

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DÓSIS DE APOGEE
(Prohexadione Cálcico) SOBRE LA EXPRESIÓN DE LA
VIVIPARIDAD EN EL NOGAL PECANERO (*Carya illinoensis* Koch).**

**TÉSIS
QUE PRESENTA**

ISMAEL HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉX.

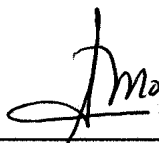
FEBRERO 2009

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

INGENIERO AGRÓNOMO

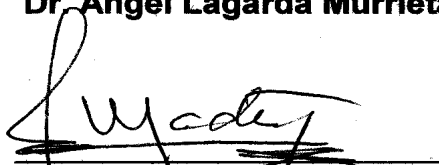
Comité particular

Asesor particular:



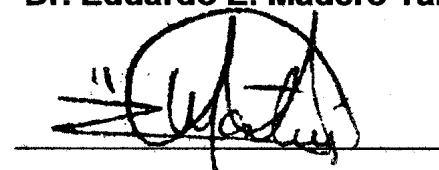
Dr. Ángel Lagarda Murrieta

Asesor:



Dr. Eduardo E. Madero Tamargo

Asesor:



M.C. Víctor Martínez Cueto

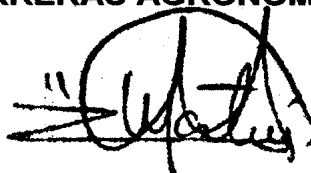
Asesor:



Ing. Francisco Suárez García

COORDINADOR DE LA DIVISION DE

CARRERAS AGRONOMICAS



M.C. Víctor Martínez Cueto



**Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DÓISIS DE APOGEE
(Prohexadione Cálcico) SOBRE LA EXPRESIÓN DE LA VIVIPARIDAD
EN EL NOGAL PECANERO (*Carya illinoensis* Koch).**

PRESENTADA POR:

ISMAEL HERNANDEZ HERNANDEZ

Tesis:

Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

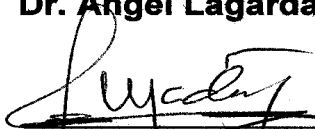
INGENIERO AGRÓNOMO

Presidente:



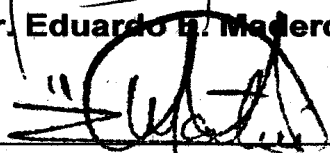
Dr. Ángel Lagarda Murrieta

Vocal:



Dr. Eduardo B. Madero Tamargo

Vocal:



M.C. Víctor Martínez Cueto

Vocal Suplente:

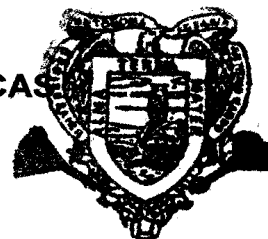


Ing. Francisco Suárez García

COORDINADOR DE CARRERAS AGRONOMICAS



M.C. Víctor Martínez Cueto



**Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas**

AGRADECIMIENTOS

Al Único y Sabio Dios por darme ese regalo inmerecido, la salvación de mi alma, por medio de su Hijo Jesucristo el único camino a cielo. Por darme la oportunidad de soñar y existir; porque hoy uno de esos sueños anhelados se ha cumplido, porque por su misericordia llegue a donde estoy. Por todo estoy y muchas cosas más...Gracias Mi Dios.

A Mis Padres: Lorenzo Hernandez Reyes & M. Antonia Hernandez Antonio; porque por medio de ellos, no por azares del destino sino como fruto de su amor me dieron la vida. Por cuidarme instruirme de niño y por sus consejos en la adolescencia y ahora de joven. Por todo esto y muchas cosas más... Gracias... Los Amo.

A Mis Hermanos: Lore, Gama, Anna, Uziel, Lety, Rosy, Richard, Abel y Gaby por sus oraciones apoyo incondicional y comprensión; saben que los he hecho de menos y los quiero mucho.

A Mis Familiares:

Tia Sara y Familia; fueron necesarios en la formación de mi carrera, gracias familia.

Cuñados: Mera, Lulú, Poncho; Rigo Y próximamente Saraí; por su cariño, apoyo y oraciones.

Sobrinos: Jaz, Karen, Sandy; Bety; Pao, Aby; Chachi, Litzuly, Chamoy, Chapu, Prisila, Jeny, Itzel, Evelin, Yoselyn y Chipi...Los quiero mucho.

A tía Chayo y Familia, a Lupita López y Familia, a Francisco Ramirez y Familia, Isaac Solis Familia; porque cuando necesitaba de ellos ahí estuvieron presente, en el momento adecuado. Dios Bendiga sus vidas. A **P** por ser la persona mas especial en mi vida, Gracias por esos momentos inolvidables a tu lado DTBM.

A Comunidad Cristiana (UAAAN): Donde Dios permitió que crecer y aprender a depender de El. Por los chicos que fueron familia y compañeros de batalla; Mayo, Willy, James, Tiko, Brian, Cheli, Sarel, Arturo, Cande, Elba, Cheque chico, Cheque Mena, Oto Morales, Oto Chico, Jonatan, Gilmar, Rony, Doris, Loida, Liz, Mimi, Tenchy, Eliezer, Isaías, Chuy, Beto, Chio y todos aquellos que han sido parte de esta. Gracias y esfuerzaos mis amigos.

A Piedra Angular. Por Brindar Amor, Cariño y enseñanza Bíblica. A los lideres Miguel Bravo. Vladimir, Isaac Solis, Jaime, Miguel Olivares y a todos los que integran esa hermosa familia. Dios Los Bendiga.

A mis Compañeros y Amigos

De Prepa: Noriega, Neke, Gon, Alvaro, Charrito, Eder, Sergio, Tórton, Faby, Martita, Tere, Mari de Jesús.

De Uni: Yony, Ruth, Rachis, Dalas. Rigo, Fish, Rafa, Tere, Nery, Peter, Cesir, Yesy, Chino, Chini, Rulas, Silvano, Rufis, Cornelio, Coyac, Taide. Fabian, Fabiel, Genaro, Esau, Ashel, Alan... a todos ustedes por soportarme y ser parte de mis logros.

A mis Profesores: Dr. Banda, Ing. Bazaldua(+), Ing. Víctor Martínez, Dr. Heleno, Dr. Aguilar Valdez y otros , por impartir los conocimientos y enseñar los valores de la vida profesional.

A Mis Asesores: Dr. Lagarda, Dr. Madero, MC. Victor Martinez y Suarez Garcia; por la disponibilidad de ayudar a realizar esta Tesis que significa uno de los mas grandes logros en mi vida. Gracias.

A Mi Universidad. Mi Alma Terra Matter; Por ser la mejor y cobijarme durante cuatro años y medio de carrera. Gracias Antonio Narro.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico primeramente a Dios, el autor de mi vida y quien sustenta mi existir en su voluntad. Porque le ha placido bendecirme con este título.

A mis padres inspiración de mis sueños y dueño de mis logros.

A todas aquellas personas que en una minima parte influyeron en la formación de mi vida hasta ahora. Por sus consejos, regaños y buenos momentos compartidos... Dios los Bendiga.

...De la manera que esta establecido para los hombres que mueran una sola vez, y después de esto el juicio (Heb .9.27)... Porque de tal manera amo Dios al mundo, que ha dado a su Hijo Unigénito, para que todo aquel que en Él cree, no se pierda mas tenga Vida Eterna. Porque no envió Dios a su hijo para condenar al mundo, sino para que el mundo sea Salvo por Él. Ju. 3.16

INDICE GENERAL

Agradecimientos.....	IV
Dedicatorias.....	VII
Índice general.....	VIII
Indice de Cuadros.....	XI
Índice de Figuras.....	XII
RESUMEN.....	1
1.	
INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Objetivos	5
1.2. Hipótesis.....	5
2. REVISION DE LITERATURA	6
2.1. Contexto Internacional.....	6
2.2. Contexto Nacional.....	6
2.3. Contexto Regional.....	7
2.4. Marco teórico conceptual.....	7
2.4.1. Morfología.....	8
2.4.1.1. Sistema radicular.....	8
2.4.1.2. Troncos y ramas.....	9
2.4.1.3. Follaje.....	9
2.4.1.4. Flores.....	9

2.4.1.5. Fruto.....	10
2.4.2. Fenología.....	10
2.4.2.1. Brotación.....	11
2.4.2.2. Desarrollo de Brotes.....	11
2.4.2.3. Floración y Polinización.....	11
2.4.2.4. Desarrollo del fruto.....	12
2.4.3. Descripción del desarrollo del fruto de la nuez.....	12
2.5. Requerimientos Climáticos.....	13
2.5.1. Periodo Libre de Heladas.....	13
2.5.2. Temperaturas.....	14
2.5.3. Humedad Relativa.....	14
2.6. Requerimientos de Agua.....	15
2.7. Control de Sobre-cosecha.....	16
2.8. Descripción de las Variedades.....	17
2.8.1. Western schely.....	17
2.8.2. Wichita.....	18
2.9. Germinación de Semillas.....	19
2.9.1. Fisiología de la Germinacion.....	20
2.10. Viviparidad, Pre-germinación o Germinación prematura.....	21
2.11. Fitohormonas.....	22
2.12. Uso de Reguladores de Crecimiento.....	23
2.12.1. Giberelinas.....	24
2.12.2. Acido Absícico.....	25
2.12.3. Paclobutrazol.....	26

2.12.4. Prohexadione cálcico (PHD-Ca).....	27
III. MATERIALES Y METODO.....	28
3.1. Variables a Investigar.....	31
3.1.1. Nueces Maduras.....	31
3.1.2. Nueces Verdes.....	31
3.1.3. Nueces Germinadas.....	31
3.1.4. Total de Nueces.....	32
3.1.5. Numero de Nueces por Brote.....	32
3.1.6. Numero de Hojas por Brote.....	32
3.1.7. Tamaño de Brote.....	32
3.1.8. Peso de la nuez.....	33
3.1.9. Edad de los Arboles.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	34
V. CONCLUSIONES.....	50
VI. RECOMENDACIONES.....	51
VII. LITERATURA CITADA.....	54

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Susceptibilidad de variedades de nuez a la germinación antes de la cosecha. INIFAP- CELALA.....	22
Cuadro 2. Diseño del experimento.....	30
Cuadro 3. Interacciones de las variables en dosis de Prohexadione cálcico en arboles Western de 60 años y su relación con la germinación.....	39
Cuadro 4.- Interacciones de las variables en dosis de Prohexadione cálcico en arboles Western de 30 años y su relación con la germinación.....	41
Cuadro 5.- Interacciones de las variables en dosis de Prohexadione cálcico en arboles Wichita de 30 años y su relación con la germinación.....	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de las GAs en el fenómeno de la germinación de semillas. UNNE Argentina.....	25
Figura 2.-Relación de las temperaturas mínimas y la humedad relativa (HR), en la germinación de la Nuez Pecanera con siete tratamientos diferentes. El eje de las Y es relativo a los valores de cada variable.....	35
Figura 3. Expresión de la maduración en cada uno de los tratamientos a base de Prohexadione cálcico (Apogee) en el año 2007.....	37
Figura 4.- comportamiento y comparación de la germinación y efectos de dos tratamientos de Prohexadione cálcico (Apogee 25%), mas un testigo aplicados a arboles Western de 60 años en dosis de 2 y 1 kg.ha ⁻¹ respectivamente.....	38
Figura 5.- Comportamiento y comparación de la germinación y efectos de dos tratamientos de Prohexadione cálcico (Apogee 25%), aplicados a arboles Western de 30 años en dosis de 2 y 1 kg.ha ⁻¹ respectivamente.....	40
Figura 6.- Comportamiento y comparación de la germinación y efectos de dos tratamientos de Prohexadione cálcico (Apogee 25%), mas un testigo aplicados a arboles Wichita de 30 años en dosis de 2 y 1 kg.ha ⁻¹ respectivamente.....	42

Figura 7. Relación del porcentaje de germinación y el tamaño de brote.....45

Figura 8. Influencia del tamaño de brote en el peso de las nueces germinada.....46

Figura 9.- Relación de los tamaños de las nueces germinadas y las no germinadas.....47

RESUMEN

La viviparidad de las semillas de Nogal Pecanero, ocurre por la falta de mecanismos de control de crecimiento del embrión, al alcanzar la maduración del fruto (Mc Carty, 1995)

La viviparidad, fenómeno natural que se presenta en poco menos de especies vegetales, donde el 50% de casos de viviparidad verdadera, es decir que existe reproducción sexual. Pero en el caso del nogal, es de gran importancia por las pérdidas que genera. Estas pérdidas van de 5,000 ton. que pierden su valor en un 70%; equivalente a \$ 70, 000,000 de pesos por temporada. (Lagarda 1999)

El cultivo de la nuez pecanera esta difundido en la parte norte de México y el sur de los Estados Unidos. Siendo estos considerados como centros de origen. Aunque se han buscado alternativas de solución para esta problemática, que van desde experimentos con recursos hídricos, variedades, condiciones climáticas, carga de los árboles y el uso de retardadores de crecimiento, en la práctica poco se aplica, debido a su minuciosa actividad y poca difusión de conocimientos.

La presente investigación se realizó en la huerta nogalera ubicada en la pequeña propiedad Tierra Blanca, municipio de Matamoros Coahuila. Se aplicaron dosis de $1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Prohexadione cálcico, (Apogee 25%)

asperjados en solución acuosa de 1000 lt.ha⁻¹. en árboles de 30 y 60 años de las variedades Western y Wichita, en la segunda semana de agosto del 2007. En un diseño experimental completamente al azar, se establecieron siete tratamientos con 10 repeticiones de 10 (racimos) cada una. Y se evaluaron las relaciones que existen entre el tamaño de brote, número de hojas por racimo, peso de la nuez, y la germinación prematura (viviparidad). Dicha evaluación se llevo a cabo para determinar la dosis adecuada del producto, en la maduración y germinación de los cultivares, con árboles de 30 y 60 años de edad, en su período de alta producción.

Únicamente un tratamiento de los siete evaluados fue estadísticamente diferente, en el cual el Prohexadione cálcico se manifestó causando efecto. Para este experimento, el tratamiento con dosis de 2 kg.ha⁻¹ en árboles Western de 30 años, con brotes medianos de 10 cm en promedio, presentó la media de germinación mas baja, con 9.5%.

Aunque este efecto era el que se buscaba, no todos los tratamientos se aceptan como efectivos, puesto que las diferencias en las otras dosis no son significativas con respecto al testigo. Esto se debe a manejo, vigor, edad, y variedad como se discute en los resultados.

Palabras clave: Viviparidad, germinación prematura, Prohexadione Cálcico, antigiberelinas, *Carya illinoensis*.

I. INTRODUCCIÓN

La germinación prematura de la nuez pecanera en nuestro país ocurre en las regiones nogaleras con veranos y otoños cálidos como Sonora, Norte de Coahuila, Comarca Lagunera, Sur de Chihuahua, etc., sin embargo lugares como Saltillo, Parras y Durango Dgo. Han mostrado escapar de la germinación prematura, para las variedades Wichita y Western (Lagarda, 1999).

La viviparidad o pregerminación en la nuez pecanera representa un importante problema al momento de realizar la cosecha, debido a las pérdidas registradas en los últimos años. La germinación prematura de la nuez en zonas con otoño caliente, es un problema de gran magnitud ya que existen 35,000 has susceptibles de padecer el problema, con un potencial de germinación prematura del 15%, en años críticos, lo cual equivale a 5000 Ton. que perderían su valor en un 70%, o sea el equivalente a \$ 70,000,000 de pesos por temporada (Lagarda, 2007).

Según Godoy (2000), menciona que el agua influye en la germinación de la nuez; con la deficiencia de esta, por otro lado, las temperaturas altas también activan el metabolismo de las semillas, aunado a esto, el genotipo influye en este fenómeno (Lagarda, 2007). Los factores que principalmente favorece la germinación son:

- 1.- Variedades susceptibles.
- 2.- Temperaturas favorables de crecimiento durante la maduración de la nuez (Día y noche).

- 3.- Cantidad de nueces que produce el árbol.
- 4.- Presencia de sequía durante el desarrollo de la nuez (Julio - septiembre).
- 5.- Período de cosecha (Lagarda, 2007).

Se han estudiado diferentes variables para encontrar la solución más eficiente para este problema en el nogal, y la mayoría de las conclusiones son casi inalcanzables en el corto plazo, debido a que se trata de condiciones ambientales, genéticas y en menor grado de manejo. Se ha buscado solución mediante la evaluación de variedades, el suministro de agua, y mediante el uso de reguladores de crecimiento.

En la presente investigación, se pretende encontrar una solución mediante los reguladores de crecimiento, en este caso se usa un producto que actúa como antigiberelina, de nombre Prohexadione Cálcico (Apogee 25%). Con el cual se pretende inhibir el crecimiento del embrión al momento de la maduración, aun en las condiciones ambientales favorables para germinar, y su respuesta ante las variedades comerciales Western y Wichita en plantaciones con edades diferentes.

1.1. Objetivos

1. Encontrar las dosis de Prohexadione Cálcico (Apogee25%), adecuadas para evitar la pregerminación o viviparidad de la nuez pecanera y sus efectos.
2. Observar la relación entre nueces germinadas y tamaño de brote, nueces germinadas y peso de la nuez.
3. Identificar las épocas de maduración y el comportamiento de la curva de maduración.
4. Establecer las diferencias de germinación entre las variedades Wichita y Western y la edad de los árboles.

1.2. Hipótesis

Ho1. Es posible controlar la germinación con productos que actúan como antigiberelinas tal es el caso del Apogee.

Ho2. Las dosis aplicadas en cada uno de los tratamientos causan el mismo efecto, es decir, no tiene caso aplicar dosis altas.

Ha1. No es posible controlar la germinación con productos que actúan como antigiberelinas tal es el caso del Apogee.

Ha2. Las dosis aplicadas en cada uno de los tratamientos, causan efectos diferentes, por lo tanto dosis altas son más efectivas que las bajas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Se considera que el nogal pecanero es originario del Norte de México y del Sureste de EUA, esta especie se encuentra desde el norte de Illinois, hasta el sureste de Texas, y en México, desde Chihuahua hasta Oaxaca (Lagarda 1983).

2.1. Contexto internacional.

La producción mundial con cáscara se estima alrededor de 210, 000 ton. Y por consecuencia, existen varios países productores; de los cuales Estados Unidos de América ocupa el primer lugar con el 78.6% equivalente a 113,000 ton. México ocupa el segundo lugar con el 19.6% equivalente a 28,274 ton. Australia, Israel y Sudáfrica ocupan el 1.8%. (DGEA y Gladden, citado por Medina 1998)

2.2. Contexto Nacional

La primera plantación de nogal pecanero se estableció en Nuevo León en el año de 1904(Brison , citado por Medina, 1998). La comisión Nacional de Fruticultura, reporto en 1980 la existencia de 48,000 ha plantadas de Nogal, de las cuales aproximadamente correspondían a nogales nativos y criollos. Para 1996, había 59,695 ha, de las cuales 34,945 eran del Estado de Chihuahua; que representa el 58% de la superficie nacional; 12,500 de Coahuila, 6,200 de Nuevo León, 3,300 de Durango y 3,200 de Sonora. De menor importancia la superficie de nogal presente en los estados de Hidalgo, San Luís Potosí,

Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Oaxaca, Baja California Norte, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Tamaulipas y Zacatecas. (Ojeda y Velo, citado por Medina 1998)

2.3. Contexto Regional

Las primeras plantaciones de 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. En 1979, una encuesta realizada en 33 huertas (90% del total) reveló que existían 3,579 has. De las cuales, 1,325 estaban en producción y 2,254 en desarrollo. El 27 % de los nogales en producción se estaban rehabilitando con injerto de copa para cambio de variedad.

En 1997, la superficie de nogal en producción era de 4,668 has, de las cuales 1,823 eran ejidales y 2,845 de la pequeña propiedad. (Medina, 1980)

2.4. Marco teórico conceptual.

La nuez pecanera (*Carya illinoensis* Koch) originaria del norte de México y sureste de los Estados Unidos de América. Los colonizadores españoles llamaron "Nogal" al árbol pecanero y a su fruto la pecana la llamaron "nuez". El nombre pecana o pecanera es derivado del vocablo indígena Algonquin que le da el nombre de "Pakan" que significa nueces tan duras que requieren una piedra para quebrarlas. (Brison 1983)

De acuerdo a su clasificación botánica, pertenece a la familia: *juglandaceae* y su nombre científico es: *Carya illionensis* Koch. A continuación se presenta la clasificación taxonómica:

División.: Spermatofitas

Subdivisión.: Angiosperma

Clase: Dicotiledóneas.

Familia.: Juglandacea.

Género.: *Carya*.

Especie.: *illinoensis* (Koch)

2.4.1. Morfología.

2.4.1.1. Sistema Radicular

El sistema radicular presenta una raíz pivotante durante el primero y segundo año de crecimiento; crece mas 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 que alcanza por el follaje, pudiendo llegar a desarrollarse a una profundidad de 3.6 a 5.4 m hasta el momento de la madurez del árbol. (Mendoza, 1969)

2.4.1.2. Tronco y Ramas

El diámetro y altura del tronco y ramas son los que diferencian los injertados, de los criollos. Ya que los injertados, generalmente, sus troncos son más cortos y sus ramificaciones empiezan desde abajo. Un nogal adulto con alimentación equilibrada deberá tener un crecimiento de 10 a 35 centímetros en sus ramas y aumento en el diámetro del tronco no menor de 2.5 centímetros por año. (Mendoza 1969, Solís 1980 y Westwood 1982)

2.4.1.3. Follaje

Todos los nogales adultos son de follaje espeso con copa semiesférica, sus hojas son compuestas de cinco a diez foliólos, ovales, lanceolados y finamente dentados; al tallarlos, despiden un olor típico a menta. Las hojas contribuyen directamente en el 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, Solís 1980 y Brison 1983)

2.4.1.4. 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 las ramas. Estas crecen en inflorescencias de espigas sueltas, en número de dos a ocho en un

pedúnculo corto; son de color verde claro y los pistilos tienen forma de motita 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)

2.4.1.5. 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 es viejo o débil, solo produce una por racimo; el fruto del nogal es clasificado como una drupa (cuya cubierta es el ruezno), estas tienen una capa carnosa de color verde y 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 1983, Calderón 1991)

2.4.2. Fenología

Las diferentes etapas de desarrollo del nogal son importantes para adecuar las prácticas de manejo a esos periodos. En la Región Lagunera, se han determinado para varios cultivares de nogal las siguientes etapas: brotación, desarrollo de brotes, floración, desarrollo y maduración del fruto, época de cosecha y defoliación. (Arreola, Lagarda y Medina, 1985).

2.4.2.1. Brotación

La época de brotación del nogal, varía según el clima que prevalezca en el año; sin embargo, esta ocurre de manera general durante la segunda quincena de marzo. El porcentaje de yemas que brotan en las condiciones de la Región Lagunera en la variedad Western, es superior al 72%. No obstante, una cantidad considerable de brotes queda sin desarrollarse y mueren durante el desarrollo de las flores masculinas y femeninas, por lo cual, el porcentaje final de brotes resulta ser de 25% en la variedad Western y 21% en Wichita. Estos porcentajes se consideran normales para el nogal en términos de acumulación de frío, ya que en todos los años se logra brotación de yemas superior al 60%. (Arreola 1990, Cortés 1975 y Lagarda 1978).

2.4.2.2. Desarrollo de brotes

Existen dos tipos de brotes en nogal: 1) Fructíferos y 2) vegetativos, cuya longitud varía. El crecimiento de brotes ocurre de fines de marzo a los últimos días de mayo. (Arreola 1990, Lagarda 1977)

2.4.2.3. Floración y Polinización

Si la producción, viabilidad y dispersión del polen de la flor masculina no coinciden con la receptividad de la femenina, ocurre la dicogamia y cuando estos periodos son simultáneos se denomina monogamia. La dicogamia puede ser protándrica, cuando el polen se libera y la flor femenina aun no está receptiva o protogínica cuando la flor está receptiva y la liberación de polen aun no ocurre. Considerando que existen variedades de nogal de comportamiento

dicogámico, es necesario el establecimiento de dos o más variedades en una plantación, para asegurar una óptima polinización cruzada. (Maden et al 1975)

2.4.2.4. Desarrollo del fruto

El crecimiento del fruto inicia después que la flor femenina es fecundada. Su desarrollo implica dos etapas: a) crecimiento rápido del fruto. Es el periodo que corresponde al crecimiento de la nuez, comprende del amarre de fruto al inicio del endurecimiento de la cáscara; y b) llenado de almendra: Abarca del endurecimiento de la cáscara al comienzo de la maduración del fruto u apertura del ruzno. Durante el periodo de crecimiento del fruto, se inicia el periodo de la alta demanda de agua y nutrimentos, y cualquier deficiencia de alguno de estos, afecta el tamaño de la nuez. Después del crecimiento de la nuez, inicia la etapa de llenado de la misma con el crecimiento del embrión o almendra. La almendra constituye del 30 al 60% del peso de la nuez madura y contiene aproximadamente 70% de aceite que se produce en un periodo de seis semanas. (Cooper et al., 1986)

2.4.3. Descripción del desarrollo del fruto de la nuez pecanera

Inicio de Mayo. Los estigmas se tornan café, los amentos caen y ocurre la primera caída de frutos.

Inicio de Junio. Los frutos crecen lentamente y ocurre la segunda caída de frutos.

Mediados de Junio. Los frutos crecen rápidamente, la almendra no se desarrolla aun y se inicia el estado acuoso. Se presenta la tercera caída de frutos.

Finales de Julio. Etapa intermedia del estado acuoso; la cáscara empieza a endurecerse, comenzando por la punta.

Inicio de Agosto. Estado acuoso; el endurecimiento de la cáscara, ha avanzado en un 50 % aproximadamente.

Mediados de Agosto. La etapa del estado acuoso de la nuez llega a su fin e inicia el estado de gel y mazoso. La cáscara está totalmente dura.

Mediados de Septiembre. La etapa del estado mazoso llega a su fin y la almendra casi alcanza su desarrollo.

Mediados / Finales de Octubre. Completo desarrollo de la almendra. Las nueces pueden ser cosechadas a partir de la primera mitad del mes (Cooper *et al.* 1986).

2.5. Requerimientos climáticos

El desarrollo del nogal es influido por la temperatura, la humedad relativa, las precipitaciones pluviales y otros factores que prevalecen en una determinada región.

2.5.1. Periodo libre de heladas.

El nogal requiere una estación de crecimiento mínima de 210 días libre de helada. En la región Lagunera en un periodo de 45 años se presentó un promedio de 275.4 días libres de heladas.

2.5.2. Temperatura.

Los nogales se comportan adecuadamente donde la temperatura media en verano es de 25 a 30°C. Además para los meses fríos requiere una media entre 7.2 y 12.3°C. Los meses mas calientes en la región lagunera son: mayo, junio, julio, y agosto, con una temperatura entre 25.3 y 26.7°C y los mas fríos son: diciembre, enero y febrero, con fluctuaciones de 13 a 15.5 °C.

2.5.3. Humedad Relativa.

Cuando la humedad relativa durante el periodo de polinización es superior a 80%, limita la polinización efectiva debido a que las anteras no abren para liberar el polen; además esta promueve el desarrollo de enfermedades fungosas. La humedad relativa alta aunado a las altas temperaturas de otoño, causan germinación de la nuez dentro del ruezno (viviparidad) antes de cosecharla. Cultivares de ruezno grueso son los mas susceptibles ya que esta característica impide su apertura.

La germinación de la nuez antes de realizar la cosecha ha sido evidente en casi todas las variedades estudiadas en la comarca lagunera. Esta varía según la variedad. Las causas de la germinación prematura aun no has sido bien determinadas. Sin embargo, se ha encontrado que cuando los árboles carecen de agua durante el crecimiento de la nuez, el problema se acentúa y la germinación de la nuez es mayor. (Arreola 1990 y Cortés 1975).

La producción excesiva es otro factor importante sobre la inducción de la germinación de la nuez, la cual es muy común en árboles maduros con edad superior a los 18 años. (Medina 1980 y Zertuche 1983).

2.6. Requerimientos de Agua.

Dentro de los factores que determinan el éxito de una plantación de nogal, el riego es considerado como uno de los mas importantes, además de que bajo ciertas condiciones influye sobre otros factores que controlan el crecimiento de la planta y los efectos secundarios de la nuez, como la viviparidad. En nogal, cuando ocurre una deficiencia de agua la primera función fisiológica afectada es el crecimiento celular. En el nogal el tamaño de fruto o nuez es función del crecimiento celular, por lo que es importante que no se presenten deficiencias durante el desarrollo del fruto. Las hojas grandes pueden sostener más nueces que las hojas pequeñas y al igual en el caso del fruto, el tamaño de la hoja es en función crecimiento celular. El transporte de nutrientes, fotosíntesis y traslocación de fotosintatos dentro de la planta son inhibidos también por deficiencias de agua. Una deficiencia afecta el llenado de fruto de la cosecha actual pero además, también la producción del próximo año (Whorthington 1998).

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 (Godoy C. 2000)

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

2.7. Control de sobre-cosecha

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

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.

Según Copper (1986), menciona que las fechas de cosecha para el nogal pecaneron son a partir del 10 de octubre con sus respectivas variaciones.

2.8. 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 medianamente susceptibles a este fenómeno, en tanto que Burquett, Graking y Mahan, son altamente sensibles, mientras que las variedades que han mostrado resistencia son Sioux y Caddo. (Lagarda, 2000)

No se explotan comercialmente las variedades resistentes porque no son altamente productoras; además, de producir nuez de baja calidad, de ahí que al problema se le busque solución por medio de las variedades Western y Wichita.

2.8.1. Western schely.

Es el árbol más popular y preferido por los productores del estado de Coahuila y otras regiones del Norte del País. Es una selección de gran adaptación para zonas desérticas y semidesérticas. (Núñez 2001)

Muestra cierta tolerancia a las deficiencias de zinc; sin embargo, necesita aplicaciones de este elemento menor para un bien desarrollo; es regularmente precoz en la maduración del fruto. Necesita de la presencia de la variedad Wichita para una buena polinización. Son de porte vigoroso, con buena ramificación y con buen ángulo de apertura. (Núñez 2001)

2.8.2. Wichita.

Es también una variedad de buena adaptación a zonas áridas, pero es susceptible a la roña y otras enfermedades fungosas, es por eso que no se recomienda para regiones húmedas. La liberación de polen de la variedad Wichita, coincide en gran parte con la receptibilidad de las flores hembras de la variedad Western. Es extremadamente precoz, poseen buen follaje de color verde oscuro, de hojas grandes y buena producción de nueces atractivas de gran calidad; esto la hace la variedad mas susceptible al fenómeno de la viviparidad Los ángulos de las ramas son cerradas, por lo que es necesario una buena poda de formación y proporcionarle al árbol la estructura adecuada y evitar desgajamiento de ramas. Posee ruezno grueso, que es atractivo para el gusano barrenador. (Núñez 2001)

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

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

2. Reducir los índices de producción de nuez, con aclareo de fruto (vibrado en junio).

2.9. Germinación de semillas.

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

El agua es absorbida por la semilla seca y la humedad contenida aumenta rápidamente y luego se estabiliza. La absorción del agua implica la penetración del agua por los 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. (Sifuentes, citado por Durón 2002)

Desde el punto de vista agronómico y ecológico, se debe considerar obligadamente que la semilla está en el suelo. Por ello es importante distinguir la diferencia entre germinación y nascencia, dada la gran influencia que en esta última tienen los factores edáficos. Por tanto la germinación termina, cuando las

plántulas se han desarrollado lo suficiente para emerger del terreno. (CELALA INIFAP, citado por Durón 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:

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 las semillas son: grasas, carbohidratos y a veces proteínas. Estas reservas pueden encontrarse en diferentes tejidos, o en el embrión mismo.

2.9.1. 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 (Rojas 1982).

2.10. Viviparidad, pre-germinación o germinación prematura

Viviparidad. Es el fenómeno en el cual las semillas germinan antes de la cosecha y mientras este está adherido a la planta madre; y a los embriones en germinación se les denomina embriones vivíparos. Esta característica se controla, tanto genética como ambientalmente. (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 este problema son el mangle, maíz, nogal, papaya, maguey del desierto, etc. Ya que este es un mecanismo de supervivencia en el ambiente en el que se desarrollan (Lagarda 2000).

La viviparidad se deriva de varios procesos a que son la inducción, la iniciación y desarrollo. En el primer proceso las semillas adquieren la capacidad para germinar pero no se observa ningún cambio celular en la radícula ni en el hipocotilo. En este primer paso lo que debe ocurrir es la activación de los genes encargados de la germinación. La iniciación se refiere a la activación de la división celular en los meristemas apicales que llevará a la formación de la raíz y tallo. Finalmente, el desarrollo se refiere a la formación de la raíz la cual es reconocible a simple vista.

Cuadro 1.- Susceptibilidad de variedades de nuez a la germinación antes de la cosecha. INIFAP- CELALA. (Citado por Lagarda 2007)

MUY SUSCEPTIBLE	SUSCEPTIBLE	SIN PROBLEMAS
Burkett	Wichita	Sioux
Mahan	Western	Caddo
Cheyenne	Choctaw	S. Dilight
Graking	Mohawk	Sel. Agosteñas
Shawnee	Gratex	

2.11. Fitohormonas

El proceso de formación de la semilla se regula por la regulación de hormonas naturales en la misma, de tal forma que al inicio del desarrollo de la semilla se encuentra llena de promotores de crecimiento (GA3, Auxinas, Citoquininas), que favorecen el desarrollo de la semilla. Mientras que este se alcanza, se genera una concentración mayor de inhibidores de crecimiento, entre ellos el Acido Abscísico, que gracias a su participación para el crecimiento de las células dando lugar a la maduración de la semilla y se establece el final del desarrollo de la semilla en la planta madre. (Sifuentes 1993, citado por Durón 2002)

Según Hartman y Kester (1989), citan que hay hormonas que actúan como antigiberelinas como el paclobutrazol, que promueve la no germinación de semillas vivíparas como resultado de incrementar la concentración de inhibidores antes que ocurra la viviparidad, casi con los mismos efectos el prohexadione cálcico (Apogee).

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 que las hormonas tienen un origen endógeno. (Saavedra y Rodríguez, 1993)

2.12. Uso de reguladores de crecimiento

Los reguladores de las plantas se definen como compuestos que fomentan, inhiben o modifican de alguna forma cualquier proceso fisiológico vegetal. El término “hormona”, se aplica exclusivamente a los productos naturales de las plantas, mientras el término “regulador” no se limita a los compuestos sintéticos e incluye también a las hormonas. (Lira 1994).

Un experimento realizado en el 2004, 2005 y 2006 presentaron que el trinexapac etil tendió a reducir la germinación prematura si se aplicaba durante la fase de llenado de almendra, pero no tuvo un efecto si se realizó durante la fase acuosa o de gel. El paclobutrazol tampoco redujo la germinación prematura cuando se aplicó durante la fase acuosa y de gel. Se requiere repetir estos tratamientos con el fin de confirmar estos últimos resultados Martínez (2007).

2.12.1. Giberelinas.

Todas son ácidos carboxílicos diterpenoides tetracíclicos, se las denomina ácidos giberélicos y se las representa como GAs, distinguiéndose una de otra por un subíndice: GA₁₃, GA₂₀, GA₅₂, etc (Soberón, et al, 2005).

Las giberelinas son esencialmente hormonas estimulantes del crecimiento al igual que las auxinas, coincidiendo con éstas 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 la 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 el de éstas (Soberón, et al, 2005).

Estimulan germinación de semillas en numerosas especies, y en cereales movilizan reservas para 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 endosperma amiláceo. (2) Las GAs difunden hacia la capa de aleurona (3) las células de la aleurona son estimuladas para sintetizar y secretar α -amilasa y otras hidrolasas hacia el endosperma 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).

Se obtienen por medios parcialmente biológicos (fermentación) y químico (purificación). En las plantas superiores hay muchas giberelinas y para los fines agrícolas, hay productos comerciales giberélicos como GA₃ y GA₇ o mezclas de diferentes giberelinas (GA_x), en forma de giberelato de potasio (Lira 1994).

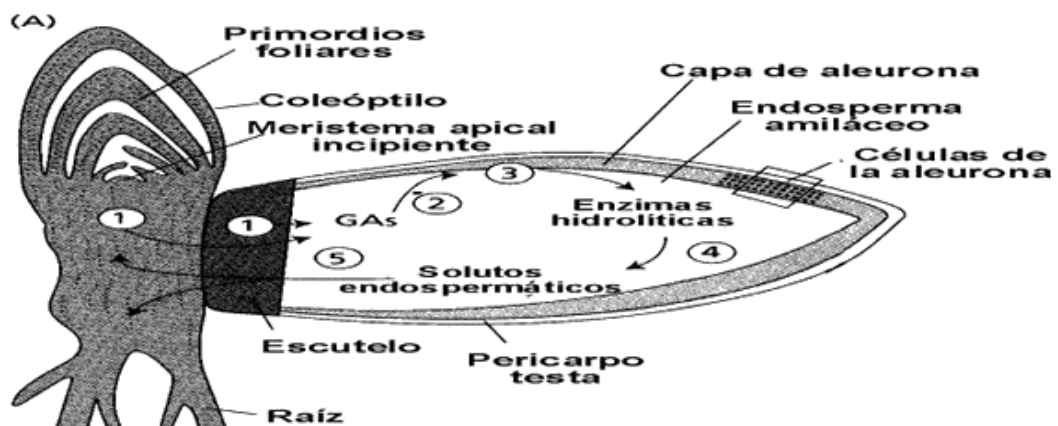


Figura 1. Proceso de las GAs en el fenómeno de la germinación de semillas. UNNE Argentina.

Las Giberelinas son reguladas con la cantidad de ABA. Pero en la práctica, diversos factores favorecen el incremento acelerado de GA₃, teniendo como resultado gran cantidad de semillas germinadas.

2.12.2. Acido Absícico.

Es uno de los inhibidores de crecimiento mas conocidos, y tiene implicaciones muy importantes en el control de la transpiración por los estomas, también provoca caída de hojas, flores y frutos. Otro efecto biológico demostrado es prolongar el reposo de muchas semillas. El ABA contrarresta los efectos de las GAs. (Lira 1994)

2.12.3. Paclobutrazol.

Es una triazina cuyas respuestas se presentan en la disminución de longitud de entrenudos y el tamaño de las hojas (Williamsom 1986).

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

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

- a) Aumento de número de frutos, pero disminuye el peso en forma individual.
- b) Supresión en el crecimiento del retoño.
- c) Menos poda.
- d) Mas vigoroso.
- e) Uso eficaz de fertilizantes a base de N.
- f) Mejora la calidad del fruto.
- g) Incidencia baja de desordenes en la fruta.

El paclobutrazol, con fechas tempranas de aplicación (12 de Julio), disminuyo considerablemente el tamaño de brotes y ed nueces. Sin embargo, los resultados que se esperaban acerca de este experimento respecto a la disminución de la germinación prematura, respondió similar al testigo; superado por el trinexapac etil (Martinez, Marquez y Sabori, 2006).

2.12.4. Prohexadione cálcico (PHD-Ca)

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

Una presentación comercial del producto es el Apogee; utilizado con mucha frecuencia en los huertos 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 (Thomsom 2005). Con los efectos como antigiberelina, se pretende aprovecharlos al máximo en el fenómeno de la viviparidad y así reducirlo 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 al campo.

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 8 puntos de porcentaje con productos como el prohexadione cálcico y con paclobutrazol y otros productos similares (Lagarda 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron árboles adultos de 30 y 60 años de las variedades Western y Wichita. Se aplicaron dosis de Prohexadione Calcico (Apogee 25%) en 2.0, 1.0 y 0.0 kilogramos.Ha⁻¹ con el fin de cubrir totalmente la superficie del follaje. Se aclara que las aplicaciones fueron de tipo comercial.

Se escogieron al azar 100 racimos por cada tratamiento y variedad.

Los racimos escogidos fueron seleccionados al azar, en un rango de altura de 1 a 2 metros aproximadamente. No se especificó un parámetro de tamaño de brote, sino que se busco tener heterogeneidad, es decir, brotes de diferentes tamaños, con diferente numero de nueces por racimo, diferente numero de hojas y en diferentes árboles. Respecto a la altura en la que se encontraban los racimos solamente se trabajaron aquellos que estaban en el rango de altura, debido a condiciones de manejo del experimento.

El diseño utilizado fue completamente al azar, con 10 repeticiones de 10 racimos cada uno, respectivamente. La aplicación del producto se realizo en la segunda semana de agosto, cuando la nuez se encuentra en estado gelatinoso y la cáscara presenta un 50% de endurecimiento. Un estudio realizado en el campo experimental de Costa de Hermosillo, según martinez (2007) los tratamientos con Paclobutrazol y Trinexapac Etil, aplicados en esta misma etapa del cultivo, no tuvieron buenos efectos. Se escogió esta fecha

porque en un estudio realizado en la Comarca Lagunera por Dardón (2007) en el 2006 acerca de las fechas óptimas de aplicación de Prohexadione cálcico, fue 14 de agosto \pm 2 días de diferencia.

Las evaluaciones para determinar el porcentaje de maduración y germinación se llevaron a cabo en cinco fechas diferentes mediante el monitoreo de estos fenómenos. El 8 de septiembre fue la primera toma de datos, 15 y 30 de septiembre las siguientes y 10 y 27 de octubre las dos últimas.

Para determinar la maduración se uso una técnica sencilla, cuando el ruezno esta abierto, indica que la nuez esta madura, ciertas variedades son de ruezno grueso y esto no permite que abra con facilidad como la Wichita; en estos casos, con tan solo apretar ligeramente la punta del ruezno y este abre con facilidad se considera una nuez madura.

Para identificar la germinación, una vez abierto el ruezno permite ver la nuez y si esta presenta desarrollo del embrión o simplemente nuez abierta, se considera como nuez germinada o también llamado fenómeno de la viviparidad. Todo este proceso se llevo a cabo en cada una de las muestras seleccionadas en cada tratamiento hasta el momento de la cosecha. Ambos fenómenos se monitorearon en las mismas fechas.

Los métodos de evaluación se realizaron en campo y laboratorio.

Campo: evaluación de la germinación natural, tamaño de brote, número de hojas por racimo, numero de nueces por racimo.

Laboratorio. Peso de la nuez con cáscara, peso de la almendra y área foliar.

Como se menciona anteriormente, se uso un modelo experimental completamente al azar, a los datos se le hizo el procedimiento ANOVA, con el programa estadístico SAS, con una prueba del rango estudentizado de Tukey para cada una de las variables.

Cuadro 2. Diseño del experimento

TRATAMIENTO		DOSIS DE PROHEXADIONE CALCICO (Apogee)	No. DE REPETICIONES	MUESTRAS/ REPETICIONES	MUESTRAS TOTALES
1	Western 60 años	2 Kg.	10	10	100
2	Western 60 años	1 Kg.	10	10	100
3	Western 60 años	0 Kg.	10	10	100
4	Western 30 años	2 Kg.	10	10	100
5	Western 30 años	1 Kg.	10	10	100
6	Wichita 30 años	2 Kg.	10	10	100
7	Wichita 30 años	1 Kg.	10	10	100

3.1. Variables a Investigar

3.1.1. Nueces maduras

Esta variable se midió haciendo un conteo de las nueces que al apretarlas se abrían con facilidad, esto indica que la nuez ha llegado a su madurez fisiológica. Primero se hizo un muestreo general y posteriormente se evaluaron las muestras etiquetadas como repeticiones, lo cual arrojarían los datos de la investigación.

3.1.2. Nueces verdes

En el mismo muestreo anterior, se tomaron en cuenta las nueces que no estaban maduras y periódicamente (cada 15 días) se hacía una siguiente toma de datos.

3.1.3. Nueces Germinadas

Estas nueces son de maduración completa y de alta calidad de la nuez interior antes de ser cosechadas. Esta se presenta cuando la nuez se abre longitudinalmente por la parte de arriba y emerge la parte apical del embrión; esta también desarrolla sabores desagradables causa de ser desechadas y como consecuencia mermas en la producción. Estas a su vez pueden que el ruezno esta abierto o no. En intervalos de 15 días (aproximadamente) se recabaron datos respectivos a la germinación.

3.1.4. Total de Nueces

Esta es la suma de las nueces por brote maduras (con ruezno abierto) y las que aun no maduran. 2718 nueces en total, sumando las germinadas, vanas y nueces buenas.

3.1.5. Número de Nueces por brote

Se supone que los racimos con menos nueces y mayor tamaño de brote tenderán a germinarse, porque aunado al numero de hojas habrá mas disponibilidad de nutrientes lo cual favorecerá el fenómeno de la germinación. De ahí que en los muestreos periódicos, también se tomo en cuenta esta variable.

3.1.6. Número de hojas por brote

Se contó el número de hojas por brote para encontrar la relación entre el número de hojas y las nueces germinadas. Se supone que mientras más hojas tenga el brote, las nueces estarán en condiciones favorables para germinar, debido a la superficie de área foliar y a la mayor actividad fotosintética que en ella se desarrolla.

3.1.7. Tamaño de Brote

Con una regla se tomo el tamaño de brote expresada en centímetros, un brote grande por lógica tendrá mas hojas y superficie de área foliar mayor, esto dará a la nuez una mayor cantidad de nutrientes y reservas y por ende estarán propensas a germinar con mayor facilidad.

3.1.8. Peso de la Nuez

A finales del mes de Octubre, se cosecharon las repeticiones que había por tratamientos, y posteriormente se llevaron al laboratorio para obtener el peso de las nueces por medio de una bascula de precisión, tanto de la nuez con cáscara, como de la almendra; con el fin de encontrar la relación entre peso de la nuez y la germinación. Se supone que una nuez con buen peso y suficiente cantidad de aceite son más vulnerables a la germinación, por lógica natural.

3.1.9. Edad de los árboles

Esta se obtuvo con información previa de la huerta, en los tratamientos había árboles Western y Wichita de 30 y 60 años. El vigor de producción de los árboles está en función de la edad, mientras más joven mayor vigor como en cualquier otro ser vivo. Además, los árboles con deficiencia en el aprovechamiento tanto de nutrientes como de agua son más susceptibles a germinar.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

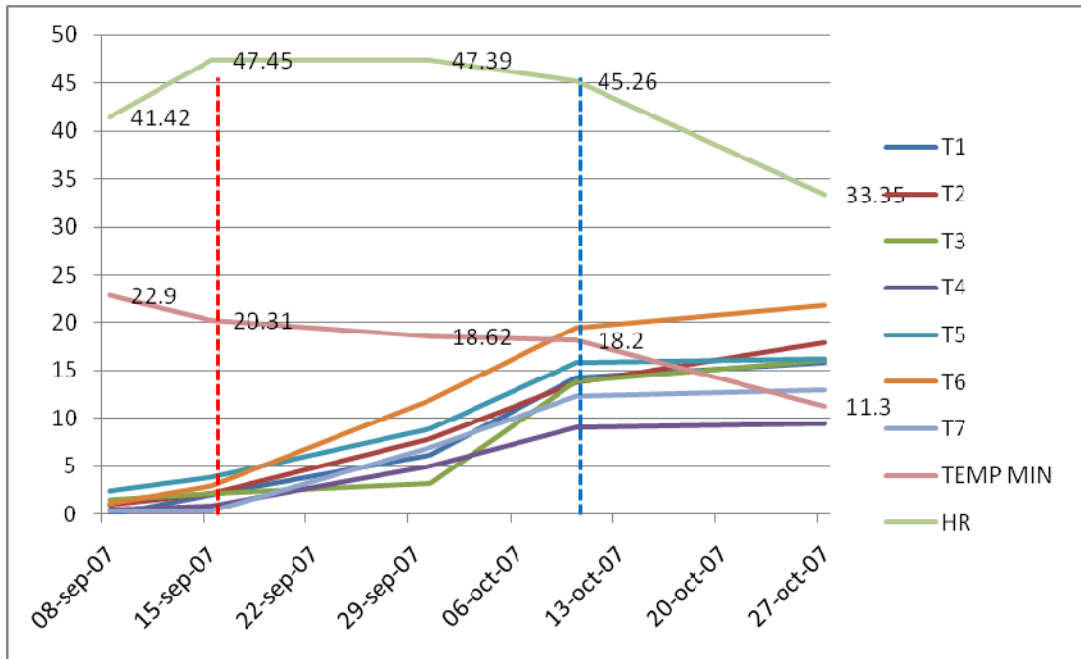
Mientras los promotores de crecimiento disminuyen, el crecimiento de fruto, se para, es aquí cuando la nuez madura y se prepara para el siguiente proceso, la germinación. Bajo las etapas de inducción, iniciación y desarrollo el fenómeno comienza (Martínez 2007). El proceso metabólico de la nuez no para, sigue atendiendo necesidades diferentes. Cuando los promotores(Giberelinas) disminuyen, los inhibidores(ABA) se presentan en una mínima cantidad; siempre la cantidad de promotores será mayor, impulsando el proceso de germinación, la cual se presenta poco tiempo después de los inhibidores y van en aumento en el mismo sentido logarítmico solo que la germinación mas acelerada. De ahí la idea de aplicar inhibidores sintéticos, en dosis y fechas adecuadas, para incrementar la cantidad de los mismos y en cierta manera disminuir la curva de germinación.

Como fenómeno natural de toda semilla, hubo germinación tal cual lo mencionan los autores en la literatura. Para nuestro caso, esta germinación se torna en un problema comercial muy serio llamado “viviparidad” o “germinación prematura”.

Para favorecer este fenómeno, estuvieron presente varios factores, algunos con un efecto bien marcado, como la presencia de temperaturas mínimas a 17°C durante el día y la noche, y humedad relativa por encima del 60%. Aunque la germinación no esta definida por estos factores, sino mas bien

es la respuesta a la variedad, al manejo del cultivo, al clima, a la edad de los arboles, entre otras.

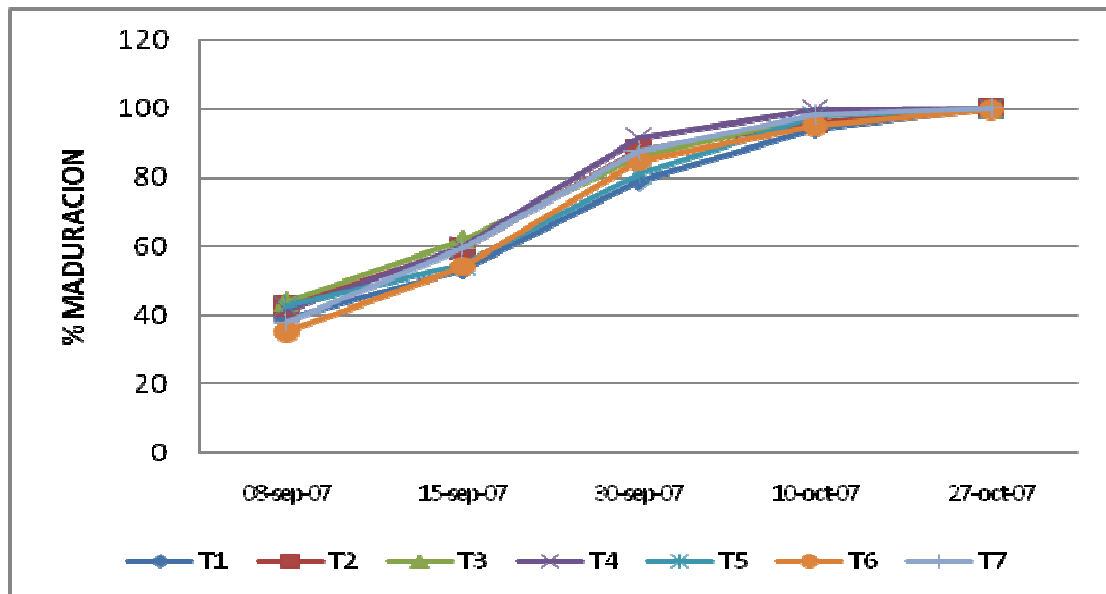
Figura 2.-Relación de la temperatura y humedad relativa (HR), en la germinación de la Nuez Pecanera en seis tratamientos de prohexadione cálcico (Apogge 25%). El eje de las Y es relativo a los valores de cada variable. UAAAN 2007



En la figura 2, se puede observar como se manifestó la germinación en el año 2007 en la Comarca Lagunera (según nuestro experimento). Hasta el 8 de septiembre, solo había 2.4% de germinación en el tratamiento 5, a partir del 15 de septiembre la germinación se dispara en todos los tratamientos, esto se debe a temperaturas mínimas mayores de 20°C. También se observa que durante todo el proceso fuerte de germinación las temperaturas mínimas oscilaron entre 20 y 18°C. a partir del 10 de octubre este fenómeno se ve frenado, quizá como efecto del descenso de las temperaturas.

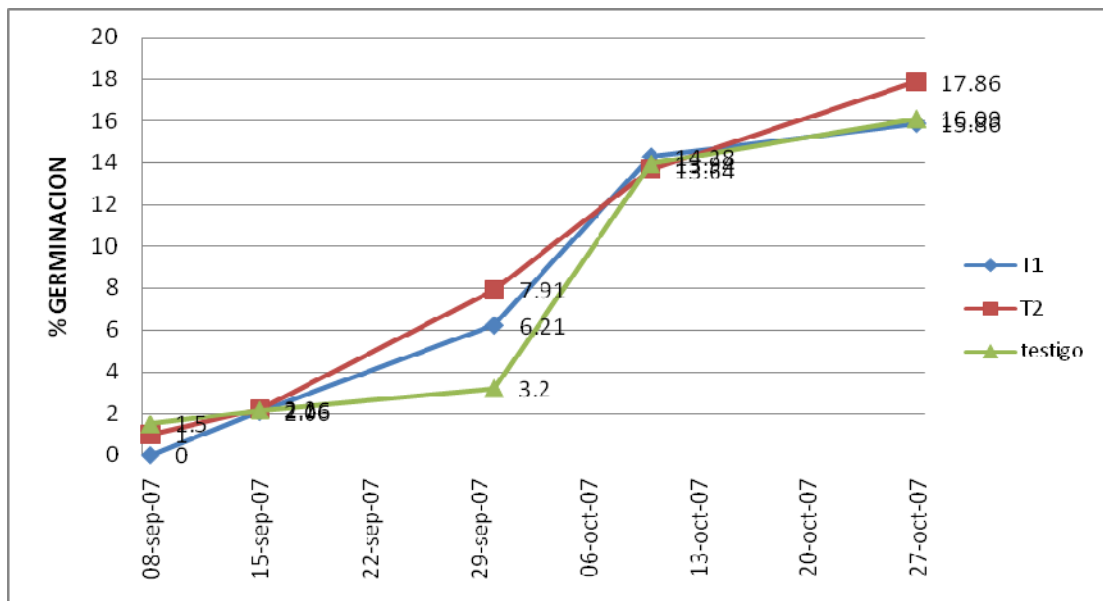
Lo que ocurre dentro del ruezno es que, la humedad relativa alta comienza a propiciar las condiciones adecuadas de temperatura para que la semilla germine; debido a que el ruezno no se abre y forma una especie de cubierta de invernadero, lo que hace que las condiciones de temperatura en la nuez sean mayores y más uniformes que las del medio ambiente exterior favoreciendo a la germinación prematura. Aunque en el 2007 no se alcanzó el 60% de HR, los porcentajes más altos que se registraron, fue durante el periodo crítico de germinación, oscilando valores de 47.45 a 45.26% como se observa en la figura 1. Este incremento se dio por la presencia de algunas lluvias en esos días; se aclara que esta humedad relativa pertenece al medio ambiente exterior de la nuez. La falta de agua en el árbol, ocasiona competencia por la misma, dando origen a que disminuya la presión de turgencia, que es la que abre el ruezno cuando la nuez ya está madura. Si el ruezno abre normalmente la nuez pierde cierta cantidad de agua, la necesaria para entrar en reposo y no germinar antes. Por eso es importante que las labores culturales se lleven a cabo adecuadamente, especialmente el riego, en este caso.

Figura 3. Expresión de la maduración en cada uno de los tratamientos a base de Prohexadione cálcico (Apogee) en el año 2007. UAAAN 2007



Como se observa en la figura 3, los tratamientos no presentan diferencias significativas, durante todo el proceso de maduración el producto no logró adelantar significativamente este fenómeno, pues el testigo (T3) se manifiesta de la misma forma que los arboles tratados, es mas ni aun las dosis altas muestran diferencias, pues para el 10 de octubre la maduración se uniformiza casi a un 95%, fecha optima para comenzar la cosecha, coincidiendo este hecho con lo que menciona Cooper *et al* (1986).

Figura 4.- Comportamiento y comparación de la germinación y efectos de dos tratamientos de Prohexadione cálcico (Apogee 25%), mas un testigo aplicados a árboles Western de 60 años en dosis de 2 y 1 kg.ha⁻¹ respectivamente.



Como se aprecia en la figura 4, los tratamientos no lograron disminuir significativamente el porcentaje de germinación. Para el tratamiento 1, la germinación se presento en 15.86%; tan solo un punto de diferencia separan la dosis de 2 kg.ha⁻¹ y el testigo. Mientras tanto la dosis de 1kg.ha⁻¹ supero en porcentaje al testigo por casi 2 puntos. Se esperaba disminuir a un 10 %, sin embargo, no ocurrió así.

El testigo se comporto de manera normal con 16.09% para climas cálidos como la Comarca Lagunera siendo el promedio para esta zona 15%. Esta respuesta negativa del producto no se le atribuye a la efectividad del mismo; sino mas bien a los efectos del muestreo. Si consideramos que la parte representativa del árbol es por en medio, además de ser arboles grandes y

nuestro muestreo se realizo de 1-2 mts de altura, esto podría ser un factor; en menor proporción de efecto negativo; puede considerarse también el momento de la aplicación, al no hacerlo de una manera uniforme por las mismas características de altura del árbol.

Las dosis no marcan diferencias significativas para arboles Western de 60 años.

Cuadro 3. Interacciones de las variables en dosis de Prohexadione cálcico en arboles Western de 60 años y su relación con la germinación.

TRAT	G %	PNGG grs	PNG grs	PANG grs	PAG grs
1(2kg.ha⁻¹)	15.86ab	5.279d	4.800c	3.119cd	2.596c
2(1kg.ha⁻¹)	18.35ab	5.327cd	4.870c	3.013cd	2.531c
3(testigo)	15.89ab	5.197d	4.965c	2.962d	2.690c

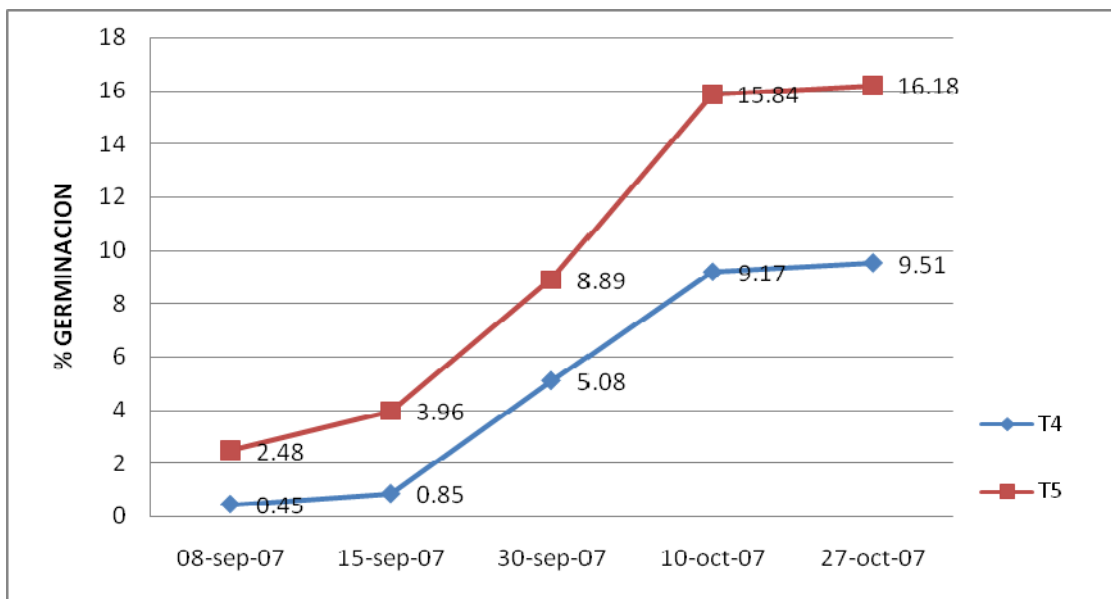
Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

TRAT	Tratamientos
G	Germinación
PNGG	Peso de nuez no germinada
PNG	Peso de nuez germinada
PANG	Peso de almendra no germinada
PAG	Peso de almendra germinada

Estadísticamente no se registran diferencias en el porcentaje de germinación. Sin embargo las nueces con menor tamaño fueron las que se germinaron como se muestra en cuadro 3. Las medias de los pesos de nueces germinadas son estadísticamente iguales. El peso de las almendras germinadas y no germinadas solo comprueba este efecto.

Martínez (2007), también comprobó este efecto con productos diferentes como lo son el Trinexapac Etil y el Paclobutrazol, en fechas de aplicación del 25 de agosto en adelante en la variedad Wichita.

Figura 5.- Comportamiento y comparación de la germinación y efectos de dos tratamientos de Prohexadione cálcico (Apogee 25%), aplicados a árboles Western de 30 años en dosis de 2(T4) y 1(T5) kg.ha⁻¹ respectivamente.



Arboles de la misma variedad que los tratamientos anteriores, mismas dosis de Prohexadione cálcico, solamente variando la edad. Esta sencilla variación, marcó diferencias significativas en el comportamiento de la germinación de acuerdo a las dosis. En la figura 5 se observa tal fenómeno. A partir del 10 de octubre, cuando la germinación se detiene (como consecuencia del descenso de temperaturas) y también se aproxima la cosecha; comienza a hacerse visible las diferencias. Hasta el 27 de octubre (ultima fecha de muestreo) se registran diferencias de hasta 7 puntos en el tratamiento de 2

kg.ha⁻¹ respecto a los datos considerados como germinación normal para la región 15%.

En contraste, la dosis de 1 kg.ha⁻¹ tuvo efecto negativo comparado con la media regional, se le asigna un comportamiento pésimo no logrando disminuir la germinación menos que el dato de referencia regional.

Esta respuesta que presenta la germinación, esta asociada a muchos factores, en primer lugar al proceso de las GAs dentro de las semillas, aunado a esto la capacidad del follaje para asimilar las moléculas Prohexadione y agua, así como también el trabajo mecánico y la hora de aplicación. Cada uno causa un efecto ya sea positivo o negativo. En este caso más de uno de estos factores influyo en el resultado.

Cuadro 4.- Interacciones de las variables en dosis de Prohexadione cálcico en arboles Western de 30 años y su relación con la germinación.

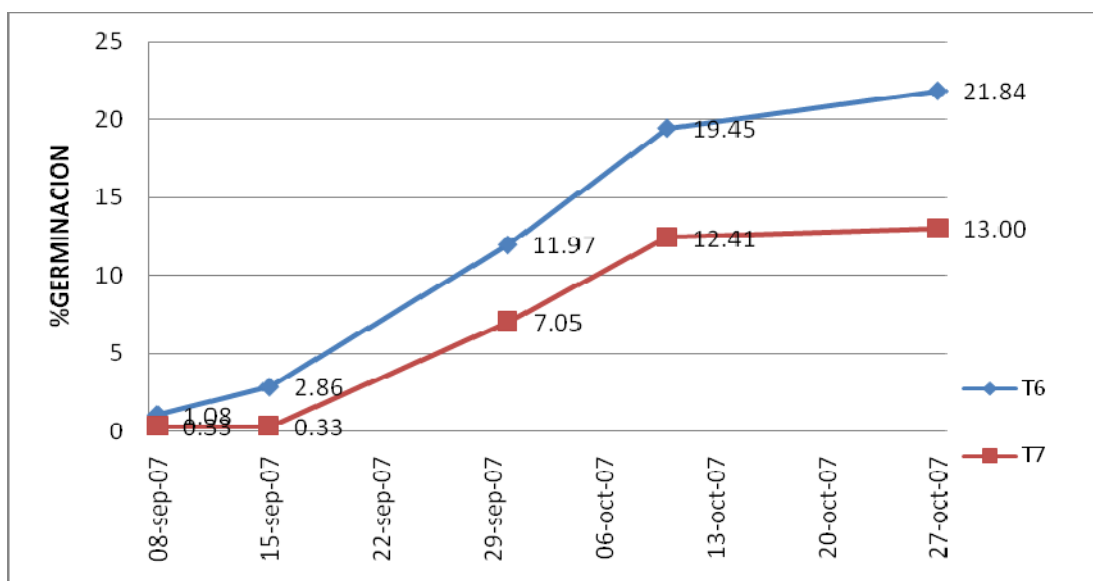
TRAT	G %	PNGG grs	PNG grs	PANG grs	PAG grs
T1	9.58b	6.082ab	4.644c	3.586ab	2.497c
T2	16.17ab	5.825bc	5.008bc	3.386bc	2.661bc

Peso bajo estadísticamente significativo (9.58b), nueces de muy buena calidad (6.082 grs) y peso relativamente bajo en nueces germinadas. Son efectos del Prohexadione cálcico (Apogee 25%) que se pueden observar en el cuadro 4.

En la figura 4 y el cuadro 3, se presentan tratamientos similares a estos aplicados a la misma variedad pero con edades diferentes, esto nos comprueba que los árboles no responden de la misma manera ante los efectos del producto, las diferencias se hacen visibles por lo menos en un tratamiento. El buen funcionamiento fisiológico y el buen aprovechamiento de las aplicaciones y las propias características de un árbol joven son la que hacen posible esta diferencia.

Para árboles Western de 30 años se recomienda aplicar altas dosis de Prohexadione cálcico, en la fecha que según Dardón (2006) el Prohexadione cálcico (Apogee 25%) tiene mejor respuesta (14 de agosto). Cuando la nuez se encuentra en estado gelatinoso que generalmente es en la segunda semana de agosto.

Figura 6.- Comportamiento y comparación de la germinación y efectos de dos tratamientos de Prohexadione cálcico (Apogee 25%), aplicados a arboles Wichita de 30 años en dosis de 2(T6) y 1(T7) kg.ha⁻¹ respectivamente.



Se encuentran diferencias de germinación en árboles de la misma variedad pero con edades diferentes, con mucho mas razón la germinación se comporta diferente como efecto del Prohexadione cálcico en una variedad distinta. En la figura 6 se muestra el comportamiento de la germinación y los efectos de los tratamientos aplicados en dosis similares a los anteriores en la variedad mas vigorosa lo que la convierte en la mas susceptible al fenómeno de la viviparidad según Núñez (2001) y Lagarda (2007) en el cuadro 1, donde se muestran las variedades susceptibles a este fenómeno. La primera diferencia está en que una dosis menor, reflejo mejor efecto que una alta, 13.00 % para 1 gk.ha⁻¹ y 21.83 para 2kg.ha⁻¹. En un sentido inverso a los tratamientos anteriores. Este comportamiento se le atribuye al efecto de muestreo, si bien, es la variedad mas vigorosa una dosis menor debe mostrar mayor porcentaje de germinación y viceversa; sin embargo no fue así.

En este ultimo caso se obtiene un resultado similar al de Martínez (2006) donde aplicando productos diferentes pero con los mismos efectos antigiberélicos (Trinexapac etil y Paclobutrazol) y como primera fecha de aplicación el 25 de agosto, simplemente no existen diferencias significativas.

Cuadro 5.- Interacciones de las variables en dosis de Prohexadione cálcico en arboles Wichita de 30 años y su relación con la germinación.

TRAT	G %	PNGG grs	PNG grs	PANG grs	PAG grs
1(2kg.ha ⁻¹)	21.83a	6.587a	6.123ab	3.927a	3.431ab
2(1kg.ha ⁻¹)	13.96ab	6.467a	6.745a	3.880a	4.007a

En estos tratamientos se registran los porcentajes más altos de germinación; aproximadamente 22% en nueces sumamente grandes con pesos de 6.745 grs, siendo este el promedio más alto de los pesos generales de nueces tanto germinadas como no germinadas como se ve en el cuadro 5. En este caso las nueces más grandes fueron las que se germinaron, además de registrar el mayor porcentaje de germinación de todos los tratamientos. 21.83%, valor correspondiente a la mayor germinación, se desvía considerablemente de los promedios medios para la Comarca Lagunera. Esto se deba posiblemente a un efecto de muestreo más no del producto.

Al tamaño de brote, número de hojas por brote, al peso de la nuez y almendra tanto germinadas como no germinadas, se pueden considerar como características de vigor, tanto del árbol como de la misma nuez.

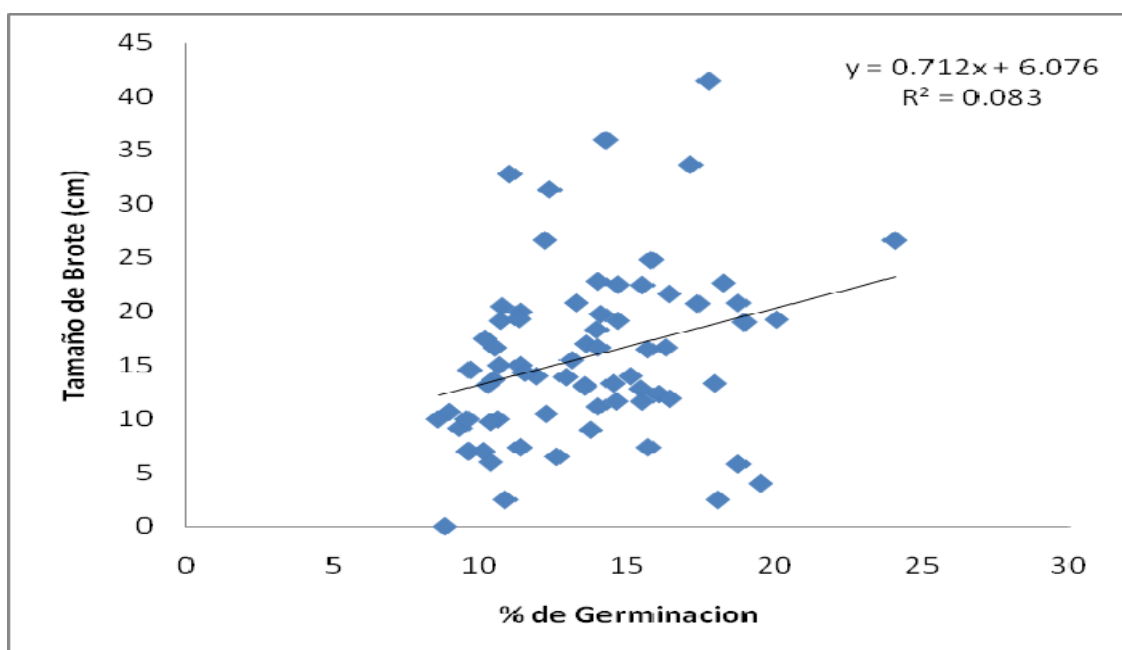
De manera general no se asume que las nueces mas grandes se germinaron en todos y cada uno de los tratamientos, puesto que nada mas sucedió en la variedad Wichita, pero de manera particular las nueces mas grandes se localizaban en los mejores brotes. Estos a su vez tienen mayor numero de hojas y por consiguiente mayor superficie de area foliar; mientras esta sea mayor, el proceso fotosintético se llevara a cabo en mayor proporción, dándole a la planta mas nutrientes y material disponible para sus procesos, dentro de ellos una mayor producción de Giberelinas promotoras del crecimiento trayendo como consecuencia la germinación prematura de la nuez.

Las características de las variables donde se registró el menor número de germinación son brotes medianos y nueces de pesos regulares pertenecientes a la variedad Western. Aquí se confirma el cuadro citado por Lagarda, donde clasifica la susceptibilidad a la germinación de diferentes variedades.

Como fin de análisis, los efectos del Prohexadione cálcico se comportan de manera muy variable y diferente en árboles de la misma variedad pero con edades distintas, también hay mucha diferencia entre las variedades. Mientras mas vigorosa sea la variedad el efecto del producto será menor.

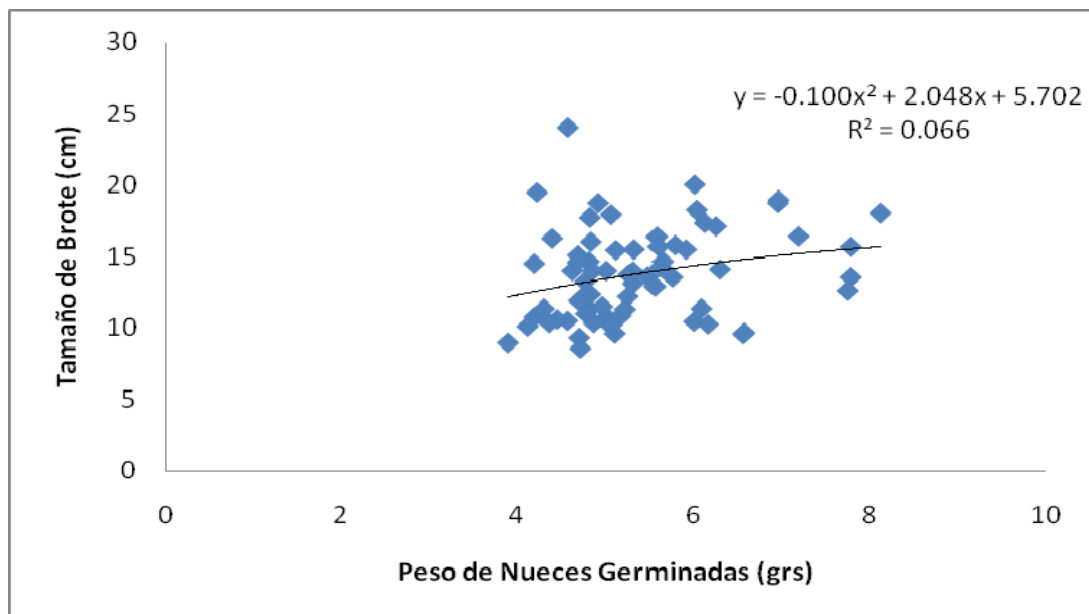
Lo que se busca es la relación que existe entre el tamaño tanto de brote como de nuez y el fenómeno de la germinación; para ello se muestran las siguientes relaciones.

Figura 7. Relación del porcentaje de germinación y el tamaño de brote.



La relación que existe entre el tamaño de brote y el porcentaje de germinación, de acuerdo a la figura 7, se muestran porcentajes de determinación bastante bajos, lo que significa que no tiene mucha relación el uno del otro. Pero para nuestro caso nos interesa nada más el sentido de la curva. Cuando el tamaño de brote incrementa los porcentajes de germinación se elevan. Efectivamente un brote grande proporciona favorablemente más probabilidades de germinación, esto como resultado de mayor concentración de Giberelinas de acuerdo a las conclusiones que llevo Durón (2007), donde dice que mientras mas superficie de área foliar halla mayor cantidad de promotores de crecimiento, mayor probabilidad de germinación.

Figura 8. Influencia del tamaño de brote en el peso de las nueces germinadas.

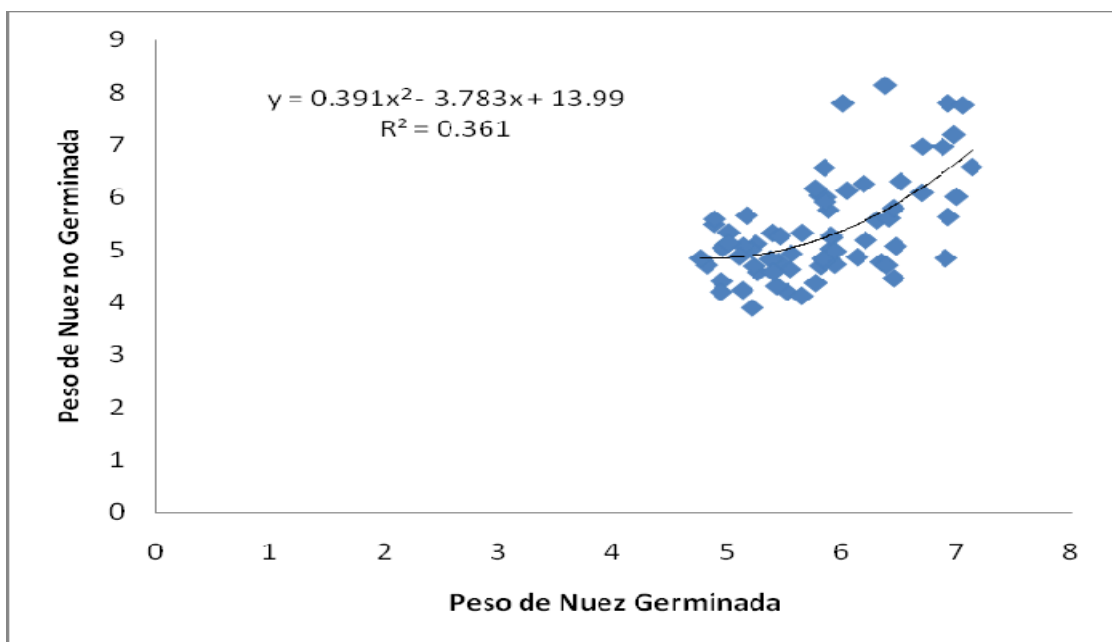


Este es un caso parecido al anterior, donde los valores de las relaciones son muy bajas pero el sentido de la curva tiende hacia arriba de acuerdo al

comportamiento discutido con anterioridad. Aunque la dispersión sea muy pronunciada, existe un mínimo porcentaje de determinación. Mientras más grande sea el brote las nueces son más grandes y hay más posibilidades de que se presente el fenómeno de la viviparidad. Esto dependerá de la variedad, de las dosis aplicadas, de los productos usados y de las fechas de aplicación.

El porcentaje de germinación es directamente proporcional al porcentaje de la misma y esta en función del tamaño de brote.

Figura 9.- Relación de los tamaños de las nueces germinadas y las no germinadas.



La relación que hay entre el tamaño de las nueces germinadas y las no germinadas es un poco mayor que las correlaciones anteriores, aunque el porcentaje de determinación no presente valores como para aceptarlo; es un hecho que mientras más grande sea la nuez está más propensa a germinarse

como se ve en la figura 9, sin tomar en cuenta los tratamientos, los productos usados y la variedad, sino simplemente es un efecto de vigor de las nueces. Las nueces que se germinan están en la misma dispersión que las nueces de buena calidad comercial. La aplicación de inhibidores de crecimiento en la etapa y fecha ideal para que esta relación comience a disminuir el peso de las nueces germinadas y por ende el porcentaje general.

En las últimas tres figuras se observa que el vigor se relaciona directamente con la germinación de la nuez, aunque en proporciones bastante bajas casi insignificantes; sin embargo, no se descarta que dichas relaciones se manifiesten de manera natural con estas tendencias en las plantaciones de nogal.

De acuerdo a la experiencia de Martínez (2007), donde sus resultados indican que la mejor etapa de aplicación es en la de llenado de la nuez y no en la de gel, con productos como el Trinexapac etil y el Paclobutrazol en nueces con pesos regulares. Los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo, indican que por lo menos un tratamiento fue efectivo en fechas tempranas de aplicación, específicamente el 14 de agosto.

V. CONCLUSIONES

Los tratamientos de Prohexadione cálcico (Apogee 25%) no afectan ni compactan la maduración de la nuez pecanera; estos se comportan similares a árboles tratados con otros productos de antgiberelicos.

Las variedades Western y Wichita responden de manera diferente al efecto del Prohexadione cálcico. Los árboles de 30 años presentaron menor porcentaje de germinación respondiendo mejor a los tratamientos, no así los árboles de 60 años.

Dosis altas con $2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Prohexadione cálcico (Apogee 25%) tienen buen efecto en la disminución de la germinación prematura en variedades poco vigorosas como la Western. Con una disminución de hasta 7 puntos respecto a la germinación regional, ofreciendo beneficios económicos.

El vigor del árbol, definido por el tamaño de brote y área foliar, y de la nuez influyen en el fenómeno de la viviparidad. Mientras mayor sea cada uno de estos hay más potencial de germinación.

V. RECOMENDACIONES

1. Aplicar el producto en la etapa cuando la nuez se encuentra en estado de gel. Esta coincide con la segunda semana de agosto, en dosis de 2 kg.ha^{-1} para ambos cultivares.
2. Realizar labores culturales indicadas y mantener el control de riegos y aplicación de agroquímicos.
3. Realizar mas pruebas con especificaciones similares a este experimento para poder encontrar los efectos secundarios de las dosis o por lo contrario de mejorar las dosis.

VII. LITERATURA CITADA

Aguilar, Pérez H. 1986. Comportamiento fenológico de diecisiete cultivares de nogal pecanero en la Región Norte de Coahuila. CIAN. Inf. Inv. Frut. Vol.1: 387 - 400.

Arreola, A., J.G. 1990. Efecto de la cianamida de hidrogeno sobre la brotación y desarrollo de laterales en nogal en producción. Región Lagunera. Matamoros Coah. CELALA CIAN INIA. Informe de Investigación en Fruticultura.

Arreola ,A. J. G. 1990. Tipo y vigor de ramas y su aplicación en la producción de nogal pecanero. Resumen XVII Congreso Nacional de Fitogenética. Cd. Juárez, Chih.

Arreola, A.,J. y A. Lagarda M. 1985. Introducción de Variedades de nogal pecanero (*Carya illinoensis* Koch) en la región Lagunera. Matamoros Coah. CELALA CIAN INIA. Informe de Investigación en Fruticultura. Vol. 1:585-592.

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 Ed. Editorial LIMUSA. México. Pág. 493.

Calderón, A. E. 1991. Fruticultura General. El esfuerzo del hombre. 3ª Ed. Editorial LIMUSA. México. Pág. 202.

Cortés, D., O. 1975. Cultivo de nogal pecanero. México. CONAFRUT. Pág. 106, 133, 279-291.

Cooper, J. N., J. D. Jonson, G. R. Mc. Eachern and G. M. McWhorter. 1986. Texas Pecan Integrated Pest management manual. Texas Agricultural Extension Service. Departments of Horticultura, Plant Science And Entomology Texas & M University. Pag 4.

Duron, R.B.; 2002; Tesis: Evaluacion de Dos Productos Aceleradores y Retaradores de la Germinacion Prematua de la Nuez en la Comarca Lagunera. UAAAN Mexico.

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

Godoy, A.C y M.A. Lagarda. 1986. Effect of different levels of evaporation in pecan nut development. Twentieth Western Pecan Conference Proceeding. New Mexico State, University. p 45-57.

Harris, M.K. 1983. integrated pest management of pecans. Ann. Rev. Entomol. 28:291-318.

Hartman, H. T. y Kester D. E. 1989. Propagación de Plantas. 2ª Edición. Ed. CECOSA. pp. 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.

Lagarda, M., A. 1977. Efecto de la poda de despunte en la brotación y fructificación del nogal pecanero. Matamoros Coah. CELALA CIAN INIA. Informe de Investigación en Fruticultura, pp 33-52.

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., 1978. Comportamiento fonológico de 14 cultivares de nogal pecanero en la Región Lagunera. Matamoros Coah. CELALA CIAN INIA. Informe de Investigación en Fruticultura. pp. 91-157.

Lagarda, M., A. 1983. Características de variedades de nogal adaptables a la zona norte de México. Memorias X Ciclo de Conferencias Internacional de producción 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, La Geminación prematura de la nuez pecanera (Viviparidad). Memoria técnica 24. Seminario de nogal pecanero 2007. Pag 9-17.

Lemus, G..2002. El nogal en Chile. Instituto de investigaciones agropecuarias, centro regional de investigación La Platina. Fundación para la innovación agraria.

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

- Mc Carty D. R. 1995 .Genetic control and integration of maturation and germination pathways in seed development. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 46:74 - 93. Sparks, D. 1993.
- Maden G. D. and E. J. Brown. 1975. Here are methods to improve pollination. Pecan Quarterly. 9(4): 10-12.
- Martínez, D.G., Marquez C. A., Sabori P. R., 2007, Efecto del Trinexapac etil y Paclobutrazol en la germinación prematura de la nuez. Memoria técnica 24. Seminario de nogal pecanero 2007. Pag 55-62
- Medina, M. Ma. Del C. 1980. Marco de Referencia Regional del Cultivo del Nogal en la Comarca Lagunera. Matamoros Coah.. CELALA. 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.

Nava, C.U. 1994. Manejo Integrado de Plagas. En: Torres E., y Reyes J.I. (eds).
El Nogal Pecanero. CELALA INIFAP. Matamoros, Coah. pp. 115-130.

Nuñez, M.H.. 2001. Desarrollo del nogal pecadero. *in*: El nogal pecadero en
Sonora. Libro técnico # 3. SAGARPA-INIFAP-CECH. Pp 23-28.

Thomsom-PLM, 2005, Diccionario de Especialidades Agroquímicas. Edición 15.
México.

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

Saavedra, A. y Rodríguez G. M. T. 1993. Fisiología Vegetal Experimental. Ed.
TRILLAS. Mexico.

Soberòn, J.R.; Quiroga E.N.; Sampietro A.R. y Vattuone M.A.; 2005; Catedra de
Fitoquímica: Giberelinas; Universidad Nacional de Tucuman; Argentina;
online(5-mayo-2008): www.fai.unne.edu.ar/biologia/plantas/reguladores_vegetales

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

Sparks, D. and J.H. Heat. 1972. Pistillate flower and fruit properties of pecan as a function of time and shoot length. HortScience. 7(4): 402-403.

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.

Storey, J.B. 1974. Causas que originan la caída de la nuez. México CONAFRUT. 2° Ciclo de Conferencias Internacionales de Productores de Nuez de la Republica Mexicana. pp 66-67.

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

Whorthington, J.W., Lasswell, J., Stein, L.A. and McFarland, M.J. 1998. now that you've decided to irrigate...How?... How much?... When?... Pecan South. March – April. Vol 22(2): 6-14.

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