

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



Efecto de longitud de brote fructífero sobre la viviparidad en la nuez pecanera  
(*Carya illinoensis Koch.*) variedades Western Schley y Wichita.

Por:

**ROBERTO WENCESLAO ORTIZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Torreón, Coahuila, México  
Octubre 2020

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

Efecto de longitud de brote fructífero sobre la viviparidad en la nuez pecanera (*Carya illinoensis* Koch.) variedades Western Schley y Wichita.

Por:

**ROBERTO WENCESLAO ORTIZ**

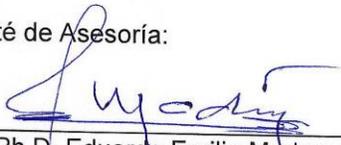
TESIS

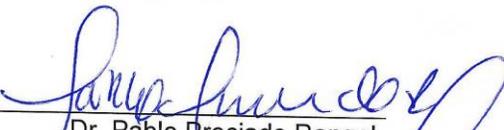
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

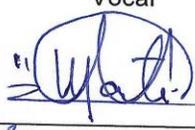
**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
\_\_\_\_\_  
Ph.D. Ángel Lagarda Murrieta  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Ph.D. Eduardo Emilio Madero Tamargo  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Pablo Preciado Rangel  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
M.E. Víctor Martínez Cueto  
Vocal Suplente

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Isaías de la Cruz Álvarez  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México  
Octubre 2020

Universidad Autónoma Agraria  
ANTONIO NARRO



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRÓNOMICAS**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto de longitud de brote fructífero sobre la viviparidad en la nuez pecanera  
(*Carya illinoensis Koch.*) variedades Western Schley y Wichita.

Por:

**ROBERTO WENCESLAO ORTIZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

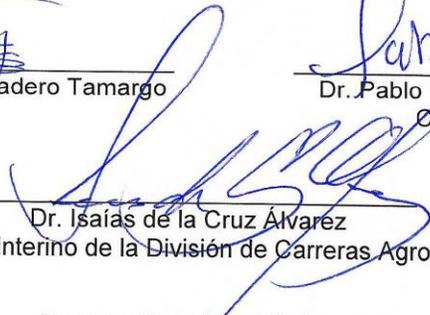
**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
Ph.D. Angel Lagarda Murrieta  
Asesor Principal

  
Ph.D. Eduardo Emilio Madero Tamargo  
Coasesor

  
Dr. Pablo Preciado Rangel  
Coasesor

  
Dr. Isaiás de la Cruz Álvarez  
Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México  
Octubre 2020

Universidad Autónoma Agraria  
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRÓNOMICAS

## AGRADECIMIENTOS

**A Dios**, por cuidarme y guiar mi camino alejando los peligros, percances y accidentes que pudieran hacerme daño.

**Al Ph.D Ángel Lagarda Murrieta**, que ha sido mi asesor y sobre todo por darme la oportunidad de trabajar con él y compartir sus conocimientos.

**Al Dr. Pablo Preciado Rangel**, por su valiosa ayuda en el análisis estadístico de los datos e interpretación de los mismos.

**A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por acogerme estos 4.5 años y por darme la gran oportunidad de terminar esta gran carrera por todos los apoyos que me brindo y por ser una formadora de profesionales.

**A todos los Maestros**, de esta gran universidad que más que maestros se convirtieron en amigos y compartieron sus conocimientos y experiencias de vida que me ayudaron y me ayudaran siempre.

**A todos mis Amigos**, tanto de mi pueblo pero sobretodo de la universidad que más que compañeros de verdad son amigos y fueron una pieza importante en mis estudios por sus consejos su apoyo incondicional y sus experiencias que me ayudaron mucho para terminar esta carrera y a todas aquellas personas que de una u otra manera me ayudaron en cierta forma.

## DEDICATORIA

**A Dios**, por darme esta oportunidad de superación, por las fuerzas que me da para salir adelante a pesar de los tropiezos de la vida.

**A mis padres** Roberto Wenceslao Olgúin y Bernardina Ortiz Canjay por darme la vida todo su apoyo y regalarme esta oportunidad de superación personal y por estar ahí siempre que lo he necesitado.

**Mis hermanos** Marlen y Fernando por que han sido un gran pilar en mi vida un apoyo incondicional que siempre lo he tenido por todo su cariño y consejos que me han dado y que me han ayudado para llegar a este gran paso tan importante.

**Mis familiares** primos; Juan Pablo Wenceslao y Víctor Daniel Ortiz, que me han apoyado moral para lograr terminar mis estudios y han sido un apoyo incondicional.

## RESUMEN

La ' Viviparidad' o germinación prematura de la semilla, es un fenómeno que se reporta en algunas especies cultivadas y consiste en la continuación del crecimiento de la semilla (Germinación) al momento de alcanzar la maduración del fruto, aun cuando se encuentra en el seno de la planta madre.

Para esto, el fin de conocer los fenómenos que hacen que la germinación se lleve a cabo, es saber cómo podemos controlar la germinación en un futuro.

El objetivo es conocer el efecto de la longitud de brotes sobre la germinación prematura de la nuez en las variedades Western Schley y Wichita

Los resultados obtenidos de esta investigación son que las variedades Western Schley y Wichita, se comportaron iguales en general para los siguientes parámetros estudiados: longitud de brote, número de hojas, nueces por racimo, y porcentaje de germinación.

Ya enfocándonos en la comparación entre variedades nos muestra que en todos los parámetros estudiados en las dos variedades y en porcentaje de germinación, resultaron iguales las dos variedades en germinación, pero la Wichita se germina más que la Western Schley.

**Palabras claves:** Viviparidad, Longitud, Brote, Variedades, Efecto de brote.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> -----	<b><i>i</i></b>
<b>DEDICATORIA</b> -----	<b><i>ii</i></b>
<b>RESUMEN</b> -----	<b><i>iii</i></b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> -----	<b><i>vi</i></b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> -----	<b><i>vii</i></b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> -----	<b>1</b>
1.1. Objetivo-----	<b>1</b>
1.2. Hipótesis-----	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> -----	<b>2</b>
2.1. Origen-----	<b>2</b>
2.2. Importancia económica-----	<b>3</b>
2.3. Generalidades del cultivo-----	<b>3</b>
2.4. Fenología-----	<b>3</b>
2.4.1. Dormancia-----	3
2.4.2. Brotación-----	3
2.4.3. Porcentaje de brotación-----	3
2.4.4. Floración-----	4
2.4.5. Crecimiento de brote-----	4
2.4.6. Crecimiento y desarrollo del fruto-----	4
2.4.7. Caída del fruto-----	4
2.4.8. Alternancia-----	4
2.5. Descripción botánica-----	<b>5</b>
2.5.1. Árbol-----	5
2.5.2. Raíz-----	5
2.5.3. Troncos y Ramas-----	5
2.5.4. Hojas-----	6
2.5.5. Flores-----	6
2.5.6. Frutos-----	6
2.6. Requerimientos climáticos, edáficos e hídricos-----	<b>7</b>
2.6.1. Temperatura-----	7
2.6.2. Requerimientos hídricos-----	7
2.6.3. Suelo-----	7
2.6.3.1. Suelos Arenosos-----	7
2.6.3.2 Suelos arcillosos-----	8
2.6.3.3 Suelos francos-----	8
2.7. Reguladores de crecimiento (RDC).-----	<b>8</b>

<b>2.8. Fitohormonas</b> -----	<b>9</b>
<b>2.8.1. Auxinas</b> -----	<b>9</b>
2.8.1.1. Ácido indolacético-----	10
<b>2.8.2. Giberelinas</b> -----	<b>10</b>
2.8.2.1. Actividad fisiológica de las giberelinas-----	10
<b>2.8.3. Citoquininas</b> -----	<b>11</b>
<b>2.8.4. Ácido abscísico</b> -----	<b>11</b>
<b>2.8.5. Etileno</b> -----	<b>12</b>
2.8.5.1. Funciones fisiológica del etileno-----	12
<b>2.10. Taxonomía</b> -----	<b>13</b>
<b>2.11. Variedades</b> -----	<b>13</b>
2.11.1. Wichita-----	13
2.11.2 Western Schley-----	14
<b>2.13. Factores de medio ambiente</b> -----	<b>17</b>
2.13.1. Temperaturas de otoño-----	17
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> -----	<b>28</b>
<b>3.1. Geográfica y clima de la Comarca Lagunera.</b> -----	<b>28</b>
<b>3.2. Características climatológicas</b> -----	<b>28</b>
<b>3.3. Localización del experimento</b> -----	<b>28</b>
3.5. Localización de los árboles-----	29
<b>3.6. Variables, Respuesta a medir</b> -----	<b>29</b>
<b>3.6.1. Número de hojas por brote</b> -----	<b>29</b>
<b>3.6.2. Número de nueces por racimo</b> -----	<b>29</b>
<b>3.6.3. Número de frutos germinados</b> -----	<b>29</b>
3.6.4 Peso de nuez con cascara (gr)-----	30
3.6.5 Peso de nuez sin cascara (gr)-----	30
3.6.6 Porciento de almendra-----	30
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> -----	<b>31</b>
<b>V. CONCLUSIÓN.</b> -----	<b>38</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFIA</b> -----	<b>39</b>
<b>APÉNDICE</b> -----	<b>42</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Porcentajes de nuez germinada y verde, en variedades de nogales, en diferentes regiones productoras (Lagarda et al 2000) -----	17
Cuadro 2. Porcentaje de nuez germinada y verde en variedades de nogal en dos regiones productoras (Lagarda, 1978; Sparks, 1993).-----	18
Cuadro 3.Efecto de la aplicación del riego y ethrel sobre la producción de nuez buena, germinada y verde del cultivar Burkett .INIFAP. (Godoy, 2000) -----	19
Cuadro 4. Fechas de maduración de la nuez de diferentes variedades de nogal pecanero en la Comarca Lagunera.-----	20
Cuadro 5. Porcentaje de nuez germinada, verde y buena en cultivares de nogal pecanero susceptibles de viviparidad. (Lagarda, 1978) -----	20
Cuadro 6. Porcentaje de germinación de nuez en diferentes fechas de cosecha en el cultivar Western. (Godoy C. 2000) -----	21
Cuadro 7. Susceptibilidad de variedades de nuez a la germinación antes de la cosecha. (Godoy C. 2000) INIFAP- CELALA. -----	24
Cuadro 8. Porcentaje de almendra y nueces germinadas bajo tres tratamientos de riego. 1999 - 2000. (Godoy C. 2000) INIFAP - CELALA.-----	24
Cuadro 9. Efecto del aclareo de nuez vía vibrado de árboles (1996) sobre la producción y porcentaje de germinación de la nuez en cinco años consecutivos. (Stein 2001)-----	26
Cuadro 10. Fechas de inicio de maduración de la nuez de diferentes variedades de nogal Pecanero en la Región Lagunera. INIFAP-CELALA. (Lagarda, 2000)---	26
Cuadro 11. Porcentajes de nuez germinada en diferentes Períodos de cosecha. INIFAP _ CELALA. (Lagarda, 2000) -----	27
Cuadro 12 Comparación de variedades. -----	31
Cuadro 13 Comparación de longitud de brote con respecto a las variedades Wertern y Wichita. -----	32
Cuadro 14 Interacciones de longitudes de brote con respecto a variedades -----	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación entre los años de germinación de la nuez y la acumulación de calor durante la maduración de la nuez. INIFAP (Godoy C.2000) -----	22
Figura 2. Acumulación de unidades calor en días con mayor calor de 13.5 unidades calor. En La Comarca Lagunera. (15 años). (Aguilar P. 1986.) -----	23
Figura 3. Efecto de longitud de brote cm sobre número de hojas por brote de las variedades de nogal pecanero; Western Schley y Wichita. -----	33
Figura 4. Efecto de longitud de brote (cm) sobre las nueces producidas por racimo en las variedades Western Schley y Wichita, de nogal Pecanero. -----	34
Figura 5. Efectos de la longitud de brote (cm) sobre el porcentaje de germinación en las variedades western Schley y Wichita, de nogal Pecanero. -----	35
Figura 6. Efecto de longitud de brote fructífero (cm) sobre peso de nuez con cascara son tres nueces por racimo de nogal Pecanero: Western Schley y Wichita. -----	35
Figura 7. Efecto de longitud de brote fructífero (cm) sobre peso de nuez sin cascara las variedades de nogal Pecanero: Western Schley y Wichita. -----	36
Figura 8. Efecto de longitud de brote fructífero (cm) sobre el porcentaje de almendra de las variedades de nogal Pecanero: Western Schley y Wichita. -----	36

## I. INTRODUCCIÓN

En México, las zonas productoras de nuez se localizan en los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango y Sonora. La superficie establecida con este cultivo es de aproximadamente 60 mil hectáreas, de las cuales 97% es regada con agua del subsuelo por el método superficial. Para las condiciones de clima de estas zonas productoras de nuez, un rendimiento promedio de 2 a 2.2 toneladas por hectárea es más cercano al límite superior que el árbol puede producir con una almendra aceptable; por arriba de ese valor, el porcentaje de almendra y el tamaño de la nuez invariablemente disminuyen, incrementando significativamente la presencia de nuez germinada y ruezno pegado (Sparks 1995 *et al*).

### 1.1. Objetivo

Analizar el efecto de la longitud de brotes sobre la viviparidad de la nuez sobre las variedades Western Schley y Wichita

### 1.2. Hipótesis

H0 La longitud de los brotes influye sobre la inducción de la viviparidad

H1 La longitud no influye en la inducción de la viviparidad

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Origen

El Nogal es uno de los árboles de frutas comestibles más antiguo del mundo. Originario de Persia, se hallaron referencias de su existencia y a partir del año 7,000 A.C., en la época de los romanos se le considera comida de los Dioses y de ahí su nombre Junglans Regia en honor a Júpiter. (CONAFRUT, 1975). La nuez pecanera tiene sus orígenes en la prehistoria, se han encontrado rastros fósiles en Texas y en el Norte de México indicando su existencia desde antes que los americanos nativos vivieran ahí. El descubrimiento de restos fósiles junto con millones de árboles nativos de nuez pecanera han sido encontrados a lo largo de la mayoría de los arroyos y cauces de ríos en estas regiones (Sur de EUA y Norte de México) indican que el origen de la Nuez Pecanera es en dichas áreas. (CONAFRUT, 1975).

El indio americano construyó su vida y su existencia nómada alrededor de la nuez pecanera como modo de vida. Los arqueólogos han demostrado que la mayor concentración de campamentos indios se albergaba en las áreas inmediatas a las concentraciones de árboles nativos de nuez pecanera. (CONAFRUT, 1975).

Se considera que el nogal pecanero es nativo del norte de México y sur de los Estados Unidos de Norteamérica, la explotación e industria nogalera se inició con árboles criollos hace aproximadamente 400 años. (CONAFRUT, 1975). Los árboles más antiguos se localizan cerca de los ríos o arroyos al suroeste del Estado de Chihuahua en Valle de Allende. (CONAFRUT, 1975). Las escrituras más antiguas sobre la Nuez Pecanera datan de los años 1529 - 1535 hechos por Alvar Nuño Cabeza de Vaca, en sus testimonios identifica el consumo de la nuez como un fruto silvestre en las tribus indígenas, el cual obtenían de árboles vigorosos que se encontraban próximos a los márgenes de los ríos. (CONAFRUT, 1975).

## **2.2. Importancia económica**

Es un árbol de gran importancia económica, tanto por la producción de los frutos como por el leño, siendo una de las especies frutales más rentable actualmente. La mayoría de los países productores de nueces han aumentado su escala operativa para reducir el costo en la adquisición de los insumos, así como para el procesamiento de la nuez, donde se ha logrado avanzar tanto en la presentación del producto como en la diversificación de usos para lograr un producto diferenciado. (Santibáñez, E. 1992)

## **2.3. Generalidades del cultivo**

El pecan es un árbol que se puede utilizar para múltiples propósitos: Frutal, ornamental e industrias derivadas. Su fruto se consume durante todo el año gracias a su valor nutritivo, y su madera por las características que presenta, puede ser utilizada en ebanistería y otros usos (Madero, 2007).

## **2.4. Fenología**

### **2.4.1. Dormancia**

Durante el reposo invernal, la actividad metabólica y el crecimiento de los arboles caducifolios se reducen al mínimo, lo que les permite resistir el frío en esa época. En el nogal pecanero el reposo profundo comprende los meses de diciembre, enero y febrero (Wolstenholme 1990).

### **2.4.2. Brotación**

En el nogal esta fase se considera cuando la yema se hincha y desprende la escama externa, quedando expuesta la escama interna de color amarillo limón. El primordio foliar aparece días después, de color verde claro, cuando cae la escama interna. La época típica de brotación en dos regiones nogaleras de Chihuahua, la ocurrencia de la fase varía entre regiones y la variedad Wichita generalmente es más temprana que la Western. (Wolstenholme 1990).

### **2.4.3. Porcentaje de brotación**

Es la proporción entre yemas totales y brotes emitidos por una ramilla de un año de edad. Debido a la dominancia el porcentaje de brotación de los nogales es bajo.

En nogales jóvenes la poda de despunte mejora la brotación lateral y en arboles adultos lo hace la aplicación de dosis baja de cianamida hidrogenada (Tarango 2001). El que el árbol tenga más brotes (lateral) significa más área foliar y más puntos de fructificación, lo que conviene a la producción

#### **2.4.4. Floración**

La mayoría de las variedades de nogal pecanero son parcial o completamente dicogamica, por lo que la polinización cruzada es necesario o conveniente (Sparks 1992). Western es una de las variedades con menor grado de dicogamia, cuyo periodo de receptibilidad de estigma es bien cubierta por Wichita y complementado por ideal (erróneamente llamada Bradley); a su vez Wichita es bien polinizado por Western. (Marquerd, 1990).

#### **2.4.5. Crecimiento de brote**

En nogales adultos, el periodo de crecimiento del brote comprende de finales de marzo a mediados de junio, pero la época de crecimiento rápido se presenta de principios de abril a mediados de mayo. Esto es, en los 45 días posteriores a la brotación ocurre el 75% del crecimiento total del brote (Marquerd, 1990).

#### **2.4.6. Crecimiento y desarrollo del fruto**

El fruto del nogal pecanero exhibe dos etapas fenológicas claramente definidas: 1) crecimiento de la nuez y desarrollo del endospermo líquido 2) llenado de la almendra y crecimiento del embrión (Storey 1970).

#### **2.4.7. Caída del fruto**

De manera natural los nogales tiran flores y frutos prácticamente durante todo el ciclo vegetativo. El grado de caída está influenciado por las variedades, el manejo de los árboles y factores ambientales (Sparks 1992). La caída de fruto en desarrollo es diferente entre variedades y años, y western y Wichita son genotipos que muestran menor tendencia a este fenómeno (Tarango, 1989).

#### **2.4.8. Alternancia**

Los nogales tienen una tendencia natural a producir cosechas altas y bajas en años sucesivos (producción irregular), condición que se acentúa cuando el manejo de la

nogalera es ineficiente. Cuando la variación y el rendimiento anual son amplios se afecta la economía de la huerta (Sparks 1992). El grado de alternancia difiere entre variedades de nogal, condiciones de manejo y entre regiones (Núñez, 2001).

## **2.5. Descripción botánica**

El nogal pecanero (*Carya illinoensis*) pertenece a la familia de las juglandáceas al género *Carya* y la especie *illinoensis*. El nombre común es nuez pecan o pecana (Frusso, 2007).

El nogal es una especie de las caducifolias (Arreola, et al. 2002).

### **2.5.1. Árbol**

El árbol alcanza una altura de 30 metros y llega a una edad superior a los 100 años produciendo en ese momento más de 100 kilogramos de nueces por planta (Frusso, 2007).

### **2.5.2. Raíz**

La raíces del nogal pecanero son pivotantes, fuertes y fibrosas, en su parte superior, carece de pelos radicales o absorbentes raíces alimentadoras tiernas y frágiles que dependen obligadamente de hongos micorrizas para su óptimo funcionamiento (Rivero *et al.*, 2004).

Las raíces se extienden en su radio que se enancha horizontalmente hasta abarcar un área semejante o mayor alcanzada por el follaje pudiendo llegar a desarrollarse a una profundidad de 3.6 a 5.4 metros al momento de la madurez esto se debe a que las capas profundas del suelo no encuentran sustancias nutritivas y debajo de 1.5 a 2 metros de profundidad la compactación de la tierra impide que las raíces puedan respirar con facilidad. Cuando estas se encuentran en aguas estancadas detienen su desarrollo (Camargo, 2001).

### **2.5.3. Troncos y Ramas**

Existe nogales con troncos de más de 3 metros de diámetros estos por lo general son nativos o silvestres, se elevan rectos y su ramificaciones empiezan a las 10 metros de altura. Estas características diferencian los arboles criollos en estos generalmente su tronco es más corto y su ramificación empieza desde abajo. Un nogal adulto con alimentación equilibrada deberá tener un crecimiento anual de 10

a 35 cm de longitud de sus ramas y aumento del diámetro del tronco no menor de 2.5 cm al año (Camargo, 2001).

#### **2.5.4. Hojas**

Son compuestas dispuestas en forma alternada, imparipinadas, con 11 a 17 folíolos de forma oblongo- lanceoladas, glabras y de borde acerrado. (Frusso, 2007).

Las hojas del nogal criollo, comparados con los injertados, es una característica física para poder diferenciarlos antes de los primeros 5 a 6 años de edad. Las hojas de los nogales criollos tienen vellosidades y son de color verde ligeramente grisáceo, las de nogal injertado son “glabras”, es decir carecen de pelos, su color verde es más brillante, el acerrado del margen es diferente y más notable, las hojas contribuyen directamente en el desarrollo de las nueces y proveen de reservas alimenticias que son almacenados en los tallos y las raíces, las cuales servirán para el crecimiento del árbol y desarrollo de las nueces del año siguiente (Camargo, 2001).

#### **2.5.5. Flores**

El nogal es una planta monoica lo cual significa que tiene flores femeninas y masculinas en el mismo árbol (Camargo, 2001).

Las flores masculinas, están compuestas por tres amentos, péndulos los cuales están unidos por unos pedúnculos. Estos amentos se disponen sobre el tercio apical de ramas del último año teniendo de 72 a 123 flores individuales. Cada flor individual contiene de 3 a 7 estambres con alteras oblongas, presentando 4 sacos polínicos de dehiscencia longitudinal (Frusso, 2007).

Las flores femeninas, están compuestas por flores en números que oscilan entre 3 y 10. El estigma es un carácter que sirve para identificar los cultivares debido a que presentan una forma y coloración características (Frusso, 2007).

#### **2.5.6. Frutos**

Los frutos se desarrollan en racimos de la flores femeninas por lo general de 3 a 9, pero cuando el árbol esta viejo solo produce una por racimo; el fruto del nogal es clasificado botánicamente por una drupa; estas drupas tienen una capa verde carnosa de sabor amargo llamado ruezno (mesocarpio) que al madurar se vuelve

negra a lo largo dejando la nuez libre, la parte dura de la nuez protege a la almendra (Camargo, 2001).

## **2.6. Requerimientos climáticos, edáficos e hídricos**

### **2.6.1. Temperatura**

Para que la nuez pecanera crezca normalmente, requiere una temperatura media en el periodo de crecimiento de alrededor de 23 °C y un periodo libre de heladas entre 180 y 280 días. Necesitan acumular además entre 250 y 550 horas de frío efectivos (debajo de 7 °C). Cuando la acumulación de estas horas supera a las 500 se obtiene rendimientos mayores que cuando acumularon solo 300 horas fríos (Casaubon, 2007).

### **2.6.2. Requerimientos hídricos**

El mínimo de precipitación anual que requiere se aproxima a 750 mm, mientras que el máximo se ubica en el orden de 2,000 mm. Durante la estación de crecimiento deben producirse por lo menos 500 mm de precipitación, la temperatura media del verano puede alcanzar hasta 27 °C, con valores extremos entre 41 y 42 °C la temperatura media del invierno varía entre -1 y 10 °C, con extremos entre -18 y -29 °C (Sierra, *et al*, 2007).

Hay que considerar que los riegos para este cultivo deben programarse desde marzo a septiembre, así también que el nogal es un cultivo perenne, de vida para varias generaciones; es prudente asegurar este recurso por tiempo indefinido recomendando 1 litro/segundo -1. Para una hectárea de este cultivo (Herrera, 1993).

### **2.6.3. Suelo**

El suelo es un factor esencial para el desarrollo de la nuez pecanera. A continuación se mencionan los tipos de suelo recomendables para el buen desarrollo de la nuez pecanera. (Casaubon, 2007).

#### **2.6.3.1. Suelos Arenosos**

Son suelos de textura gruesa, muy sueltos y con bajas capacidad de retención de agua.

### **2.6.3.2 Suelos arcillosos**

Son suelos de textura fina, muy duros, compactos cuando están secos y moldeables con húmedos. Estos suelos dificultan el drenaje del agua y obstaculizan el desarrollo de las raíces. (Casaubon, 2007).

### **2.6.3.3 Suelos francos**

Son suelos de características intermedias; son los ideales para el cultivo. Prefieren los suelos profundos, permeables y sueltos de textura media (Francos- Limosos; Francos- Arcilloso– arenosos; Areno-limosos) con buen drenaje de agua, ricos en nutrientes y con un pH levemente ácido a neutro (6.5 a 7.0) (Casaubon, 2007).

Como la raíz del nogal es pivotante, la profundidad es importante porque significa la cantidad de suelo con que cuenta la planta para el desarrollo de su raíz. Suelos profundos y sueltos facilitan el desarrollo del sistema radical importante, que le permite a la planta sustentar en el futuro altas producciones de frutos y soportar los vientos fuertes. La permeabilidad facilita el drenaje interno del agua. La textura media facilita además la programación de los riegos necesarios para mantener una adecuada humedad para el desarrollo del nogal (Casaubon, 2007).

## **2.7. Reguladores de crecimiento (RDC).**

Los reguladores de crecimiento son sustancias que inhiben los crecimientos de las plantas, principalmente en el alargamiento, provocando no por regla general de formaciones y otros efectos Fito tóxicos al usarlas a concentraciones inadecuadas. L Reguladores de crecimiento se usan fundamentalmente para:

- Ralea fruta.
- Promover o incrementar el retorno de floración.
- Promover la maduración más pareja y temprana.
- Reducir la floración.
- Mejorar la calidad de la fruta.
- Mejorar el color.
- Disminuir el rosetado y el raje de los frutos.
- Atrasar la madurez.
- Mejorar la conservación.
- Incrementar la emisión de las ramas laterales.

- Alterar el formato de los frutos.
- Disminuir la caída de los frutos antes de la cosecha.

El uso de reguladores de crecimiento para controlar el tamaño del árbol ha atraído mucho interés, pero nunca ha sido aceptado como una práctica comercial (Leszek S. y Jankiewicz. 2003).

## **2.8. Fitohormonas**

Las fitohormonas pertenecen a cinco grupos conocidos de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhiben propiedades fuertes de reguladores de crecimiento de las plantas. Se incluye el etileno, auxinas, giberelinas, citocininas, y ácido abscísico, cada uno con sus estructuras particulares y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta. ( Leszek S. y Jankiewicz. 2003)

Para crecer las plantas no solo necesitan agua y luz del sol, sino que además se sabe que existen otros factores internos, los cuales dominan el desarrollo del crecimiento de la planta. Dichos factores se denominan fitohormonas u hormonas vegetales.

Las características compartidas de este grupo de reguladores del desarrollo consiste en que son sintetizados por la planta, se encuentra en muy bajas concentraciones en el interior de los tejidos y pueden actuar en el lugar en el cual son sintetizados en otro lugar, concluimos que estos reguladores son transportados en el lugar de la planta. .( Leszek S. y Jankiewicz. 2003)

Regulación de crecimiento que estos factores producen en las plantas no dependen de una sola fitohormona, más bien, de la integración de muchas de estas en el tejido en el cual coinciden las siguientes. (Leszek S. y Jankiewicz. 2003)

### **2.8.1. Auxinas**

Las auxinas se caracterizan por su capacidad para inducir la elongación de las células de la parte aérea de la planta. La mayoría de los derivados de las auxinas son compuestos que tienen anillo de indól, fenoxil, benceno, o naftaleno. El AIA ¿??? es una auxina natural. Entre las auxinas sintéticas se pueden citar al 2,4-D (herbicida), y al ácido naftalenacético (NAA) que promueve la floración en la piña.

Otros que tienen la misma función que las auxinas son: 2, 4,5-T, MCPA, IBA, Picloram. Las auxinas se producen en el meristemo apical, en hojas y raíces jóvenes. Las auxinas que se producen en la parte aérea se mueven hacia abajo de la planta y las que se producen en la raíz son transportadas a la parte aérea. (Leszek S. y Jankiewicz. 2003)

#### **2.8.1.1. Ácido indolacético**

1. Promueven el alargamiento de las células (geotropismo, fototropismo). En esto influye la concentración de AIA. En cultivo de tejidos el AIA promueve el alargamiento de las células meristemáticas.
2. Inhiben las yemas laterales.
3. Retrasan o evitan la abscisión de las hojas.
4. En bajas concentraciones el AIA promueve la elongación de la raíz, estimula la formación de raíces adventicias.

En esta acción intervienen todas las hormonas (interacción), no únicamente el AIA. En la planta existe un sistema enzimático que inactiva o destruye al AIA). (Leszek S. y Jankiewicz. 2003)

#### **2.8.2. Giberelinas**

Grupo de reguladores que estimulan el crecimiento del tallo, influyen en el enanismo, en la dormancia y en la floración. Las giberelinas son diterpenoles de 4 a 5 anillos (18 a 20 carbonos). La más común de las giberelinas es el ácido giberelico, el primero en ser descubierto. El más usado es el G3, por ser fácil de obtener, sintéticamente. (Leszek S. y Jankiewicz. 2003)

##### **2.8.2.1. Actividad fisiológica de las giberelinas**

Promueven el crecimiento del tallo, elongación de los entrenudos, el incremento en el tamaño de la célula y en la división celular. Las plantas enanas tienen una baja concentración de ácido giberelico. Si se les proporciona, crecen.

Las giberelinas afectan el tamaño de los órganos de la planta. Incrementan el tamaño de hojas, flores y frutos (uva).

En tomate incrementan la fijación de frutos.

Dormancia. Rompen la dormancia de las yemas en tomate. En lechuga la giberelina suple los requerimientos de luz, para la promoción de la germinación. Promueve la germinación de semillas en dormancia.

En algunas especies puede substituir los requerimientos de frío, (en plantas bianuales como la col y la zanahoria).

En plantas de día largo reemplaza los requerimientos del fotoperiodo para floración. El ácido giberelico también actúa en la germinación de algunas semillas. El AG se mueve del endospermo hacia las capas de aleurona donde estimula la secreción de enzimas hidrolíticas, especialmente de la  $\alpha$ -amilasa la cual digiere el almidón, fitina, proteínas, ARN, etc., presentes en el endospermo (almacén de alimentos). La acción de la giberelinas también pone disponible la reserva de elementos minerales (Leszek S. y Jankiewicz. 2003)

### **2.8.3. Citoquininas**

Estimulan a las citoquinasas, grupo de reguladores que estimulan la división celular en presencia de las auxinas. Al igual que las auxinas, retrasan el envejecimiento de las hojas. La primer Citoquininas descubierta fue la quinetina.

Función fisiológica: Las Citoquininas se sintetizan en la raíz y son transportadas por el xilema a la parte aérea de la planta. Su función es:

1. Promover la división celular y la formación de órganos. Interacciona principalmente con las auxinas.
2. Retrasa la senescencia de hojas, frutos, y otros órganos. Inhibe la degradación de la clorofila.
3. Promueve el desarrollo de yemas laterales.
4. Actúa en el desarrollo del embrión en la semilla.
5. Incrementa la expansión celular (alargamiento).
6. Promueve el desarrollo de los cloroplastos.

Todas las hormonas trabajan unidas en la organización y coordinación de las funciones de la planta. (Leszek S. y Jankiewicz. 2003)

### **2.8.4. Ácido abscisico**

Esencialmente es un inhibidor de las funciones de la planta. Es un regulador que inhibe el crecimiento celular del follaje y acelera la abscisión de los pecíolos de las hojas y de las yemas. El nivel de ABA es alto en las yemas y semillas en dormancia. El ABA trabaja de manera opuesta a las auxinas. Si el AIA promueve el crecimiento, el ABA lo inhibe. Inhibe la germinación de la lechuga, la cual es promovida por la luz. Inhibe

la síntesis de  $\alpha$ -amilasa y, por lo tanto, la germinación. El ABA también es un indicador de “estrés”. La aplicación de ABA a las hojas ocasiona que el estoma pierda turgor y cierre las células guardia. Funciona en la apertura y cierre de las estomas. (Leszek S. y Jankiewicz. 2003)

### **2.8.5. Etileno**

Al igual que todas las hormonas, es un gas hidrocarburo no saturado, volátil. En algunos casos el Propileno, el Acetileno y el CO actúan como el Etileno; tienen algunas actividades regulatorias. El etileno y el CO se producen en la planta. (Leszek S. y Jankiewicz. 2003)

#### **2.8.5.1. Funciones fisiológica del etileno**

1. Inhibe la elongación del tallo, raíz y hojas
2. Causa la epinastia de los pecíolos (inclinan).
3. Induce la floración en el mango y en la piña, pero en la mayoría de las especies la inhibe.
4. Estimula la maduración de los frutos.
5. Incrementa la abscisión de hojas y frutos (disminuye el AIA e incrementa el etileno).

En algodón, frijol y chícharo, el etileno ocasiona que el hipocotilo se “curve”, lo cual hace que el tallo adquiera una mayor resistencia y fuerza para su emergencia del suelo. Después de esto el nivel de etileno disminuye dramáticamente. La presión aplicada por el tallo correlaciona positivamente con el contenido de etileno, por lo que es muy importante en la germinación y emergencia de algunas especies. (Leszek S. y Jankiewicz. 2003)

## 2.10. Taxonomía

Clasificación científica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fagales
Familia:	Juglandaceae
Género:	Carya
Especie:	<b>illinoensis</b>

## 2.11. Variedades

### 2.11.1. Wichita

Los arboles producen buen follaje, entran en producción a temprana edad, son productivos y maduran al empezar el otoño (alrededor de una semana antes que Western). El árbol de Wichita retiene su follaje tarde en otoño, el cual ayuda a la maduración de la almendra. Los árboles son moderadamente verticales, se desarrollan rápidamente y ramifican bien cuando son jóvenes. (Viveros Esparza)

Los árboles son susceptibles a la deficiencia de zinc, requiriendo un programa adecuado de aplicaciones de este elemento para el desarrollo apropiado de la hoja, y crecimiento del árbol. La falta de humedad afecta más al árbol Wichita que al árbol Western, ocasionando mayor ruezno pegado si hay escases de agua al final del ciclo; esto también puede suceder si se presenta una helada temprana.---

Cada racimo produce de 3 a 5 nueces, aunque 7 o más también es común, un número alto de nueces por racimo usualmente ocurre en los años de producción alta. La nuez tiende a ser más pequeña en años de mucha producción, pero usualmente llena bien. De hecho, las nueces Wichita tiene cascara delgada y

tienden a llenar lo más posible lo que ocasiona que la almendra se parta ligeramente al descascararse.(Viveros Esparza)

Por su buen tamaño la nuez de variedad Wichita es de doble propósito. Puede ser vendida para descascararse o bien vender al menudeo con cascara. Los árboles Wichita liberan el polen tarde (protogínica) y es un buen polinizador de variedades protándrica como Western Schley y Pawnee. Los arboles Wichita tienden a iniciar dormancia más tarde que otras variedades; esto puede causar un problema en las huertas, especialmente en árboles jóvenes, cuando las bajas temperaturas ocurren a principios de otoño, un buen manejo del agua a fines del verano y principios del otoño, así como evitar fertilizaciones nitrogenadas después del 30 de junio, puede ayudar al árbol a iniciar una dormancia temprana, especialmente en árboles en crecimiento, lo que disminuye la posibilidad de que sean dañados por las heladas tempranas de otoño o sufrir daños en el invierno. (Viveros Esparza)

### **2.11.2 Western Schley**

Es el árbol más popular y preferido por los productores de Coahuila, y otras regiones del norte del país. Es una selección nativa de gran adaptación de las zonas desérticas y semidesérticas, muestra cierta tolerancia a la deficiencia de zinc, sin embargo necesita aplicaciones de este elemento menor para un buen desarrollo (Núñez, 2001).

Regularmente precoz en la maduración del fruto, necesita de la presencia de la variedad Wichita para una buena polinización. Son arboles vigorosos con una buena ramificación con un buen ángulo de apertura (Núñez, 2001).

Necesita un promedio de 300 horas de frío para su brotación: esta variedad tiene un 60% de brotes fructíferos y esto permite tener un buen rendimiento cada año. En esta variedad los brotes de 15 a 30 cm de longitud con hojas grandes son suficientes para una buena cosecha (Núñez, 2001)

## 2.12. Germinación (viviparidad)

La viviparidad o germinación prematura de la semilla, es un fenómeno que se reporta en algunas especies cultivadas y consiste en la continuación del crecimiento de la semilla (Germinación), al momento de alcanzar la maduración del fruto ,aun cuando se encuentra en el seno de la planta madre. El fenómeno se ha reportado en nogal, mangle, maíz, trigo, maguey y otros. (McCarty 1995).

La germinación de la nuez antes de la cosecha es un fenómeno que ocurre en algunas plantas cultivadas al cual se le conoce como viviparidad. Este fenómeno consiste en el hecho de que la semilla tiene la habilidad de continuar su crecimiento al alcanzar e iniciar su proceso de germinación estando aún el árbol madre.

La viviparidad es el resultado de juntar una serie de factores de tipo genético ambiental que favorecen la germinación de la nuez antes de cosecharla.

Los factores más importantes para provocar la germinación de la nuez son:

- 1) Genético
- 2) Temperaturas altas de crecimiento durante la maduración de la nuez ( día y noche)
- 3) Presencia de periodos de sequía durante el desarrollo de la nuez
- 4) Fecha de cosecha
- 5) Condiciones de carga que tenga el árbol.

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.

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 1978).

La germinación prematura de la nuez en zonas con otoño caliente, es un problema de gran magnitud ya que existen 35,000 hectáreas susceptibles de padecer el problema, con 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 \$70,000,000 de pesos por temporada. (Lagarda 1978).

La variedad es el primer factor que se debe considerar para evitar que este fenómeno se presente de manera frecuente. De acuerdo a la información disponible, se realizó la siguiente clasificación de variedades de nuez de acuerdo a su susceptibilidad de germinación prematura, (Lagarda, 1978).

El riesgo que implica la pérdida de valor de la cosecha por la germinación prematura de la nuez, hace que en años extremos con la presencia del problema, los productores alcancen ganancias mínimas o no alcancen a pagar los gastos de producción. Por lo anterior es necesario profundizar el entendimiento del fenómeno para con ello plantear estrategias que garanticen el control de germinación de la nuez abajo del 10%., (Lagarda, 1978).

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, McCarty 1995).

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 (Acido Abscisico) en los tejidos de la semilla, evitando así la germinación de la semilla. (Lipe *et al* 1969)

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 2000).

- 1.- Variedades de nuez pecanera 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.

La germinación prematura de la nuez (viviparidad), es un mecanismo de sobrevivencia que han desarrollado las especies nativas de plantas, para asegurar su perpetuidad ; en arboles 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. (Godoy, 2000).

## **2.13. Factores de medio ambiente**

### **2.13.1. Temperaturas de otoño**

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, Wood 1993).

Cuadro 1. Porcentajes de nuez germinada y verde, en variedades de nogales, en diferentes regiones productoras (Lagarda *et al* 2000)

<b>Variedad</b>	<b>% nuez germinada Delicias, Chih.</b>	<b>% nuez germinada Laguna</b>	<b>% nuez germinada Zaragoza, Coah.</b>
<b>Western</b>	0	3.7	5.4
<b>Wichita</b>	0	2.6	9.0
<b>Mahan</b>	0	37.5	15.6

Cuadro 2. Porcentaje de nuez germinada y verde en variedades de nogal en dos regiones productoras (Lagarda, 1978; Sparks, 1993).

VARIEDAD	% NUEZ GERMINADA		% DE NUEZ VERDE	
	DELICIAS	LAGUNA	DELICIAS	LAGUNA
<b>Western</b>	0	3.7	9.7	3.4
<b>Wichita</b>	0	2.6	4.6	7.5
<b>Mahan</b>	0	37.5	25.0	39.6

Cuando el productor ha seleccionado el sitio y la variedad, algunas consideraciones pueden tomarse para prevenir el problema de germinación de la nuez antes de la cosecha.

La humedad del suelo es muy importante para provocar la germinación de la nuez. De acuerdo a experiencias sobre el manejo del agua, se ha demostrado que el ruezno de la nuez abre más fácilmente cuando tiene buena disponibilidad de agua durante la época de maduración del fruto (15- 20 septiembre), permitiendo así de humedad que favorece la germinación. (Cuadro 5) (Godoy C.2000)

La humedad del suelo favorece la maduración de la nuez lo cual se muestra con la apertura del ruezno; sin embargo, éste último debe separarse en sus gajos para permitir la pérdida de agua de la nuez y con ello permitir la maduración normal de la nuez evitando su germinación y favoreciendo la cosecha temprana de las mismas. (Lagarda, 1978; Sparks, 1993).

Muchos esfuerzos se han realizado para lograr reducir la germinación de nuez antes de la cosecha. La búsqueda de productos químicos hormonales que promovieran la separación del ruezno se experimentó en 1988; sin embargo, sus resultados no fueron promisorios. (Cuadro 3)

*Cuadro 3. Efecto de la aplicación del riego y ethrel sobre la producción de nuez buena, germinada y verde del cultivar Burkett .INIFAP. (Godoy, 2000)*

TRATAMIENTO	% NUEZ BUENA	% NUEZ GERMINADA	% NUEZ VERDE
<i>Testigo Riego</i>	61.9	36.6	2.2
<i>Ethel 500 ppm. Riego</i>	23.3	74.4	2.3
<i>Testigo</i>	51.2	42.4	6.5
Ethrel 500 ppm.	65.4	30.8	3.7
750ppm.	72.3	24.0	3.6
1000ppm.	50.3	47.0	2.4

La época de cosecha en la Comarca Lagunera se ha generalizado, establecerlas 2 semanas después de que ocurre el desprendimiento del ruezno, de la cáscara de la nuez, correspondiendo en tiempo a iniciar la cosecha a partir del primer día de octubre para La Comarca Lagunera. (Cuadro 4)

Cuadro 4. Fechas de maduración de la nuez de diferentes variedades de nogal pecanero en la Comarca Lagunera.-----

<i>1-10 SEPT.</i>	<i>11-20 SEPT.</i>	<i>21-30 SEPT.</i>	<i>1-10 OCT.</i>
<b>Western</b>	<b>Cape Fear</b>	<b>Mahan</b>	
<b>Mohawk</b>	<b>Wichita</b>		
<b>Cheyenne</b>	<b>Texas</b>		
<b>Frutoso</b>			
<b>Barton</b>	<b>Choctaw</b>		

El riego que la nuez tenga, es muy importante para alcanzar una maduración completa y además permite también que la nuez alcance un alto porcentaje de la nuez buena (Sparks, 1993). Se ha demostrado que iniciar la cosecha 15 días después de la maduración del fruto, o sea cuando la cascara de la nuez se despega del ruezno, es la mejor estrategia para evitar la germinación de la nuez antes de cosecharla. (*Cuadro 4*).

Cuadro 5. Porcentaje de nuez germinada, verde y buena en cultivares de nogal pecanero susceptibles de viviparidad. (Lagarda, 1978)

<i>VARIEDAD</i>	<i>MADURACIÓN</i>	<i>% DE GERMINACION DE NUEZ</i>	
		<i>EN PERIODOS DE COSECHA</i>	
		<i>10 - 20 DDM*</i>	<i>21-40 DDM</i>
<b>Wichita</b>	<b>8-14sep.</b>	<b>2%</b>	<b>7.3%</b>
<b>Choctaw</b>	<b>15-17sep.</b>	<b>0.6%</b>	<b>6.0%</b>
<b>Cheyenne</b>	<b>10-15sep.</b>	<b>1.3%</b>	<b>15%</b>
<b>Shawnee</b>	<b>10-15sep.</b>	<b>2.5%</b>	<b>24.8%</b>

**\*DDM: Días después de maduración.**

La información existente sobre los períodos de cosecha en las variedades de nuez pecanera, sugieren que su determinación disminuye notablemente los porcentajes de nuez germinada, ya que induce la pérdida de agua del fruto evitando así su germinación; además se han observado que la cosecha temprana de la nuez una vez que han alcanzado su maduración, favorecen la obtención de mayor calidad de almendra, en especial por adquirirse colores más claros.

Para el caso de las variedades de nuez más comunes en la región del norte de México como en la variedad Western, se han estudiado los periodos de la época de cosecha temprana y se han demostrado que el período de la cosecha sin problema de germinación son los primeros 40 días después de la maduración de la nuez. (Cuadro 6)

Cuadro 6. Porcentaje de germinación de nuez en diferentes fechas de cosecha en el cultivar Western. (Godoy C. 2000)

<i>DÍAS DESPUES DE</i>	<i>% NUEZ</i>	<i>% NUEZ</i>	<i>No. NUEZ</i>
<i>MADURACIÓN</i>	<i>GERMINADA</i>	<i>VERDE</i>	<i>BUENA</i>
<b>7</b>	<b>0</b>	<b>4.8</b>	<b>2084</b>
<b>14</b>	<b>0.7</b>	<b>4.2</b>	<b>3420</b>
<b>21</b>	<b>0.4</b>	<b>2.8</b>	<b>5157</b>
<b>28</b>	<b>0.7</b>	<b>1.4</b>	<b>4368</b>
<b>35</b>	<b>0.5</b>	<b>4.5</b>	<b>1563</b>
<b>42</b>	<b>0.4</b>	<b>3.1</b>	<b>3532</b>
<b>49</b>	<b>1.0</b>	<b>3.3</b>	<b>5020</b>
<b>56</b>	<b>4.9</b>	<b>4.7</b>	<b>3545</b>

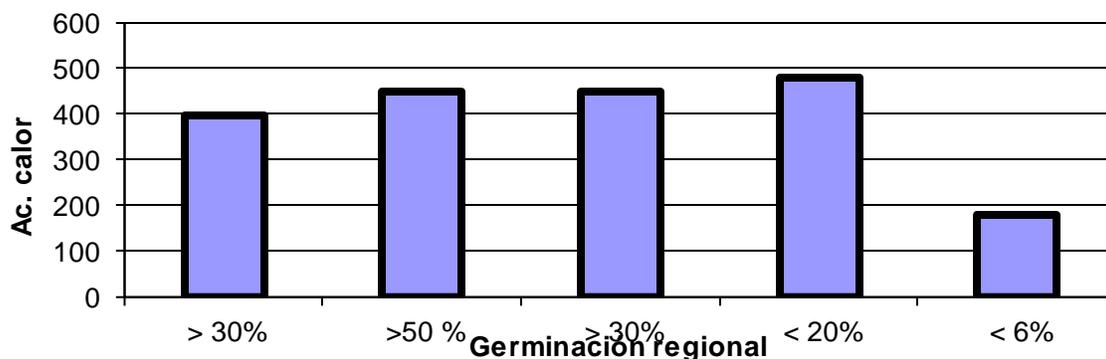
La variedad Western, que tiene una susceptibilidad aceptable a la germinación de nuez, permite que los siguientes 40 días a la maduración de la nuez pueda ser cosechada sin causar pérdidas por Viviparidad. (Godoy C.2000)

Lo anterior permite concluir que para lograr buenos resultados en la calidad de la nuez y no perder ésta por el problema de la germinación antes de la cosecha, es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos: (Godoy C.2000)

- 1.- Cosechar 15 días después de iniciada la maduración de la nuez.
- 2.- Mantener buena condición de humedad del suelo a la maduración del fruto.
- 3.- Seleccionar variedades que no sean muy sensibles a la viviparidad.

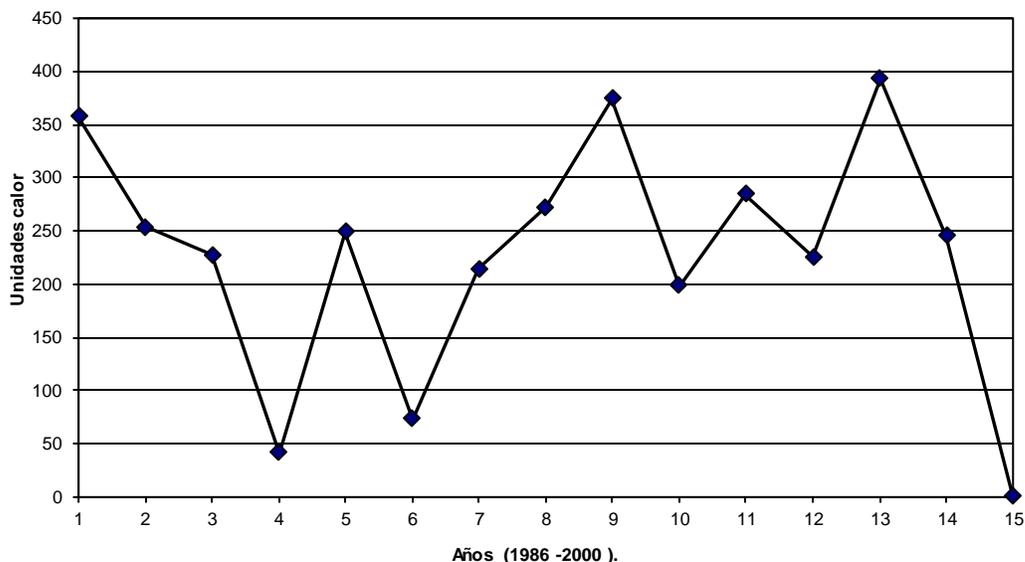
La relación que existe entre la presencia de nuez germinada y las temperaturas altas (Acumulación de unidades Calor) durante el período de septiembre 15 - Octubre 15 en la Comarca Lagunera, se observó que la germinación de la nuez se presentó en porcentajes superiores al 20%, siempre que se tuvieron acumulaciones de unidades calor superiores a las 300 U.C. Considerando solo aquellos días que acumularon más de 13.5 U.C. (Cuadro 6). (Godoy C.2000)

Figura 1. Relación entre los años de germinación de la nuez y la acumulación de calor durante la maduración de la nuez. INIFAP (Godoy C.2000)



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

Figura 2. Acumulación de unidades calor en días con mayor calor de 13.5 unidades calor. En La Comarca Lagunera. (15 años). (Aguilar P. 1986.)



La acumulación de calor en el período de septiembre a octubre, cuando se inicia y desarrolla el período de la maduración de la nuez, en lugares como la Comarca Lagunera, tiene diferentes expresiones de temperatura, así podemos hacer notar que en un período de 15 años de observación solo 3 años 20%, presentaron temperaturas de baja acumulación de calor ( $< 200$  U.C.) que controla la germinación de la nuez. 8 años, 50% de los años estudiados, tienen una acumulación superior a las 250 U.C., que es el límite de calor, donde se dispara la germinación de la nuez; indicando que en regiones con otoños calientes un porcentaje alto de los años de cosecha de nuez son viables para la germinación prematura de la nuez.

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.

Cuadro 7. Susceptibilidad de variedades de nuez a la germinación antes de la cosecha. (Godoy C. 2000) INIFAP- CELALA.

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

Una vez seleccionados el sitio y las variedades, el productor debe considerar una estrategia de manejo de la huerta que prevenga la germinación de la nuez, considerando los siguientes factores:

Manejo del agua de riego:

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. (*Cuadro 7*).

Cuadro 8. Porcentaje de almendra y nueces germinadas bajo tres tratamientos de riego. 1999 - 2000. (Godoy C. 2000) INIFAP - CELALA.

Tratamiento	% almendra		% germinada	
	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
Ago-sept.				
2 riegos	51.0	50.0	19.0	23.1
3 riegos	57.2	56.3	4.0	7.0
4 riegos	58.0	58.0	4.0	5.3

La aplicación de estrés hídrico durante el período de llenado de la almendra es muy dañina, al inducir una mayor germinación de nueces y además reduce notablemente la formación de la almendra. .

El fenómeno de que el agua de riego reduce la germinación de la nuez, se explica porque el ruzno de la nuez, abre más fácilmente cuando tiene buena disponibilidad de agua durante la época de maduración del fruto, permitiendo así la pérdida de humedad en la semilla o sea la nuez y evita de ésta manera la germinación de la nuez. (Lagarda 1978, Sparks 1993 y Godoy 2000). (Cuadro 8)

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 más favorable es cuando éstos alcanzan a tener 50% de los brotes con racimo (Lagarda 1998, Stein 2001); sin embargo dicho balance en arboles 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. (Wood 2000)

Los beneficios del aclareo de frutos en nogal se muestran en el cultivar Wichita, en cinco años consecutivos de observaciones donde se logró 12% de germinación de nuez y aclareando se reportó 8%, sin afectarse notoriamente el rendimiento total de los cinco años. (Wood 2000)

Los efectos del aclareo sobre la germinación de la nuez antes de la cosecha, son más claros en años donde las condiciones ambientales son favorables, que con respecto a la carga de los árboles.

Cuadro 9. Efecto del aclareo de nuez vía vibrado de árboles (1996) sobre la producción y porcentaje de germinación de la nuez en cinco años consecutivos. (Stein 2001)

Tratamiento	Kg. nuez / Árbol						% germinación					
	96	97	98	99	00	x̄	96	97	98	99	00	x̄
<b>Wichita</b>	96	97	98	99	00	x̄	96	97	98	99	00	x̄
<b>Aclareo</b>	23	13	15	37	6	<b>19</b>	2	0	20	7	8	<b>8</b>
<b>S / Aclareo</b>	39	0	18	33	10	<b>20</b>	16	0	22	7	14	<b>12</b>

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.

La época de cosecha en la Comarca Lagunera, se ha establecido ocurrir de 20 - 25 días después del inicio de apertura del ruezno (10%), cuando el 95% de las nueces desprende el ruezno de la cáscara de la nuez; se considera en forma general que se debe iniciar en la región a los primeros días de Octubre. (Cuadro 9)

Cuadro 10. Fechas de inicio de maduración de la nuez de diferentes variedades de nogal Pecanero en la Región Lagunera. INIFAP-CELALA. (Lagarda, 2000)

1 -10 Septiembre	11 - 20 Sept.	21 - 30 Sept.	1 -10 Octubre
Frutoso	Western	Cape Fear	Mahan
Mohawk	Wichita		
Barton	Choctaw		
	Cheyenne		
	Texas		

El período de maduración de las nueces toma alrededor de 25 - 30 días para alcanzar el 95% de las nueces maduras, observándose un desprendimiento del ruezno con la nuez.

El período de maduración de la nuez puede ser compactado mediante la aspersión de Ethrel 48 , 1 L + 6Kg. cal disueltos en 1,000 lt de agua , cuando la maduración ha iniciado y se encuentra entre un 10 - 15 % de nueces maduras ; así se logra reducir el período de maduración de la nuez a 15 - 20 días , haciendo posible iniciar la cosecha una semana antes que la fecha normal , permitiendo ampliar el período de cosecha en los días con poca expresión de la germinación prematura de la nuez. (Cuadro 10)

Cuadro 11. Porcentajes de nuez germinada en diferentes Períodos de cosecha. INIFAP \_ CELALA. (Lagarda, 2000)

Variedad	Maduración fecha	% germinación	
		10 - 20 DDM*	21 - 40 DDM:
Wichita	8 - 14 Sept.	2.0%	7.3 %
Choctaw	15 - 17 Sept.	0.6 %	6.0 %
Cheyenne	10 - 15 Sept.	1.3 %	15.0 %
Shawnee	10 - 15 Sept.	2.5 %	24.8 %

\*DDM = Días Después de maduración

El compactar la maduración de las nueces permite iniciar la cosecha antes de lo normal; actualmente se ha logrado adelantar hasta una semana mediante la aplicación de un litro de ethrel 48 + 6 Kg. de cal disueltos en 1000 L. de agua sin observarse daños secundarios sobre la calidad y producción de nuez de los años subsecuentes.

Los efectos se pueden observar en la figura 1; observándose un adelanto de la maduración de las nueces de 10 días con respecto al tratamiento testigo y para las variedades Western y Wichita en tres años consecutivos de pruebas, se han comportado en forma similar. (Cuadro 11)

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Geográfica y clima de la Comarca Lagunera.**

La Comarca Lagunera, se encuentra comprendida entre los paralelos 24° 10' y 26° 45' de latitud Norte y los meridianos de 101° 40' y 104° 45' de longitud oeste de Greenwich, con una altura de al nivel del al mar de 1100m la región cuenta con extensión montañosa y una superficie plana para donde se localizan las áreas agrícolas. En el clima de verano va desde semi-cálido a cálido-seco y el invierno desde semi-frío, mientras que los meses de lluvia son de mediados de mediados de Octubre (Santibáñez, 1992).

#### **3.2. Características climatológicas**

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

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

El experimento fue realizado en las instalaciones de la **UAAAN Laguna**, los nogales evaluados son de una edad de 12 años de edad

**Ubicación:** Periférico Raúl López Sánchez s/n Col. Valle Verde, Torreón, Coahuila.

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

Este experimento se estableció bajo un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial:

Factor A: variedades: Western y Wichita.

Factor B: longitud de brote:

A.- brotes menores de 10 cm.,

B.- brotes de 11 a 20 cm.

C.-brotes de 21 a 30 cm

Con 50 repeticiones considerando 10 brotes por cada repetición.

Selección y etiquetado de los tratamientos:

Con una cinta métrica se tomaron las medidas de los brotes para así después clasificarlos en chicos (menos de 10 cm), medianos (de 11 a 20 cm), y grandes (de 21 a 30 cm).

Después se etiquetaron poniéndoles una marca donde especificaba: el tamaño, el número de muestra y la variedad a la que pertenece la muestra.

### **3.5. Localización de los árboles**

Se tomaron los arboles al azar, las variedades se escogieron las que están en la UAAAN.UL y por qué en ellas se da la Viviparidad

### **3.6. Variables, Respuesta a medir**

Los árboles que se tomaron son de una edad de 12 años.

Variedades: Western Schley y Wichita

Selección de brotes fructíferos, de los tamaños seleccionados.

Se midieron como variables: la medida en centímetros de longitud de brote con las nueces en los tres tratamientos, para la evaluación de los resultados se consideró lo siguiente: número de hojas por longitud de brote, numero de nueces por racimo, numero de nueces germinada, peso de nuez con cascara, peso de nuez sin cascara, porciento de almendra

#### **3.6.1. Número de hojas por brote**

Se contaron y se registraron el número de hojas de acuerdo a la longitud de brote correspondiente y de acuerdo a la variedad.

#### **3.6.2. Número de nueces por racimo**

Se realizó el conteo de nueces por racimo y se registró.

#### **3.6.3. Número de frutos germinados**

Se realizaron las observaciones para determinar el número de nueces germinadas y así mismo determinar el porcentaje de germinación. Se hacían observaciones los brotes fructíferos marcados.

El tiempo que se evaluaron fueron del 15- septiembre-2015 al 5-octubre-2015

El número de nueces germinadas varió por que se izó el último conteo el 5 de octubre por eso la germinación salía baja.

### **3.6.4 Peso de nuez con cascara (gr)**

Se tomaron las nueces obtenidas por cada longitud de brote y se pesaron en un bascula de igual manera se registraron los datos obtenidos.

### **3.6.5 Peso de nuez sin cascara (gr)**

Para esto se les quito la cascara a todas las nueces de acuerdo a la longitud de brote a la que perecían y se pesaron para obtener el peso de la almendra.

### **3.6.6 Porciento de almendra**

Para esto se hacía una relación entre peso de nuez con cascara y nuez sin cascara y así poder obtener el porcentaje de almendra

$$Pa = \frac{psc}{pcc} \times 100$$

Donde Pa= Porciento de almendra; psc= pesos de nuez con cascara; pcc= peso de nuez con cascara

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo, se presenta los datos de los análisis de varianza, para las variedades agronómicas responsables del comportamiento germinación del cultivo de nogal en dos variedades, las cuales son número de hojas, número de nueces por racimos, número de nueces germinadas, peso de nueces con cascara y sin cascara y el porcentaje de almendra.

Los resultados que a continuación se describen aportan la información de que longitud de brotes es más propensa para la germinación prematura de la nuez.

Cuadro 12 Comparación de variedades.

<b>Variedad</b>	<b>Numero de hojas</b>	<b>Numero de nueces por racimo</b>	<b>Numero de nueces germinadas</b>	<b>Peso de nueces con cascara</b>	<b>Peso de nuez sin cascara</b>	<b>Porcentaje de almendra</b>
<b>WE</b>	7.26a	3.00a	0.28a	14.52b	8.39a	56.99a
<b>WI</b>	6.91b	3.00a	0.22a	15.83a	9.00a	55.50a

Como se muestra en el (Cuadro 12) las variedades Western y Wichita son muy parecidas y funcionan de una forma parecida aunque presenta algunas diferencias están en algunos parámetros. Al igual que hay diferencia en el número de hojas por brote reportando 7.26 hojas por brote en la variedad Western superior estadísticamente a la variedad Wichita con 6.91 hojas por brote prácticamente una hoja menos en promedio de cada brote, lo cual implica que tiene nueces más estresadas por los nutrientes que tiene cada nuez.

Tanto en el número de nueces por racimo las variedades Western y Wichita no muestran diferencia es decir que producen el mismo número de nueces que son 3.00 nueces por racimo. Con respecto al número de nueces germinadas para las variedades es igual con una germinación de 0.24 que es igual al 24% de germinación. En cuanto para el peso de nuez con cascara en las variedades ahí diferencia Wichita reporta un peso de 15.83 gr y para western reporta un peso de 14.52 gr. Y en el peso de nuez sin cascara para variedades no hay diferencia ya

que reporta un peso de 8.69 en promedio en tanto a por ciento de almendra tampoco ya que es el mismo resultado como se muestra en el (Cuadro 12).

Cuadro 13 Comparación de longitud de brote con respecto a las variedades Wertern y Wichita.

<b>Longitud de brote.</b>	<b>Numero de hojas.</b>	<b>Numero de nueces por racimo.</b>	<b>Numero de nueces germinadas.</b>	<b>Peso de nuez con cascara.</b>	<b>Peso de nuez sin cascara.</b>	<b>Porcentaje de almendra.</b>
<b>10</b>	5.88c	2.56c	0.13b	13.65b	7.82b	56.73ba
<b>20</b>	7.48b	2.98b	0.14b	16.01a	9.21a	57.30a
<b>30</b>	7.90a	3.38a	0.50a	15.89a	9.05a	54.71b

En longitud de brotes los de 20cm a 30cm son longitudes de brotes mejores para la producción de nuez, aun que de alguna manera son más propensos a la germinación esta causa es por el vigor que tiene los brotes. Para número de hojas las longitudes son diferentes ya que la longitud de 10cm tiene un rango de 5.88 hojas por brote, la de 20cm tiene 7.48 hojas y la de 30cm tiene un promedio de 7.90, en tanto decimos que en interpretación es que las longitudes 20cm y 30cm son iguales y la diferencia se encuentra en las longitudes de brote de 10cm. Con respecto al número de nueces por racimo en este parámetro se encuentra diferencia entre las tres ya que varían por valores mínimos, para longitudes de 10cm es de 2.56 nueces; 20 es de 2.98 nueces; 30cm es de 3.38 nueces. Para número de nueces germinadas; la longitud de 30cm tiene valores de 0.50%, tanto para las longitudes de 10cm y 20cm son iguales con valores promedios de 13% y 14%.

Peso de nuez con cascara entre más pesada es más propensa a germinar por el vigor de crecimiento que tienen, esto es decir que las longitudes de brote de 30 es igual a 20 diferente de 10 lo cual el vigor de brote es más débil es decir menos propensa a germinar.

Peso de nuez sin cascara en longitudes de 10 es igual a 7.82 que es diferente de las longitudes 20cm y 30cm; con valores asignados 9.21 para longitudes de 20 y 9.05 para longitudes de 30

Porcentaje de almendra baja para longitudes más vigorosas (Cuadro 13).

Cuadro 14 interacciones de longitudes de brote con respecto a variedades

Variedades	Longitud de brote	Numero de hojas	Numero de nueces por racimo	Numero de nueces germinadas	Peso de nuez con cascara	Peso de nuez sin cascara	Porcentaje de almendra
WE	10	6.16c	2.68de	0.10b	13.99b	8.05c	54.84b
WE	20	7.66ab	2.92dc	0.16b	15.02ba	8.80bac	58.53a
WE	30	7.96a	3.36ab	0.60a	14.55b	8.31bc	54.84b
WI	10	5.60d	2.44e	0.16b	13.31b	7.58c	55.87ba
WI	20	7.30b	3.04bc	0.12b	17.00a	9.62ba	56.08ba
WI	30	7.84a	3.40a	0.40a	17.18a	9.79a	54.57b

En el (Cuadro 14) se puede observar que las variedades se comportan de una manera muy parecida mientras que para las longitudes de brote ahí diferencia significativa teniendo en cuenta que las longitudes más buenas son a partir de 20 por el vigor de brote y tienden a tener el menor número de nueces germinadas por lo cual son brotes buenos para la producción de nuez, aunque para longitudes de 30 son más vigorosos y producen nueces de mayor peso por lo cual las hacen más susceptibles a la germinación prematura de las mismas.



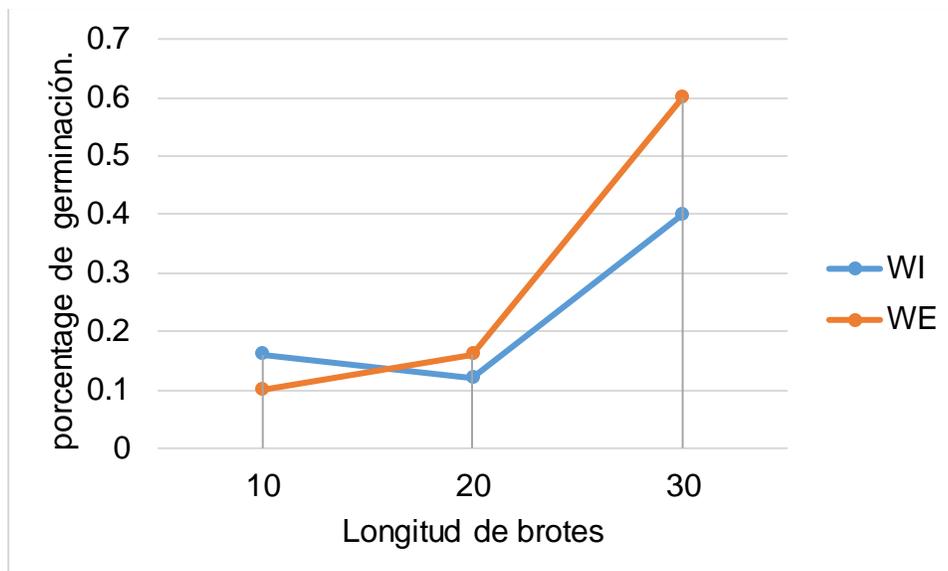
Figura 3. Efecto de longitud de brote cm sobre número de hojas por brote de las variedades de nogal pecanero; Western Schley y Wichita.

Para número de hojas las longitudes son diferentes ya que la longitud de 10cm tiene un rango de 5.88 hojas por brote, la de 20cm tiene 7.48 hojas y la de 30cm tiene un promedio de 7.90, en tanto decimos que en interpretación es que las longitudes 20 y 30 son iguales y la diferencia se encuentra en las longitudes de brote de 10 cm. (Figura 3).



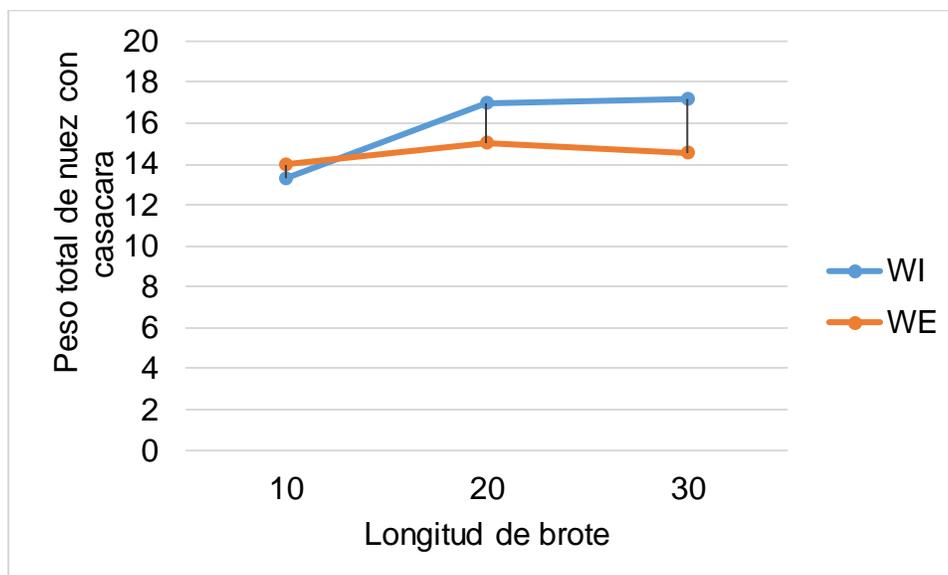
**Figura 4. Efecto de longitud de brote (cm) sobre las nueces producidas por racimo en las variedades Western Schley y Wichita, de nogal Pecanero.**

Con respecto al número de nueces por racimo en este parámetro se encuentra diferencia entre las tres ya que varían por valores mínimos, para longitudes de 10cm es de 2.56 nueces; 20 es de 2.98 nueces; 30cm es de 3.38 nueces, como se puede observar (Figura 4)



**Figura 5. Efectos de la longitud de brote (cm) sobre el porcentaje de germinación en las variedades western Schley y Wichita, de nogal Pecanero.**

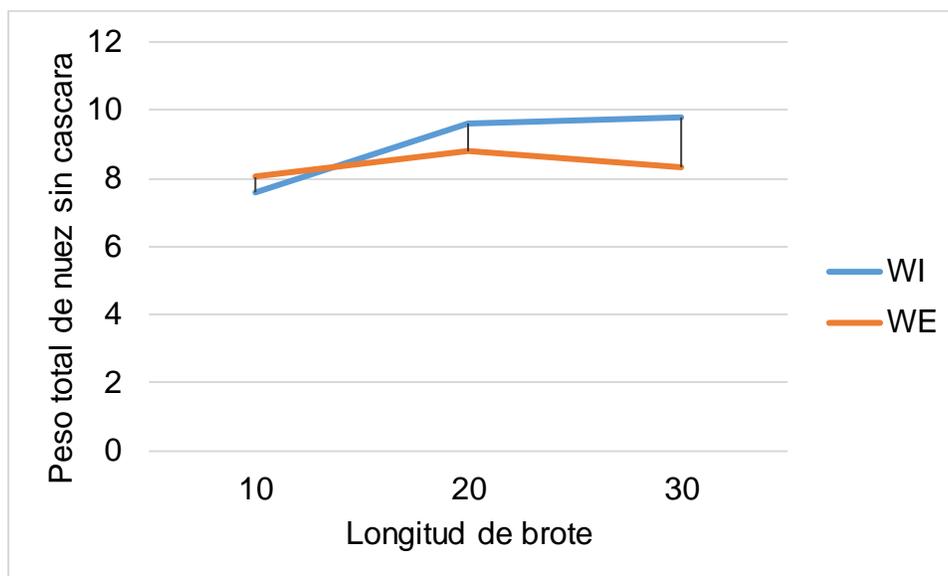
Para número de nueces germinadas; la longitud de 30cm tiene valores de 0.60%, tanto para las longitudes de 10cm y 20cm son iguales con valores promedios de 13% y 14%. (Figura 5)



**Figura 6. Efecto de longitud de brote fructífero (cm) sobre peso de nuez con cascara son tres nueces por racimo de nogal Pecanero: Western Schley y Wichita.**

Peso de nuez con cascara entre más pesada es más propensa a germinar por el vigor de crecimiento que tienen, esto es decir que las longitudes de brote de 30 igual

20 y diferente de 10 lo cual el vigor de brote es más débil es decir menos propensa a germinar. (Figura 6).



**Figura 7. Efecto de longitud de brote fructífero (cm) sobre peso de nuez sin cascara las variedades de nogal Pecanero: Western Schley y Wichita.**

Peso de nuez sin cascara en longitudes de 10 es igual a 7.82 que es diferente de las longitudes 20cm y 30cm; con valores asignados 9.21 para longitudes de 20 y 9.05 para longitudes de 30. (Figura 7)



**Figura 8. Efecto de longitud de brote fructífero (cm) sobre el porcentaje de almendra de las variedades de nogal Pecanero: Western Schley y Wichita.**

Porcentaje de almendra baja para longitudes más vigorosas que son los brotes de 20cm y 30 cm, mientras que para longitudes de 10 cm es donde incrementa esto es por que tienden a germinarse menos. (Figura 8).

## **V. CONCLUSIÓN.**

En las variedades Western Schley y Wichita son iguales en tanto a producción de nueces por racimo con un promedio de 3 nueces, en tanto para longitudes de brote se observa que en los longitudes de brote más apropiados para la producción de nuez son de a 20cm por la menor incidencia de germinación prematura ya que brotes de 30cm por ser más vigorosos producen nueces más grandes por tanto son más susceptibles a la germinación esto debido a la vigorosidad que tienen los brotes.

En estos parámetros para mantenerse en un rango de longitud de brotes de 20cm se realizan las prácticas de podas en las nogaleras.

## VI. BIBLIOGRAFIA

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.

Alternancia Del Nogal Pecanero. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol.25 numero 002. Sociedad Mexicana de Fito genética, A.C. Chapingo México. Pp.1, 120-125

Antibáñez, E. 1992. La Comarca Lagunera, ensayo monográfico. Tipográfica Reza. S. A. Torreón, Coahuila, México. Pp. 14

Arreola Á. J.G., A. Lagarda M. y M.C. Medina M. 2002.Fenología. In: Tecnología de producción en nogal Pecanero. CELALA, CINOC, INIFAP. Pp.210

Casaubon E.A. 2007. Guía para plantación de pecan. Capítulo VII. Producción de Pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina. Pp.2-4; 10-11.

CONAFRUT. 1975. Introducción al Cultivo del Nogal Pecanero. Serie de Divulgación Folleto No 18. Comisión Nacional de Fruticultura. SAG/México.

Frusso, E.A. 2007. Características morfológicas y fonológicas del pecan. Capítulo II. Producción de pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina.Pp.1-3.

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

Herrera E. 1993. Designing A. Pecan Orchids. NMSV. Cooperative extension service. Publication guide H-604.

Lagarda M. A. 2005a. Evolución de la tecnología de manejo para producción de nogal Pecanero. SOMECH. Memorias Congreso2005.Chih.

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

Lagarda M., A. 2007. Bases teóricas para la definición de la densidad de plantación en huertas productoras de nuez pecanera. Capítulo XIII Producción de pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina.Pp.1-3.

Lagarda M., A. 2007a. Altas densidades de plantación y su manejo en el cultivo de nogal Pecanero. Simposium int. Sobre integración Agrícola. ENGALEC 07. 50

Lemus, G. 2002. El nogal en Chile. Lemus, G. (ed.). Instituto de investigaciones Agropecuarias, centro de investigación La Platina. Fundación para la innovación Agraria

Leszek S. Jankiewicz. 2003. Reguladores de crecimiento desarrollo y resistencia en plantas. Pp. 248-249

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

Madero E. 2007. La Nuez Pecan. INTA Delta Paraná. Buenos Aires, Argentina.p1

Madero E., Frusso E. A. y Casaubon E. 2007 .Manejo del Cultivo. Capitulo XII. Producción de pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina. Pp.1-2

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.

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

Medina M. Ma. Del Consuelo y Pedro Cano Ríos. 2002. Tecnología de producción de nogal. INIFAP. Matamoros, Coah. Méx. Pp.1 Nigel Waistenholme B. 1997. Chaper 1. Introduction. Climate. 1:13-17. In: Texas pecan handbook: Texas agricultural extension service college station, Texas.

Noble, S.R. 2000. Las mejores variedades de nogal para el sitio de Scott

Núñez, M.H. 2001. Desarrollo de nogal Pecanero. In: El nogal Pecanero en Sonora. Libro Técnico #3. SAGARPA-INIFAP-CECH. Pp.23.38.

Rivero, T.S.H. López, M.B.C. 2004. Micorrización natural e inducida en nogal Pecanero. Instituto de Investigación Agrícola, Forestales y Pecuarias. Cd. Delicias, Chihuahua.

Santamaría, J.C., Medina Ma. Del Consuelo., Rivera M.G Y Faz R.C. 2002. Algunos Factores De Suelo, Agua Y Planta Que Afectan La Producción.

Sierra, M.E.; López, R.E.; Pérez, P.S. 2007. Agro climatología del pecan (*Carya illinoensis*) en la Argentina. Capítulo IV. Producción de pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina. Pp.2.

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.

Sparks, D. and G. D. Madden. 1985. Pistillate flower and fruit abortion in pecanas a function of cultivar, time, and pollination. J. Amer. Soc. Hort. Sci.

Sparks D., W. Reid, I. E. Yates, M. W. Smith and Th. G. Stevenson. 1995. Fruiting stress induces shuck decline and premature Germination in pecan. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120 (1):43 - 53.

Stein L. A. 2001. Pecan crop load management. Nogatec 2001. Memorias.

Stein L. A., G. R. Mc Eachern and J. B. Storey 1989. Summer and fall moisture stress and irrigation scheduling influence pecan growth and production. Hortscience 24 (4): 607 - 611.

Wood B. W. 1986. Use of ethephon and NAA for inducing early shuck dehiscence of pecan. J. amer. Soc. Hort. Sci. 111 (4):533 - 537.

Wood W. B. 2000. Fundamental principles regulating the development of canopy management strategies for pecan orchards. 34th. WPCF. N. Mex. proceedings.

Wood, B. W. 1993. Ventajas y desventajas de una cosecha temprana de nuez. Memorias. XII Confs. Int. Sobre el cultivo del nogal.

<http://www.viverosesparza.com.mx/wichita.html>

## APÉNDICE

Apéndice 1. Análisis de número de hojas.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARI	1	9.0133333	9.0133333	7.63	0.0061
LB	2	227.2266667	113.6133333	96.24	<.0001
VARI*LB	2	2.4266667	1.2133333	1.03	0.3591

Apéndice 2. Análisis de número de nueces por racimo.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARI	1	0.05333333	0.05333333	0.07	0.7850
LB	2	33.62666667	16.81333333	23.50	<.0001
VARI*LB	2	1.78666667	0.89333333	1.25	0.2884

Apéndice 3. Análisis de número de nueces germinadas.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARI	1	0.27000000	0.27000000	0.98	0.3237
LB	2	8.88666667	4.44333333	16.08	<.0001
VARI*LB	2	0.86000000	0.43000000	1.56	0.2126

Apéndice 4. Análisis de peso de nuez con cascara.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARI	1	128.1840333	128.1840333	3.97	0.0471
LB	2	350.2588667	175.1294333	5.43	0.0048
VARI*LB	2	153.9840667	76.9920333	2.39	0.0937

Apéndice 5. Análisis de peso de nuez sin cascara.

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARI	1	27.7856333	27.7856333	2.53	0.1128
LB	2	115.8936000	57.9468000	5.28	0.0056
VARI*LB	2	48.9458667	24.4729333	2.23	0.1095

Apéndice 6. Análisis de porcentaje de almendra.

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARI	1	164.7687630	164.7687630	2.58	0.1095
LB	2	372.0905167	186.0452583	2.91	0.0561
VARI*LB	2	61.8853220	30.9426610	0.48	0.6169