i.a./L para Cultar además de Urea L.B. con 0.5% esto nos sirve para una penetración máxima. Sabiendo que el exceso de cualquiera de estos productos nos pudiera llegar a producir problemas tales como quemadura, daños en el desarrollo, pudiendo llegar a presentar algunos factores adversos como son algunas mutaciones y otros efectos fisiológicos negativos.

Es por esto que se dice que las fechas de aplicación segura de los reguladores se deben hacer cuando en el embrión se presenta la etapa de inicio de crecimiento así como la de desarrollo (10%, 50% y 90%).

Para el control de la viviparidad, la aplicación de PBZ y/o PHD-Ca, es o debe ser dirigido en forma directa al follaje sin darle la importancia ya sea al número de nuez por racimo, número de racimo, diámetro de la rama o nueces totales por árbol, estos se aplican en forma general.

Período de cosecha. Es importante considerar que la germinación de la nuez, ocurre durante el último período (30 días) antes de la cosecha de la fruta, por lo que es importante considerar la estrategia de realizar una cosecha temprana (1º de octubre) y lo más compacta posible, en base a las fechas de maduración total de las variedades y la compactación del período de maduración de las nueces.

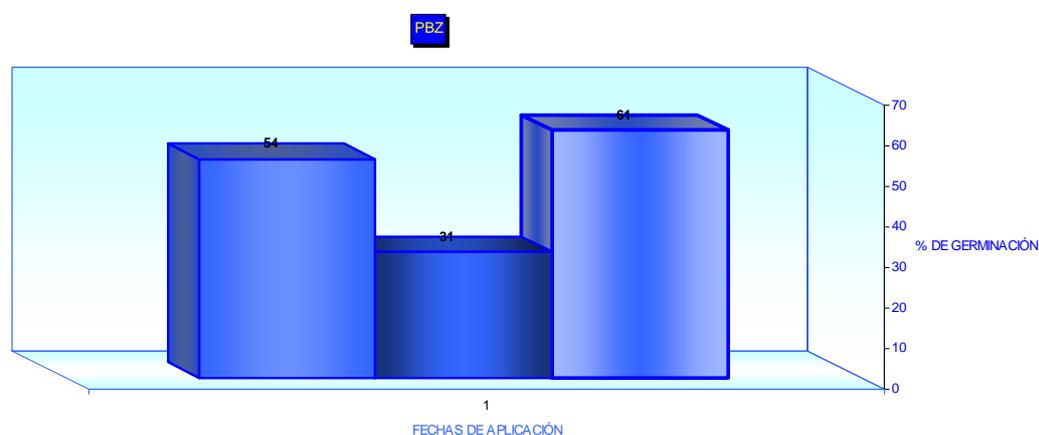
El motivo por el cual no fue evaluada la germinación en el campo, es por que se tomó la expresión con la germinación potencial, esto es, la germinación máxima inducida bajo condiciones artificiales teniendo una temperatura alrededor de los 25°C y una humedad de 90%.

El interés por la energía germinativa se basa en la teoría de que probablemente sólo las semillas que germinan con rapidez y vigor en las condiciones favorables.

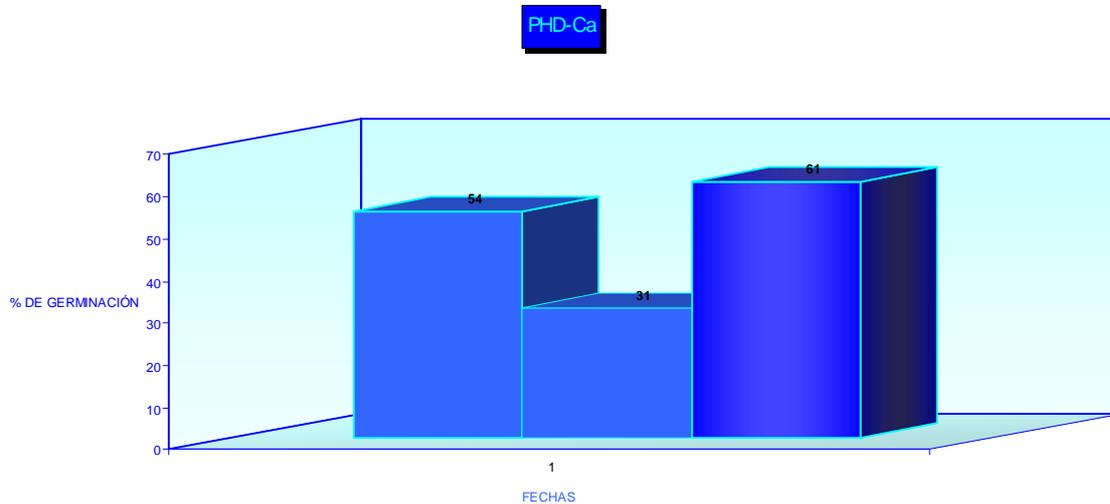
En la actual investigación el trabajo experimental fue completamente al azar con tratamientos en arreglos factorial de 3x3, fecha (3), productos (3) y 3 repeticiones considerando 10 nueces como parcela útil.

La búsqueda de soluciones mas completas sobre el control de la viviparidad, nos han llevado a la inducción de cambios de la concentración de hormonas que inhiban la germinación de la nuez; actualmente se ha 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 maduración (30 días) prometen reducir la germinación prematura hasta por un 10% con productos como son el Prohexadione-Cálcico y con Paclobutrazol y otros productos similares.

Gráfica 1. Efecto de las fechas de aplicación del Paclobutrazol, sobre el por ciento de germinación de la nuez. UAAAN-UL



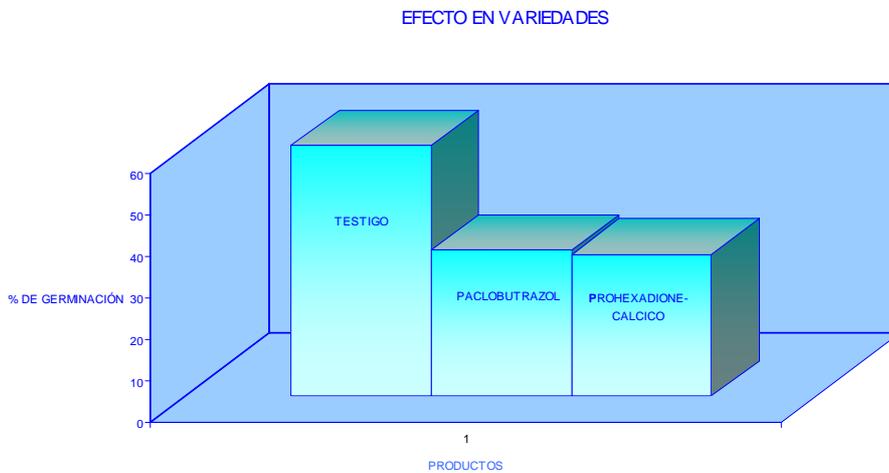
Gráfica 2. Efecto de las fechas de aplicación del Prohexadione-Calcico, sobre el por ciento de germinación de la nuez. UAAAN-UL



En estas gráficas (1 y 2), se muestra el efecto de los reguladores sobre la germinación de la nuez. Es de aquí, donde se parte con la idea de decir, que el 15 de agosto es la fecha idónea para hacer una segura aplicación, con unos resultados favorecidos que nos llevan a reducir hasta en un 23% el fenómeno de la viviparidad.

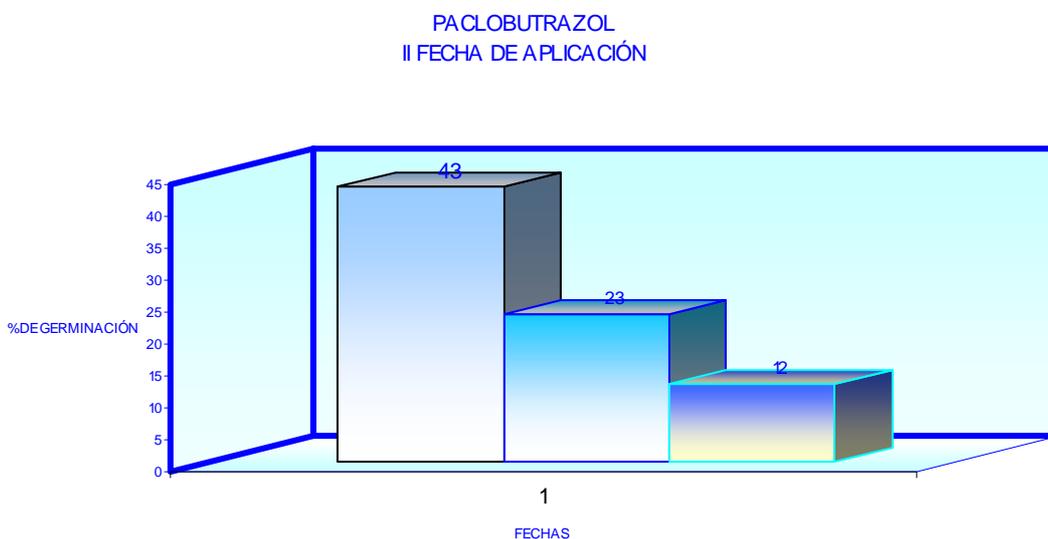
En esta fecha es cuando el embrión se encuentra en la etapa media de crecimiento así como la de desarrollo.

Gráfica 3. Efecto de las fechas de aplicación de reguladores en comparación contra el testigo.



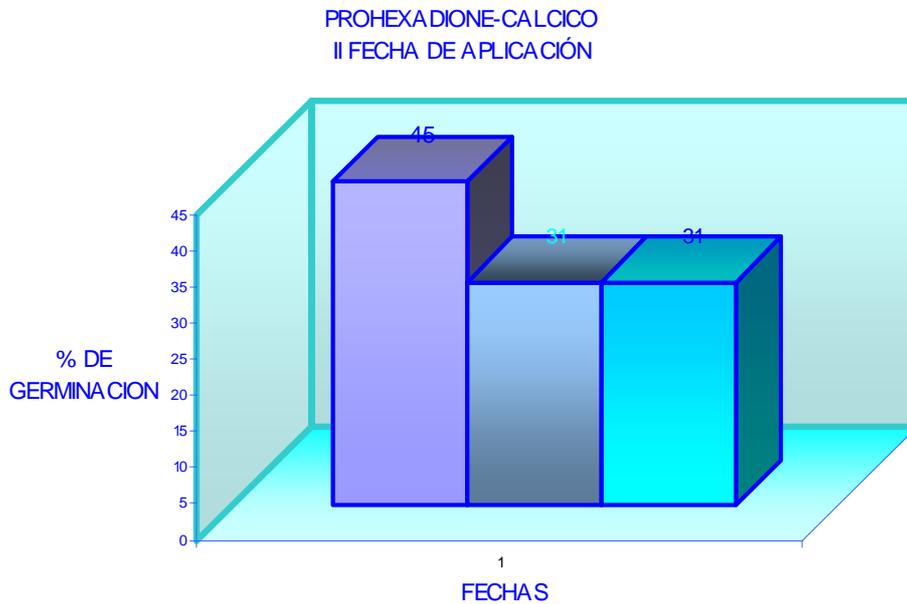
En esta gráfica 3, se muestra el efecto que se tiene entre los reguladores ante el porcentaje de germinación, como se observa, no hay diferencia entre ellos, si no por el contrario, con relación al testigo se tiene 15 puntos de porcentaje menos que la germinación del testigo. Es con esto que se concluye que tanto el Paclobutrazol como el Prohexadione-Calcico tienen la misión de inhibir la germinación, claro sin olvidar que estos son aplicados en las mismas fechas pero por separado.

Gráfica 4. Efecto del Paclobutrazol 250 ml. i.a. aplicado el 15 de agosto sobre la germinación de la nuez en las diferentes repeticiones evaluadas.



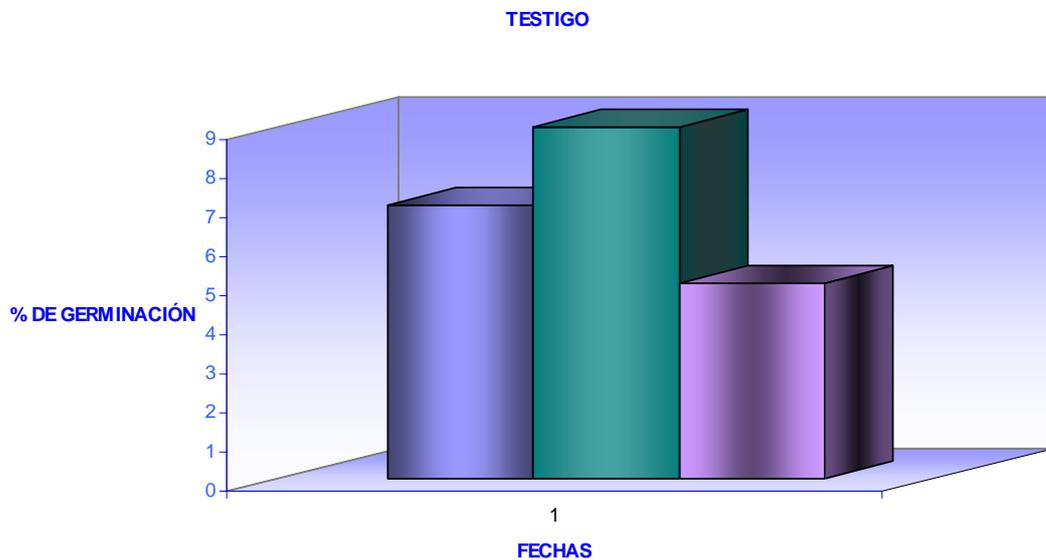
La fluctuación de los resultados logrados sobre la germinación de las nueces tratadas con el PBZ, se observó que dicho producto tuvo un efecto muy persistente sobre la inducción de la inhibición de la germinación de la nuez al reducir la germinación potencial de la nuez; el significado posible es que el PBZ induce una inhibición de la germinación y éste se incrementa conforme la semilla se almacena; observándose que cuando se pusieron las nueces tratadas con PBZ recién cosechadas, la germinación potencial fue de 43%, 40 días después fue de 23% y 90 días mas tarde la germinación solo alcanzó 12%.

Gráfica 5. Efecto de Prohexadione-Calcico, sobre la inhibición de la viviparidad de nuez pecanera.



En estas gráficas se hace la comparación de los productos; y se demuestra que la diferencia entre productos en la misma fecha de aplicación (15 de agosto) es no significativa, sin embargo se observa claramente que PHD-Ca, es un producto menos persistente y por tanto el efecto inhibitorio de la viviparidad no se aumentó con el tiempo de almacenaje de las nueces.

Gráfica 6. Comportamiento de la germinación potencial de nueces sin tratamiento hormonal (Testigo).



Las semillas que van madurando sin inhibidores, en la germinación alcanzan 90 % y más temprana como en la gráfica 6, se muestra el comportamiento del testigo ante la germinación.

Finalmente los resultados de éste trabajo, nos indican que la viviparidad de la nuez pecanera, es posible reducirla en un 50% de la obtenida con los testigos. Con la utilización de los productos PBZ y PHD-Ca en dosis de 250 gr la por Ha. Aplicados en el estado de 50% del desarrollo del embrión.

#### 4.1 CONCLUSIONES

Las variedades Western y Wichita susceptibles de tener viviparidad, es posible controlarla hasta por 20% de la germinación lograda en testigos con las siguientes acciones.

Aplicación de Paclobutrazol (25%) y Prohexadione-Calcico (25%) un litro o un kilo por hectárea, en aspersión al follaje.

La fecha de aplicación debe ser alrededor del 15 de agosto que es cuando la nuez se caracteriza por estar en el 50% del desarrollo del embrión cuando la cáscara está totalmente dura.

La germinación potencial, es un método muy efectivo para la evaluación del grado de inhibición de la germinación de la nuez con relación a las aplicaciones de productos exógenos.

## 4.2 RECOMENDACIONES

Para disminuir el porcentaje de germinación prematura se sugiere el siguiente mantenimiento:

- Probar a nivel comercial los productos aquí estudiados a las dosis aquí empleadas.
- 
- Las fechas de aplicación de los productos debe ser cuando se presenta el final del estado acuoso o el inicio del estado de gel y masoso. (15 de agosto).
  
- Los resultados se muestran semejantes en las variedades estudiadas.

## V. BIBLIOGRAFÍA

Agenda de agronegocios. 2004. Fundación PRODUCE Sonora, A. C. Nogal Pecanero, Reconversión Productiva con Visión de Largo Plazo. Abril.

Anuario Estadístico. 2006. SAGARPA.

Azcón-Bieto, J. y Talón, M. 1993. "Fisiología y Bioquímica Vegetal" Interamericana/ McGraw-Hill.

Brisson, T. R. 1983. Cultivo del Nogal Pecanero. México. CONAFRUT. p. 4, 34, 79, 83, 97.

Calderón, A., E. 1989. La Poda de los Árboles Frutales. 3ª. Edición. Editorial LIMUSA. México. p. 493.

Calderón, A. E. 1991. Fruticultura General. El Esfuerzo del Hombre. 3ª. Edición. Editorial LIMUSA. México D. F. p. 202.

Cooper, J. N., J. D. Johnson, G. R. Mc. Eachern and G. M. McWhorter. 1986. Texas Pecan Integrated Pest management manual. Texas Agricultural Extension Service. Departments of Horticulture, Plant Sciences and Entomology. Texas A & M University. p. 4

- Dominguez, L. S.. 1988. Determinación de la raíz de copa en vid (*Vinitis vinifera*) mediante la materia seca producida. Tesis U.A.A.A.N.-U.L. p.p.12-13.
- Duarte L. E. 1967. Plagas del Nogal y su Control. Banco Nacional de Crédito Rural. pp. 29-30.
- Fundación Produce Sonora A.C.. 2004. Cadena agroalimentaria nuez pecanera. FIRA de México. Análisis financieros y de sensibilidad del cultivo de nogal.
- Gladden, M. B. 1979. A comparison of Pecans to other foods for nutritive value. Pecan South 6(6): 18-19.
- Hartmann, H.T. y Kester, D.E.. 1989. México. Propagación de plantas. Segunda edición. Editorial CECSA. p.p. 138-140
- Herrera E. 1992. Variedades del Nogal Pecanero para Nuevo México. Servicio Cooperativo de Extensión Agrícola. Guía 400 H-20. Universidad Estatal de Nuevo México, Las Cruces. NMSU.
- Herrera, E.; T. Clevenger. 1996. Importancia económica de la industria nogalera en E: U. A. Servicio Cooperativo de Extensión Agrícola. NMSU. Guía Z-501.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 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, F.; Nitsh, L.; Mariano, C; Derksen, J.; Wolters, M. and Vander Gaag, R.. 2004. Synthesis and localization of ABA in viviparous mangrove embryos. 3rd International symposium on plant dormancy. From molecular level to the whole plant. Waneningen International Conference Center. Weneningen. The Netherlands. p.p. 35

Kermode, AR. 1990. Regulatory Mechanisms Involved in the Transition from Seed development to Germination. Crit. Rev. Plant Sci. 9: 155- 195

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

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

Lagarda, M., A..1999. 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, M. A. 2007 a. Entrevista personal. Departamento de Horticultura de la UAAAN-UL. Noviembre.

Lagarda, M.; A.. 2007 b. 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.

Lever, B.J.;Luckwill, L.C..1985. Cultar. Its application in fruit growing. A selection of papers from the proceeding of the fifth international symposium on growth regulator in fruit production. Acta horticulturae.

Lipe, J. A. and P. W. Morgan 1972. Ethylene: Response of fruit dehiscence to CO<sub>2</sub> and Reduced Pessure. Plant Physiol. 50: 765-768.

Lira, S. R. H. 1994. Fisiología Vegetal. México. Editorial trillas. p.p. 198-203.

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.

- Medina, M., M. del C. 1998. Producción de nuez y su alternancia en nogal pecanero. Sexto Simposium Internacional Nogalero. NOGATEC 98. Torreón, Coah. p.p. 63-69.
- Mendoza, M. V. 1969. México. La Nuez Pecanera, Banco Agropecuario del Norte S.A. pp. 7-11.
- Mendoza, Z. C. y F. García G. 1993. Principales Enfermedades del Nogal Pecanero *Carya illinoensis* (Koch). Serie Protección Vegetal, No. 2. Universidad Autónoma Chapingo, Edo. México. pp. 2-3.
- Núñez, M.H.. 2001. Desarrollo del nogal pecadero. *in*: El nogal pecadero 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
- Ree, H. and A. Knutson. 2003. Field Guide to the insects and Mites Associated with Pecan. Texas Agricultural Extension Service. The Texas A&M University System. B\_ 6055.pp.7-10
- Saavedra, A. y Rodríguez G., M. T. 1993. Fisiología vegetal experimental. Ed. Trillas. México.

Samutuma, L. and Brantley, H.T.; 1989. Growth and development of young trees as influenced by foliar spray of paclobutrazol of XE-109. Hortsciencie 24 (1). p.p. 65-68

Seminario del nogal pecanero. 2007. Memoria Técnica. INIFAP. SAGARPA. Abril.

Solís, A., J. I. 1980. Compendio sobre la Propagación del Nogal Pecanero *Carya illinoensis Koch*. Tesis Lic. Buenavista, Saltillo, Coahuila. p.135.

Sparks, D. 1993. Manejo de huertas de nuez pecanera en climas cálidos con énfasis en la germinación prematura y apertura del ruzno. Memorias. XII Confs. Int. sobre el cultivo del nogal. Guaymas Son.

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.

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: 14-19.

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

Bibliografía Electrónica.

<http://www.um.es./grupos/grupo-fitohormonas/index.html>

<http://www.ars.usda.gov/is/espanol/pr/2003/030306.es.htm>

[http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec\\_5.htm](http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_5.htm)

## APÉNDICE

Apéndice 1. Análisis de varianza de la primera prueba de germinación.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
TRATAMIENTOS	17	263.033333	15.472549	3.4	0.0001
ERROR	72	327.955555	4.554938		
TOTAL	89	590.988888			
C.V.	34.36%		Media	6.211111	

Apéndice 2. Análisis de varianza de la segunda prueba de germinación.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
TRATAMIENTOS					
	17	605.777777	35.633986	5.35**	0.0001
ERROR	72	479.511111	6.659876		
TOTAL	89	1085.28888			
C.V.	42.38%		MEDIA	6.0888	

Apéndice 3. Análisis de varianza de la tercera prueba de germinación.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
TRATAMIENTOS	17	326.111111	19.183005	2.34	0.0066
ERROR	72	589.488888	8.187345		
TOTAL	89	915.600009			
C.V.	76.64%		MEDIA	6.7333	

Apéndice 4. Procesamiento de análisis de varianza T test (DMS) diferencia menos significativa, para la primer fecha de aplicación de PBZ y PHD-Ca.

	Grupo	Media	N	A
	A	7	30	3
	A			
B	A	6.333	30	1
B				
B		5.3	30	2

Apéndice 5. Procesamiento de análisis de varianza T test (DMS) diferencia menos significativa, para la segunda fecha de aplicación de PBZ y PHD-Ca.

	Grupo	Media	N	A
	A	9	30	3
	B	4.8667	30	1
	B			
	B	4.4	30	2

Apéndice 6. Procesamiento de análisis de varianza T test (DMS) diferencia menos significativa, para la tercera fecha de aplicación de PBZ y PHD-Ca.

	Grupo	Media	N	A
	A	5	30	3
	A			
B	A	3.5667	30	1
B				
B		2.633	30	2