

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



HÁBITOS DE DESARROLLO Y FRUCTIFICACIÓN DEL NOGAL  
PECANERO (*Carya illinoensis* Koch) EN LA VARIEDAD WICHITA

POR:

JOSÉ PÉREZ LÓPEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE:

ING. AGRÓNOMO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

HÁBITOS DE DESARROLLO Y FRUCTIFICACIÓN DEL NOGAL  
PECANERO (*Carya illinoensis* Koch) EN LA VARIEDAD WICHITA

TESIS DE:

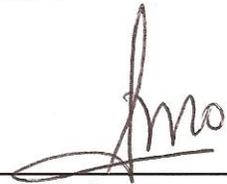
JOSÉ PÉREZ LÓPEZ

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES,  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

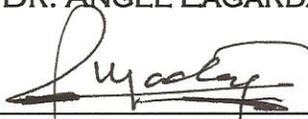
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:

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

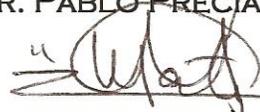
ASESOR:

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

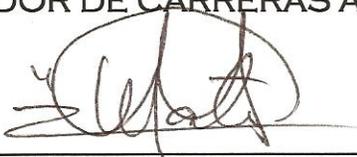
ASESOR:

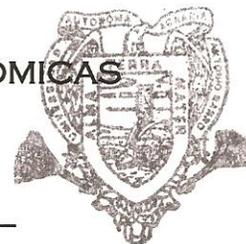
  
\_\_\_\_\_  
DR. PABLO PRECIADO RANGEL

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS

  
\_\_\_\_\_  
M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

Diciembre de 2008

Torreón Coah., México

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

HÁBITOS DE DESARROLLO Y FRUCTIFICACIÓN DEL NOGAL  
PECANERO (*Carya illinoensis* Koch) EN LA VARIEDAD WICHITA

TESIS DE:

JOSÉ PÉREZ LÓPEZ

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

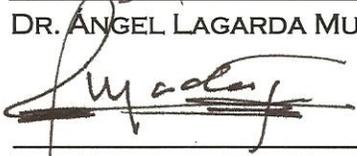
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

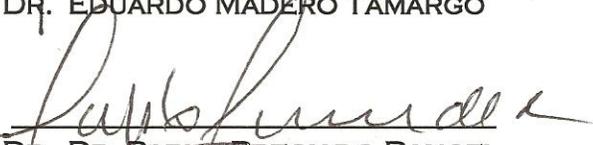
PRESIDENTE

  
DR. ANGEL LAGARDA MURRIETA

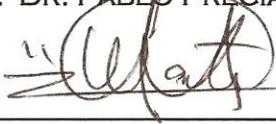
PRIMER VOCAL

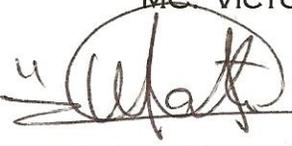
  
DR. EDUARDO MADERO TAMARGO

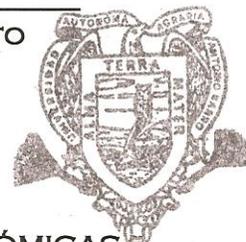
SEGUNDO VOCAL

  
DR. DR. PABLO PRECIADO RANGEL

VOCAL SUPLENTE

  
MC VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

  
MC VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

Torreón Coah., México

Diciembre de 2008

## **Agradecimientos**

**DIOS** por acompañarme siempre en los momentos de dificultad, por su amor, por ser mi guía y por sobre todas las cosas por haberme dado la vida y la libertad.

A mi **Madre y a mi Padre**, por haberme dado la vida, el Amor verdadero y la confianza y todo el apoyo que me brindaron en esta etapa de mi vida. Les doy las gracias por todos aquellos consejos, y por los jolones de orejas que con justa razón me los merecía, y que a la larga me hicieron mucho bien. Gracias por ser las personas mas importantes de mi vida, porque se que con gran sacrificio lo que hoy soy gran parte se los debo a ustedes, por apoyarme en todo momento, por haber estado ahí conmigo cuando mas los necesite. Perdón les pido también por que algunas no hice lo correcto y me desvié de mi camino. Gracias por todo. Los AMO tanto, como ustedes a mí.

**Wendy.** Porque comprendiste mi vida y parte de este proyecto te lo debo a Ti y es tuyo. Porque siempre estuviste a mi lado en todo momento, motivándome a ser mejor persona cada día, gracias por ser parte de mi vida y amor, siempre ocuparas un lugar muy especial en mi corazón.

**Chava.** Por ser mi hermano por que muchas veces caí y tuviste las palabras perfectas para levantarme, porque igual tú hiciste un gran sacrificio para que yo sea lo que hoy soy. Te quiero mucho hermanito.

**Bety.** Sabes que eres mi hermanita consentida, puesto que eres la única, tú fuiste parte de este sueño, parte de esta etapa te pertenece. Te adoro.

**Davino y Elvira.** Por que tú Davino fuiste un gran ejemplo para que yo tomara este camino, y por el gran apoyo que me brindaron siempre que los necesite, gracias por no dejar que me saliera del camino que era y que hoy es bueno para mí.

Amigos:

**Limber.** Eres una persona excepcional, un gran amigo y consejero.

**Jonatán y Julio.** Gracias por ser mis mejores amigos, por apoyarme en los momentos de crisis, porque cuando necesitaba de ti, ahí estabas conmigo, siempre, en los momentos de alegría y tristeza. Siempre estarán en mi corazón.

**Isidro.** Por el apoyo que me brindaste, compañeros y amigos de momentos agradables.

**Dr. Ángel Lagarda.** Por la confianza que deposito en mi para realizar este trabajo, por su apoyo incondicional en todo momento, por los grandes consejos y todo lo aprendido de usted, una gran persona.

A todos los buenos profesores que supieron transmitirme sus conocimientos, gracias por la enseñanza, y por todo lo bueno que me ofrecieron.

La esperanza es el  
sueño del hombre  
despierto.

## Dedicatorias

**A Dios.** Por la vida, la sabiduría y la inteligencia que me dio, y por estar siempre a mi lado.

A mi **Madre y a mi Padre**, por haberme dado la vida, el Amor verdadero y la confianza y todo el apoyo que me brindaron en esta etapa de mi vida. Les doy las gracias por todos aquellos consejos, y por los jolones de orejas que con justa razón me los merecía, y que a la larga me hicieron mucho bien. Gracias por ser las personas mas importantes de mi vida, porque se que con gran sacrificio lo que hoy soy gran parte se los debo a ustedes, por apoyarme en todo momento, por haber estado ahí conmigo cuando mas los necesite. Perdón les pido también por que algunas no hice lo correcto y me desvié de mi camino. Gracias por todo. Los AMO tanto, como ustedes a mí.

**Wendy.** Porque comprendiste mi vida y parte de este proyecto te lo debo a Ti y es tuyo. Porque siempre estuviste a mi lado en todo momento, motivándome a ser mejor persona cada día, gracias por ser parte de mi vida y amor, siempre ocuparas un lugar muy especial en mi corazón.

**Chava.** Por ser mi hermano por que muchas veces caí y tuviste las palabras perfectas para levantarme, porque igual tú hiciste un gran sacrificio para que yo sea lo que hoy soy. Te quiero mucho hermanito.

**Bety.** Sabes que eres mi hermanita consentida, puesto que eres la única, tú fuiste parte de este sueño, parte de esta etapa te pertenece. Te adoro.

**Davino y Elvira.** Por que tú Davino fuiste un gran ejemplo para que yo tomara este camino, y por el gran apoyo que me brindaron siempre que los necesite, gracias por no dejar que me saliera del camino que era y que hoy es bueno para mí.

Amigos:

**Limber.** Eres una persona excepcional, un gran amigo y consejero.

**Jonatán y Julio.** Gracias por ser mis mejores amigos, por apoyarme en los momentos de crisis, porque cuando necesitaba de ti, ahí estabas conmigo, siempre, en los momentos de alegría y tristeza. Siempre estarán en mi corazón.

**Isidro.** Por el apoyo que me brindaste, compañeros y amigos de momentos agradables.

**Dr. Ángel Lagarda.** Por la confianza que deposito en mi para realizar este trabajo, por su apoyo incondicional en todo momento, por los grandes consejos y todo lo aprendido de usted, una gran persona.

*"Para cambiar es necesario saber; para saber hay que aprender; y para aprender hay que hacer grandes sacrificios."*

## ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos.....	V
Dedicatorias.....	VII
Índice general.....	X
Índice de cuadros.....	XII
Índice de figuras.....	XIII
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XVI</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 El cultivo en México.....	2
1.2 El Cultivo en a Laguna.....	3
1.3 Objetivos.....	5
1.4 Hipótesis.....	5
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Clasificación taxonómica del Nogal Pecanero.....	6
2.2 Descripción botánica.....	6
2.2.1 Raíz.....	6
2.2.2 Tronco y Ramas.....	7
2.2.3 Follaje.....	7
2.2.4. Flores.....	8
2.2.5. Fruto.....	8
2.3 Descripción de variedad Wichita.....	9
2.4 Importancia del cultivo.....	10
2.5 Aspecto natural del nogal.....	10

2.6 Composición de la nuez.....	10
2.7 Factores a considerar en la plantación de una huerta de nogal.....	12
2.7.1 Clima.....	12
2.8 Alternancia.....	12
2.8.1. Formas de ocurrencia de la alternancia.....	13
2.8.2 Principales causas de la alternancia.....	14
2.8.3. Expresión de alternancia en producción.....	15
2.8.4. Mecanismo de compartimentalización.....	16
2.9 Defoliación temprana.....	16
2.10 Cantidad de Carbohidratos Disponibles.....	17
2.10.1 Poda.....	17
2.10.2. Fertilización.....	18
2.10.3 Aclareo.....	19
2.11. Tipos de aclareo.....	20
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
3.1 Localización geográfica.....	21
3.2 Características climáticas.....	21
3.3 Localización del experimento.....	21
3.4 Muestreos.....	22
3.4.1. Descripción de los métodos.....	23
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>24</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>42</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Estadísticas de producción en México.....	2
Cuadro 1.composición nutritiva de la nuez.....	11

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación existente sobre la producción de los brotes laterales con ramas de longitudes de 15 (a), 30 (b) y 45 (c) cm. en la variedad Wichita de nogal pecanero. UAAAN-UL.....	25
Figura 2. Producción de brotes terminales producidos por ramas con longitudes de 15 (a), 30 (b) y 45 (c) cm. En nogal pecanero de la variedad Wichita UAAAN-UL.....	26
Figura 3. Numero de racimos producidos en brotes de 15, 30 y 45 cm de la variedad Wichita de nogal pecanero. UAAAN-UL.....	26
Figura 4. Influencia de la longitud de brote en la producción de nuez. UAAAN-UL.....	27
Figura 5. Efecto de tamaño del brote fructífero sobre la producción de área foliar en arboles de edades diferentes 5, 30 y 60 años de la variedad Wichita de nogal pecanero. UAAAN-UL.....	28
Figura 6. Relación entre el tamaño del raquis de la hoja del comportamiento del desarrollo del crecimiento de la hoja de brotes fructíferos y la superficie foliar en arboles de 6 años de la variedad Wichita del nogal pecanero. UAAAN-UL.....	30
Figura 7. Relación entre el tamaño del raquis de la hoja del comportamiento del desarrollo del crecimiento de la hoja de brotes fructíferos y la superficie foliar en arboles de 30 años de la variedad Wichita del nogal pecanero. UAAAN-UL.....	30

Figura 8. Relación entre el tamaño del raquis de la hoja del comportamiento del desarrollo del crecimiento de la hoja de brotes fructíferos y la superficie foliar en arboles de 60 años de la variedad Wichita del nogal pecanero. UAAAN-UL.....31

Figura 9. Relación entre la producción de nueces/racimo de acuerdo a la superficie foliar en arboles de 6 años de la variedad Wichita del nogal pecanero. UAAAN-UL.....32

Figura 10. Efecto de producción de nueces/racimo de acuerdo a la superficie foliar de los arboles con edad de 30 años de la variedad Wichita del nogal pecanero. UAAAN-UL.....33

Figura 11. Comparación del efecto de producción de frutos, relacionando la superficie foliar de los arboles de 60 años en la variedad Wichita del nogal pecanero. UAAAN-UL.....33

Figura 12. Comparación del peso de nueces (gr) que producen los brotes, en relación con la superficie foliar del brote en arboles de nogal pecanero de la variedad Wichita con edad 6 años. UAAAN-UL.....34

Figura 13. Comparación del peso de nueces (gr) que producen los brotes, en relación con la superficie foliar del brote en arboles de nogal pecanero de la variedad Wichita con edad 30 años. UAAAN-UL.....35

Figura 14. Comparación del peso de nueces (gr) que producen los brotes, en relación con la superficie foliar del brote en arboles de nogal pecanero de la variedad Wichita con edad de 60 años. UAAAN-UL.....35

Figura 15. Producción nueces en brotes fructíferos de de a variedad Wichita con y sin cosecha consecutiva en 2008 en arboles de 6 años de edad. UAAAN-UL.....37

Figura 16. Producción de nueces en brotes fructíferos con dos cosechas consecutivas (2007-2008) (a) y en una cosecha (2008) (A) en árboles de 30 años de edad. UAAAN-UL.....38

Figura 17. Producción de nueces en brotes fructíferos con dos cosechas consecutivas 2007-2008 (a) y en brotes fructíferos con una cosecha, 2008 (A) en árboles de 60 años de edad. UAAAN-UL.....39

## RESUMEN

La presente investigación fue realizada en nogal pecanero (*Carya illinoensis*, Koch) plantado en el rancho Tierra Blanca municipio de Matamoros Coahuila.

Los tratamientos utilizados fueron plantaciones de árboles de 6, 30 y 60 años de edad. Se tomaron tres muestreos diferentes, en el primer muestreo se tomaron como datos, longitudes de brotes de 15, 30 y 45 cm. (30 datos por cada edad del árbol) en cada longitud de brote se tomaron el número de ramas laterales y el número de ramas terminales y el número de nueces que presentó cada brote terminal. En el segundo muestreo se tomaron datos de 4 ramas representativas que presentaron brotes con longitudes de 5, 15 y 25 cm, esto se hizo para cada tratamiento. De las cuales se tomaron los siguientes datos a las ramas: Número de hojas por brote, superficie foliar, longitud de raquis, número de nueces por racimo. En el tercer muestreo se realizó una toma de datos de ramas que presentaron longitudes de brote de 5, 15 y 25 cm y que manifestaron dos cosechas de producción (2007-2008) y una cosecha de producción (2008), esto se realizó encontrando la huella de producción del árbol, en este muestreo solo se tomaron los siguientes datos: número de nueces y el número de cosecha.

Los resultados obtenidos de los tratamientos evaluados demostraron como lo menciona Wood, 1990, que los árboles jóvenes (6 años) con brotes de 25 cm son muy buenos productores y que la alternancia de producción no afecta

significativamente por el alto contenido de carbohidratos de la planta y arboles maduros (30 años) son los arboles con una mejor producción en brotes de 15 a 30 cm. puesto que la alternancia es más estable ya que se puede controlar más fácilmente al aplicar correctamente prácticas culturales. En los arboles viejos (60 años) se tiene como resultado que la producción de nuez se va a llevar a cabo en brotes con longitudes de entre 5 y 15 cm, debido a la alta producción de follaje.

Palabras clave: Hábitos, Fructificación, Desarrollo, Nogal pecanero, Variedad Wichita.

## I. INTRODUCCION

El nogal pecanero *Carya illinoensis* (Koch), es originario del sureste de Estados Unidos de América y del Norte de México, esta especie se encuentra desde el norte de Illinois hasta el sureste de Texas y desde Chihuahua, llegando hasta puntos ubicados en el estado de Oaxaca, México (Duarte, 1967 y Salas, 1997).

En México la producción de nuez (pecanera) ha registrado un crecimiento paulatino, al pasar de 57 mil 873 toneladas en el 2000 a 68 mil 222 en el 2005. Este fruto se cultiva principalmente en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León y Sonora (SAGARPA, 2005).

Estados Unidos es el mayor productor de nuez pecanera en el mundo, seguido por México. Entre ambos países producen entre el 90 y 95 por ciento de la nuez pecanera del mundo, debido al gran porcentaje de participación en la producción mundial. Estados Unidos, Canadá y México son los principales mercados para la nuez; debido a la popularidad que la nuez ha tenido en los últimos años se han abierto nuevos mercados como Holanda, Inglaterra, Francia, Alemania, Israel, Japón y China (SAGARPA, 2005).

## 1.1. El cultivo en México

La primera plantación de nogal pecanero se estableció en el estado de Nuevo León en el año de 1904. La Comisión Nacional de Fruticultura reporto, en 1980, la existencia de 48 mil hectáreas plantadas de nogal, de las cuales aproximadamente 10 mil correspondían a nogales nativos y criollos. Para el 2005 habían 67,847.41h hectáreas de nogal pecanero plantadas en México, de las cuales el 50% (34,495) eran del estado de Chihuahua: el resto en números 8,458 de Coahuila, 4,261 de Nuevo León, 1,058.54 de Durango y 3,568 de Sonora, aproximadamente. En menor importancia en superficie de nogal están Hidalgo, San Luís Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Oaxaca, Baja California Norte, Tamaulipas, Querétaro, Sinaloa, Zacatecas y Puebla. (Anónimo, 1994).

**Cuadro 1. Estadísticas del Nogal en México.**

<b>Estado</b>	<b>Producción, Ton.</b>	<b>Superficie ha</b>	<b>%</b>	<b>Rendimiento Ton/ha.</b>
Chihuahua	27,325	22,247	60	1.23
Coahuila	10,704	10,366	30	1.03
Sonora	4,347	2,818	3	1.54
Durango	2,613	2,634	3	0.99
Nuevo león	1,728	3,090	4	0.56
Total	48,582	41,722	100	1.16

Fuente: SAGARPA 2005.

## 1.2. El Cultivo en La Laguna

Las primeras plantaciones del nogal en la Comarca 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 de importancia dentro de los frutales cultivados (INIFAP, 2002).

Uno de los factores limitantes de la producción del nogal en la Comarca Lagunera lo constituyen las plagas. Las plagas primarias son el barrenador de la nuez, (*Acrobasis nuxvorella*), el complejo de pulgones (*Monelliopsis pecanis*, el pulgón amarillo de los márgenes negros (*Monellia caryella*), y el pulgón negro (*Melanocallis caryaefoliae*). El gusano barrenador del ruezno (*Cydia caryana*), se ha incrementado en las huertas de nogal de la región, convirtiéndose en una plaga de gran importancia económica. Otras plagas de importancia secundaria vienen siendo el barrenador del tronco y la madera (*Euplatypus segnis*) y las chinches (*Brochymena spp.*, *Nezaraviridula*, *chlorochroa ligata* y *Leptoglossus zonatus*) (INIFAP, 2002).

Dentro de las enfermedades se encuentran: la pudrición texana o pudrición de la raíz asociada al hongo (*phymatutrichum omnivorum*) el ruezno pegado a la nuez es el nombre común que se le da al complejo de problemas de características fisiológicas y de daño por plagas que se presentan en el ruezno a partir del inicio del estado acuoso durante el desarrollo de la nuez (INIFAP, 2002).

Uno de los factores limitantes de la producción anual es la alternancia, pero esta no es más que una tendencia del árbol, impuesta por la fisiología del mismo, en dar alternadamente una buena cosecha en un año y una baja cosecha en el otro: es lo que conocemos como un año "ON" y un año "OFF", creando un estrés económico en todas las facetas de la industria de la nuez empezando con el productor (Brison, 1974).

Cuando los árboles tienen una buena cosecha, los carbohidratos disponibles son necesitados para los procesos normales del crecimiento, formación y madurez de las nueces durante la estación. Esto hace que los nutrientes disponibles estén bajos en la siguiente primavera durante el periodo crítico, cuando las flores pistiladas normalmente se diferencian. Tal condición resulta en la ausencia o reducción del número de flores pistiladas y una cosecha pobre o nula en ese año. En una cosecha pobre o nula, los árboles se ven obligados a producir reservas nutritivas las cuales estimularan la producción de las flores pistiladas y una buena cosecha al siguiente año; de esta manera, el ciclo alternante se ve continuado con cosechas buenas y pobres. Estas reservas nutritivas anteriormente mencionadas son utilizadas para el crecimiento de raíces y nuevos brotes, iniciación de flores pistiladas, producción de amentos y polen y el desarrollo inicial de la nuez. (Brison, 1974).

### **1.3. Objetivos:**

Determinar el comportamiento de los brotes fructíferos del nogal pecanero variedad Wichita en las diferentes etapas del ciclo de vida e los arboles de nogal pecanero.

Evaluar el comportamiento de alternancia en árboles de nogal pecanero en la variedad Wichita de acuerdo a las siguientes edades de 6, 30 y 60 años.

### **1.4. Hipótesis:**

Los arboles fructíferos de nogal pecanero difieren en su capacidad productiva en las diferentes edades de los arboles.

Los brotes fructíferos tienden a ser de menor capacidad productiva en arboles maduros.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

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

División:	Espermatofita
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledónea
Familia:	Juglandácea
Género:	<i>Carya</i>
Especie:	<i>illinoensis (koch)</i>

### 2.2. Descripción botánica

#### 2.2.1. Raíz

El nogal presenta una raíz pivotante durante el primero y segundo año de crecimiento, crece más del doble de su follaje del tercer año en adelante, se hace semifibrosa y se extiende de un radio que se ensancha horizontalmente hasta abarcar un área mayor o semejante a la alcanzada por el follaje, pudiendo llegar a desarrollarse a una profundidad de 3.6 a 5.4 m hasta el momento de su madurez. Esto se debe a que en las capas profundas del suelo no se encuentran sustancias nutritivas y debajo a 1.5 y 2 m de profundidad, la compactación d la

tierra impide que las raíces puedan respirar con facilidad. Cuando estas encuentran agua estancada detienen ahí su desarrollo (Mendoza, 1969).

### **2.2.2. Tronco y Ramas**

Existen nogales con más de tres metros de diámetro, estos por lo general son nativos y silvestres, se elevan rectos y sus ramificaciones comienzan casi a los 10 metros de altura, estas características diferencian a los árboles criollos de los injertados. Ya que generalmente en estos últimos sus troncos son más cortos y sus ramificaciones empiezan desde menos altura, más abajo. (Westwood, 1982).

### **2.2.3. Follaje**

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

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

#### **2.2.4. Flores**

El nogal es una planta monoica, lo cual significa que tiene flores femeninas y masculinas en el mismo árbol. Las flores masculinas son muy pequeñas, apétalas y se encuentran ubicadas en zarcillos cilíndricos colgantes que nacen en la madera del año anterior, las femeninas nacen en yemas mixtas, (hojas y flores), las cuales se encuentran en la punta de la rama. Las flores femeninas crecen en inflorescencias de espigas sueltas en números de 2 a 8 en un pedúnculo corto, son de color verde claro y los pistilos tienen forma de motita amarilla en la punta cuando ya están maduras. Las yemas florales se forman en junio a julio de cada año y lo hacen junto con las nueces en desarrollo (Camargo, 2001).

#### **2.2.5. Fruto**

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

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

### **2.3. Descripción de variedad Wichita**

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

Es extremadamente precoz en su producción, de buen follaje de color verde oscuro, hojas grandes y una buena producción de nueces y de gran calidad. Los ángulos de las ramas son cerradas por lo que necesitan una buena poda para proporcionar una propia estructura del árbol para evitar desgajamientos de ramas. Ruezno grueso y que es atractivo para el gusano barrenador de la envoltura, en esta variedad el fruto es una nuez mediana de excelente rendimiento. Tiene el rendimiento de carne o almendra de nuez mas alto de todas las variedades, rinde entre 58 y 62 % de corazón y entre 52 y 60 nueces por libra.

## **2.4. Importancia del cultivo**

El nogal pecanero (*Carya illinoensis* Koch) representa para el norte de México y algunas áreas del centro y occidente de nuestro país en especial del estado de Coahuila, el cultivo mas promisorio (Salas, 1997).

Su importancia en la Comarca Lagunera inicia a partir del año 1948 cuando se establecieron las primeras huertas de nogal. Las variedades introducidas fueron: Western, Wichita, Burkett, San Saba Improved, Barton, Mahan, predominando Western y Wichita. Actualmente el nogal ocupa el primer lugar entre los frutales cultivados. (Arreola y Lagarda 2007 b).

## **2.5. Aspecto natural del nogal**

El nogal es un árbol grande de una hoja caduca, con medula en el centro del tronco, hojas compuestas de foliolos impares, las nueces son comestibles, de cáscara leñosa y la madera tiene una hermosa beta y es importante en la industria maderera. (Muncharas, 2001).

## **2.6. Composición de la nuez**

Como alimento la nuez destaca por el contenido de ácidos grasos poliinsaturados, indispensables en una dieta sana (Muncharas, 2001).

**Cuadro 2:** Composición nutritiva de la nuez

<b>Nutrimentos</b>	<b>Composición</b>	<b>Composición en porción de 100 g</b>	<b>Unidades</b>
<b>Análisis Proximal</b>	Calorías	718	Kcal.
	Proteínas	9.7	g
	Lípidos totales	75.3	g
	Carbohidratos	15.1	g
	Fibra dietética	2.4	g
	Cenizas	1.7	g
	Agua	3,20	g
<b>Minerales</b>	Calcio	76	mg
	Cobre	1,3	mg
	Hierro	2.5	mg
	Magnesio	113,00	mg
	Manganeso	2,10	mg
	Fósforo	334	mg
	Potasio	1499	mg
	Sodio	3	mg
	Zinc	2,90	mg
	<b>Vitaminas</b>	Acido ascórbico	2.1
Tiamina		0.89	mg
Riboflavina		13.13	mg
Niacina		0.93	mg
Acido ascórbico		0,45	mg
Pantotenico		0,44	mg
Vitamina B-6		56,00	mg
Acido fólico		146,00	IU
	Vitamina A		

Fuente: Duke 2001.

## **2.7. Factores a considerar en la plantación de una huerta de nogal.**

### **2.7.1. Clima**

La mayoría de las variedades se desarrollan mejor en clima desértico; con un invierno definido donde no ocurran heladas antes de octubre ni después de marzo. También que en este periodo de invierno se acumulen de 300 a 400 unidades u horas frío, para lograr una buena brotación en primavera (Nigel, 1997).

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

## **2.8. Alternancia**

Uno de los factores que influye en la alternancia es el agotamiento de reservas de carbohidratos y también de nitrógeno, que la planta presenta en la época de reposo invernal. Los hidratos de carbono de reserva son almacenados en ramas, tronco y raíces de las plantas para ser utilizados en la primavera siguiente en la formación de brotes y flores (Lagarda, 2007 a).

La producción alterna se presenta en muchas especies de árboles, cultivados y no cultivados, de climas templados y tropicales, en árboles frutales y nueces, especialmente en aquellos con ciclo de crecimiento del fruto largo, como podemos mencionar los siguientes: Nogal Pecanero y de castilla, pistacho, manzano, mangos, aguacates, olivos, etc. (Lagarda, 2007 b).

La genética y la edad de los árboles son de los factores que influyen sobre la intensidad de la alternancia en producción del nogal pecanero: Las variedades con mayor intensidad de alternancia son Cherokee, Shoshoni, Mahan y San Saba con intensidades de alternancia superiores al 0.7%, en tanto que Western reporta 0.56% y Wichita 0.67% de alternancia, cuando los valores aceptables deben ser de alrededor de 0.5 o menor (Lagarda, 2007 b).

### **2.8.1. Formas de ocurrencia de la alternancia**

1. Dentro del árbol: Algunas partes del árbol, amarrarían fruto en una temporada y en otra no y al año suceda lo contrario.

2. Entre árboles individuales en la plantación: Algunos árboles producen en un año y en otro no, pero el total de la cosecha en el huerto, puede no indicar producción alterna y se puede pensar que tienen una producción regular; esta situación se presenta por algunos años en huertos bien manejados.

3) Alternancia de producción entre grupo de árboles: Es el ejemplo de la alternancia en un huerto y se caracteriza por presentar altos rendimientos en un

año y baja producción en el siguiente. La importancia del fenómeno de producción alterna, estriba, en el efecto económico para el productor y en la impredecibilidad que crea en el mercado (Lagarda, 2007 b).

### **2.8.2. Principales causas de la alternancia**

Mecanismos Biológicos relacionados con la explicación de la alternancia en producción refieren a la competencia que existe entre los frutos en desarrollo y los demás órganos por las reservas disponibles dentro del árbol; los frutos en desarrollo generan fitohormonas para su crecimiento que cuando son muchas, inhiben a su vez en el mismo verano, la etapa de formación de nuevas flores para el ciclo siguiente. La cantidad de flores y brotes fructíferos varían de acuerdo al año donde se encuentren los árboles; en el año "ON" el porcentaje de brotes fructíferos es superior al 60% y sus racimos regularmente tienen un número superior a 5 nuececillas por racimo, además de que se observa un mejor amarre de fruta, por tanto el rendimiento resulta alto (Lagarda, 2007 a).

En el año "OFF", el porcentaje de brotes fructíferos es inferior a 45% y los racimos regularmente desarrollan menos flores (inferior a 5 nuececillas por racimo) y además éstas tienen una menor fertilidad y por tanto amarran menor cantidad de frutos que repercute en un menor rendimiento de nuez.

La formación de las flores se origina en las yemas vegetativas, que se transforman en yemas florales a través del fenómeno denominado: Inducción/diferenciación floral, que ocurre a finales del verano para el nogal pecanero, cuando sus nueces están creciendo, por ello si tenemos muchos frutos en formación, éstos impiden la formación de las nuevas flores, y por tanto el ciclo siguiente habrá pocas flores y con ello poca cosecha. La disponibilidad de reservas que tiene el árbol para el crecimiento de los frutos (“ON”) hace que se vean limitadas por el alto número de frutos en desarrollo, provocando frutos de baja calidad, pequeños y además agotan las reservas y con ello inhiben la formación de nuevas flores para el siguiente año. En nogal pecanero se ha demostrado que hay influencia directa entre la concentración de carbohidratos en raíces de un cm. de diámetro y la producción de nuez al ciclo siguiente; sugiriendo que la buena producción se alcanza cuando las raíces tienen más de 80 microgramos/miligramo de raíz. (Lagarda 2007 a).

### **2.8.3. Expresión de alternancia en producción**

La expresión de la alternancia en producción y la viviparidad o germinación prematura de la nuez, se reduce notablemente en variedades sensibles, cuando se controla el tamaño de los árboles. El concepto básico que se requiere enfocar para plantear una modificación es la consideración de que el órgano productivo en los árboles son las hojas y éstas son las que deben ser bien expuestas a la luz y en cantidades suficientes, para realizar la máxima producción

de azúcares, para que posteriormente se transformen en nueces, tallos hojas raíces demás órganos que forman al árbol (Wood, 1990).

#### **2.8.4. Mecanismo de compartimentalización**

La compartimentalización fisiológica es mínima en árboles pequeños y comienza a incrementarse cuando el tamaño aumenta. Esta compartimentalización influye en el fenómeno de alternancia de la producción quedando expresada dentro de esas unidades. Pequeños árboles no presentan unidades múltiples de alternancia en la producción, mientras que árboles grandes poseen varias unidades de alternancia. Estas unidades pueden alternar en la producción 'en fase' o 'fuera de fase'. El estrés producido en la planta debido a factores tales como: inviernos con temperaturas muy bajas, heladas primaverales, veranos secos, estaciones de crecimiento con nubosidad elevada, plagas y enfermedades no controladas, actúan sincronizando las unidades de árboles grandes (Wood, 1990).

#### **2.9. Defoliación temprana**

El nivel de carbohidratos presentes en el árbol depende grandemente de la condición de las hojas y del tiempo que duren trabajando en el árbol. La retención de las hojas en el otoño, parece ser un factor crítico en el establecimiento de un nivel satisfactorio, de carbohidratos para las cosechas del año en curso o del año sucesivo (Wood, 1990).

## **2.10. Cantidad de Carbohidratos Disponibles**

El nogal aparece exhibiendo las características de compartimentalización típica de árboles forestales. Árboles jóvenes se comportan como una unidad donde las moléculas orgánicas se mueven libremente entre los distintos órganos. Cuando el árbol crece, el grado de compartimentalización aumenta, quedando las ramas y raíces principales relacionadas fisiológicamente. Si bien esas unidades no parecen existir para el transporte de agua y solutos, sí existen para el transporte de asimilados orgánicos. El número de unidades y el grado de compartimentalización o autonomía se incrementa con el tamaño de la planta (Wood, 1990).

Árboles de más de 60 años comprenden de 3 a más de 12 compartimentos distintos. El resultado es un organismo compuesto de entidades fisiológicamente distintas y casi autónomas, las cuales tienen un comportamiento de unidades fisiológicas independiente (Wood, 1990).

### **2.10.1. Poda**

El principal objetivo de la poda, es estimular un tipo de crecimiento que producirá un número óptimo de brotes fructíferos en todo el árbol. Las variedades varían ampliamente en los hábitos de crecimiento y también en la respuesta a la poda. Reduce tamaño de árbol y con ello reduce la cantidad de yemas florales disponibles; sin embargo la poda en nogal no es suficiente para controlar

alternancia completa, pero si mejora la calidad de la nuez a través de la mejora en la iluminación de los árboles (Westwood, 1982).

Es muy importante que la luz solar se distribuya en forma uniforme a lo largo de la copa, esencial para el sistema productivo. La poda del árbol tiene como objetivo principal formar una estructura que permita soportar la carga de frutos y hojas, permitiendo además la entrada de luz en la copa (Lagarda, 2007 b).

Con estas prácticas se consigue mayor eficiencia de utilización de luz, aumentando la tasa de fotosíntesis durante todo el período productivo. Si se tiene una entrada deficiente de luz las ramas bajas pueden secarse y las plantaciones dejar de ser productivas (Núñez, 2001).

### **2.10.2. Fertilización**

Esta práctica consiste en adicionar al suelo los nutrientes que éste no puede proporcionar a las plantas. La fertilización de los árboles de nogal o de la huerta es una de las prácticas más importantes durante el año y deberá ser integrada dentro del programa de manejo general de la huerta (Núñez, 2001).

Una estrategia de manejo apropiado de la fertilización toma en cuenta factores intrínsecos de los fertilizantes e incluye otros factores como pH de suelo (ácido, neutro o alcalino), textura de suelo (fina, media) composición química del

suelo (por ejemplo cantidades de diferentes elementos en la solución del suelo; capacidad de intercambio catiónico), atmósfera del suelo (aeróbica o anaeróbica), microflora del suelo (tipo y abundancia de microorganismos), tipo y costo de la fuente a utilizar, tipo de cultivar (con alta alternancia o moderada alternancia), humedad del suelo (saturado, húmedo, seco), movimiento del agua a través del perfil del suelo, cubiertas en los huertos (cultivos limpios, pastos o legumbres), cantidad y método de irrigación (inundación, goteo o aspersión), edad fisiológica de los árboles (jóvenes, intermedios o viejos), nivel del nutriente en los árboles (bajo, moderado, alto), periodos de demanda (desarrollo de follaje, llenado de almendra, dormancia), temperatura del aire (frío, moderado, caliente) localización de las raíces absorbedoras en el perfil del suelo (superficiales, medias o profundas (Núñez, 2001).

### **2.10.3. Aclareo**

El aclareo se da con la finalidad de reducir el rompimiento de ramas, aumentar el tamaño del fruto, mejorar el color y la calidad de este Y para estimular la iniciación floral para el siguiente año. Al aumentar la relación hoja/fruto, se quita alguna fruta y esto causa que el fruto que se queda en el árbol sea más grande, pero no en proporción directa al aumento de hojas por fruto. Esto significa que hay algo de producción y un mejoramiento en el tamaño del fruto (Westwood, 1978).

El aclareo temprano, comúnmente estimula la división celular y en algunas veces el alargamiento celular; este efecto es más pronunciado en cultivares de amarre de fruto alto. Se sabe que el aclareo tardío, causa un aumento en el crecimiento del fruto mediante el alargamiento celular. Cuando un aclareo tardío se da, el aumento en el tamaño del fruto es menos efectivo. El aclareo de frutos es la forma más efectiva para controlar la alternancia en producción; cuanto más temprano mejor. En nogal debe hacerse antes de iniciar el crecimiento de la almendra. (Westwood, 1978).

### **2.11. Tipos de aclareo**

Aclareo químico ha sido exitoso en manzanos y otros frutales, sin embargo, no existe un químico que sea efectivo para el aclareo químico de nogales.

Aclareo mecánico: consiste en tumbar frutos de los nogales cuando están muy cargados, con el uso de un vibrador. Es un método muy riesgoso porque se puede dañar fácilmente al tronco de los árboles y además se debe realizar cuando la nuez tenga suficiente tamaño para tumbarlas o sea se hace antes del inicio del crecimiento de la almendra (mes de Julio). El aclareo mecánico promueve la mejora de los frutos en llenado de almendra hasta en 4 puntos de % y con ello el peso por nuez también se mejora; sin embargo, los efectos de control de alternancia no es claro, por el tiempo en que se realiza (Westwood, 1978).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización geográfica**

La Comarca Lagunera se encuentra comprendida entre los paralelos 24° 10' y 26° y 45' de latitud norte y los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud oeste de Greenwich, con una altura sobre el nivel del mar de 110 m. la región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas, el clima de verano va desde semi-cálido a cálido-seco y en invierno desde semi-frío, mientras que los meses de lluvia son de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992).

#### **3.2. Características climáticas**

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

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

El experimento fue realizado en el rancho Tierra Blanca, Municipio de Matamoros Coahuila, dentro de la Comarca Lagunera, el invierno 2006-2007 tuvo una acumulación de frío según el método de Da Mota de 180 horas de frío y una acumulación de calor superior a 4000 horas con una temperatura base de 10 °C

Cultivares empleados: Árboles de nogal de la variedad Wichita: Plantaciones de 6, 30 y 60 años de edad, evaluados en el año 2007-2008.

### **3.4. Muestreos**

1. Se evaluaron 4 ramas basales con brotes de 5, 15 y 25 cm de longitud fructíferos con nuez, dispuestas en los cuatro puntos cardinales del árbol, esto se hizo en árboles de 6, 30 y 60 años de edad. De los cuales se midieron el número de hojas/brote, superficie foliar (longitud y ancho de hoja), longitud de raquis, número de nueces por racimo, peso de nueces por racimo. La superficie foliar se tomó individualmente por hoja, midiendo el ancho de la hoja desde la parte central de la hoja, de foliolo a foliolo, el largo de la hoja se tomó midiendo desde donde inicia el crecimiento de la hoja hasta el último foliolo de la misma hoja. Se contabilizaron las hojas que presentaban cada brote y el número de foliolos por hoja. Estos datos se tomaron, con la ayuda de una cinta métrica, un vernier y una libreta de campo.

2. Se evaluaron 20 ramas con brotes terminales de 5, 15 y 25 cm de longitud, que tuvieron producción en el año 2007 (Dos cosechas) y ramas productoras 2008 (una cosecha), las ramas de dos cosechas se identificaron al encontrar la huella que muestra la producción del año anterior: esto se realizó en árboles de 6, 30 y 60 años de edad que presentaron producción en este año, en árboles de la variedad Wichita, de los cuales se tomaron los siguientes datos: producción de nuez en cada tratamiento evaluado, aunque en algunos casos las huellas no presentaban nueces.

#### **3.4.1. Descripción de los métodos**

Los árboles para el muestreo fueron elegidos al azar: disposición de los tratamientos en cada una de las ramas, basales (orientación; al azar) de acuerdo a la edad de los árboles del nogal pecanero (6, 30 y 60 años). Para el muestreo de datos se utilizó una cinta métrica de 3 m, un vernier, báscula y libreta de campo. Plumones para etiquetar los tratamientos.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

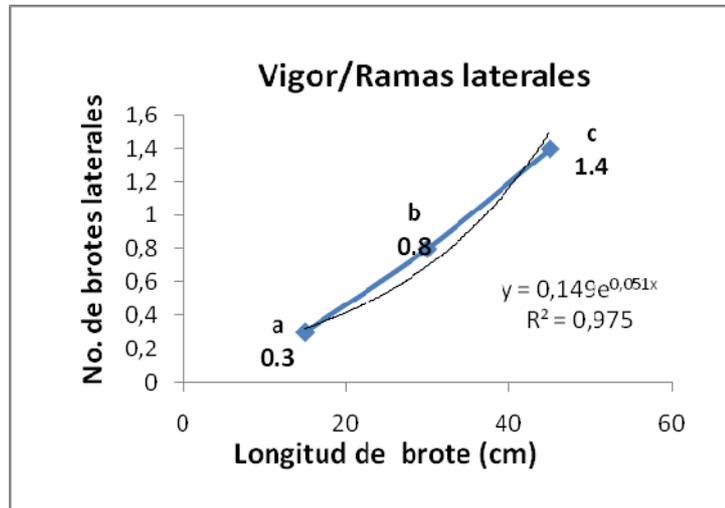
La producción de nuez, sufre constantes fluctuaciones de su cosecha a lo largo de los años de vida productiva de la huerta que provoca cambios riesgosos en la actividad comercial debido a la desuniformidad existente con la oferta de nuez cosechada. La producción alterna de nuez o alternancia de producción, son fluctuaciones cíclicas del rendimiento a lo largo de los años de la vida productiva de los árboles y ésta puede medirse con dos parámetros que son:

A.- Bianualidad; evalúa el porcentaje de cosechas altas sobre los años de cosecha baja o viceversa.

B.-Intensidad; es la amplitud existente entre los picos y depresiones de las cosechas de los años “ON” y “OFF”.

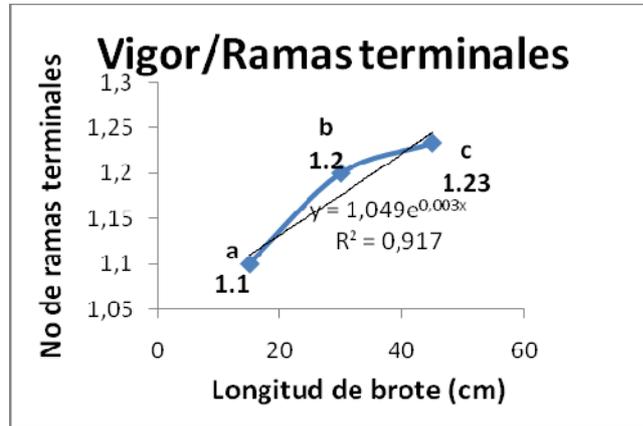
El nogal aparece exhibiendo las características de compartimentalización típica de árboles forestales. Árboles jóvenes se comportan como una unidad donde las moléculas orgánicas se mueven libremente entre los distintos órganos. Cuando el árbol crece, el grado de compartimentalización aumenta, quedando las ramas y raíces principales relacionadas fisiológicamente. Si bien esas unidades no parecen existir para el transporte de agua y solutos, sí existen para el transporte de asimilados orgánicos. El número de unidades y el grado de compartimentalización o autonomía se incrementa con el tamaño del nogal pecanero.

**Figura 1. Relación existente sobre la producción de los brotes laterales con ramas de longitudes de 15 (a), 30 (b) y 45 (c) cm. en la variedad Wichita de nogal pecanero. UAAAN-UL**



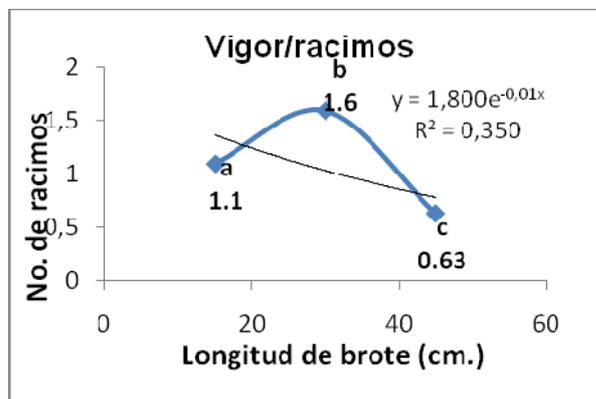
La influencia del tamaño de la rama, sobre la producción de brotes laterales indica una alta correlación entre la longitud de la rama y el número de brotes laterales producido (Figura 1). Se aprecia que entre mayor fue la rama, 45 cm. los brotes laterales formados fueron de 1.2 brotes laterales, lo que permite una mayor producción de hojas en el árbol permitiendo mayor disponibilidad de los carbohidratos. En el caso de la producción de brotes terminales también se observó una mayor proporción de brote 1.24 cuando las ramas fueron de 45 cm.

**Figura 2. Producción de brotes terminales producidos por ramas con longitudes de, 15 (a), 30 (b) y 45 (c) cm. En nogal pecanero de la variedad Wichita. UAAAN-UL**



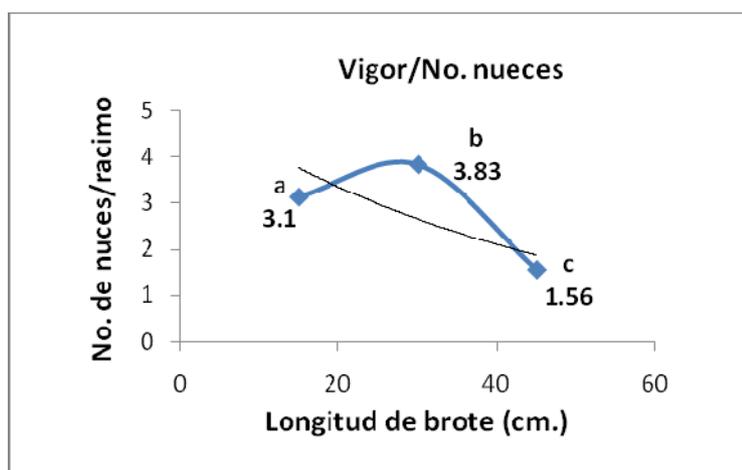
Se observó también que ramas de 15 cm produjeron menos brotes laterales, y solo brotes terminales, (Figura 2) sugiriendo que en arboles productivos se deben mantener con características de crecimiento de ramas de 45 cm.

**Figura 3. Numero de racimos producidos en brotes de 15, 30 y 45 cm de la variedad Wichita de nogal pecanero. UAAAN-UL**



La mayor longitud de brote, (Figura 3) indica que el nogal variedad Wichita reduce notablemente el numero de racimos. La producción de racimos es muy baja, ya que los carbohidratos necesarios para a producción de racimos: fisiológicamente la planta los utiliza para la producción de follaje para asegurar la producción de nuevos brotes para el siguiente año. Los brotes de entre 15 y 25 cm de longitud producen mayor número de racimos.

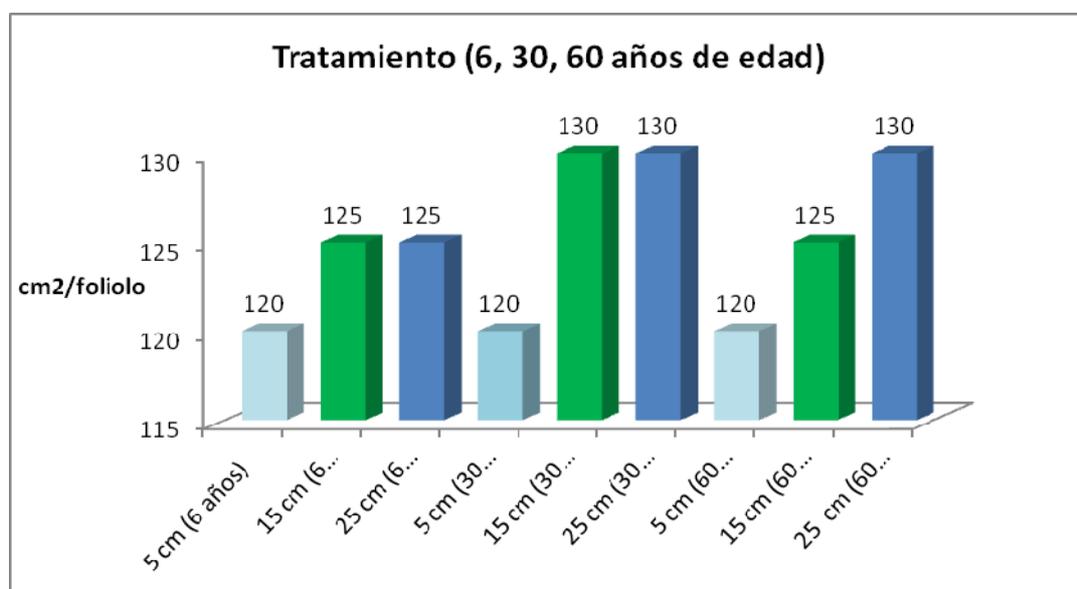
**Figura 4. Influencia de la longitud de brote en la producción de nueces/Racimo. UAAAN-UL**



La figura anterior (4) demuestra que la producción de nuez esta influenciada fuertemente por la longitud de brote, se observa que los brotes de 30 cm son los más aptos para la producción de nuez, de igual manera esta figura nos indica que la longitud más apropiada en la producción de nuez es el brote de 25 cm. ya que los carbohidratos se distribuyen uniformemente tanto para la producción de nueces y de brotes. Puesto que los brotes con longitudes mayores

a 30 cm asegura la producción del año siguiente porque como lo menciona Camargo, 2007 los hidratos de carbono son almacenados en ramas, troncos y raíces para la producción del año siguiente. Por eso es que los brotes de 45 cm no tienen buenas producciones de racimos.

**Figura 5. Efecto de tamaño del brote fructífero sobre la producción de área foliar en arboles de edades diferentes 5, 30 y 60 años de la variedad Wichita de nogal pecanero. UAAAN-UL**



Las diferentes edades (Figura 5) sobre la producción de área folia en brotes fructíferos de árboles, nos demuestra que en los tres tratamientos con longitudes de 5 cm de brote la producción de hoja siempre fue la mínima, lo que nos indica que los brotes más pequeños producen 5 a 10 cm<sup>2</sup>, menor área foliar que los brotes de 15 y 25 cm. Lo anterior significa que los brotes de baja longitud

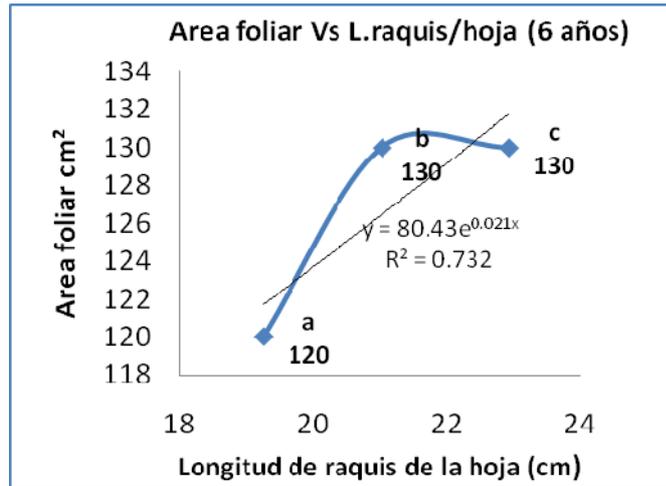
producen follaje de baja capacidad productiva y por ende de calidad alternante (Lagarda, 2007)

De igual manera esta figura 5, explica que en el segundo tratamiento (30 años) la producción de follaje, igual en las longitudes de 15 y 30 cm porque a esta edad la disponibilidad de nutrientes y/o carbohidratos es menos variable porque como la literatura menciona, que a mayor numero de hojas mayor será el numero de carbohidratos almacenados, porque las hojas son los órganos productivos en los árboles ya que estos son los máximos productores de azúcares que a su vez estos se transforman en nueces, tallos, hojas, raíces y demás órganos que forman al árbol (Wood, 1990).

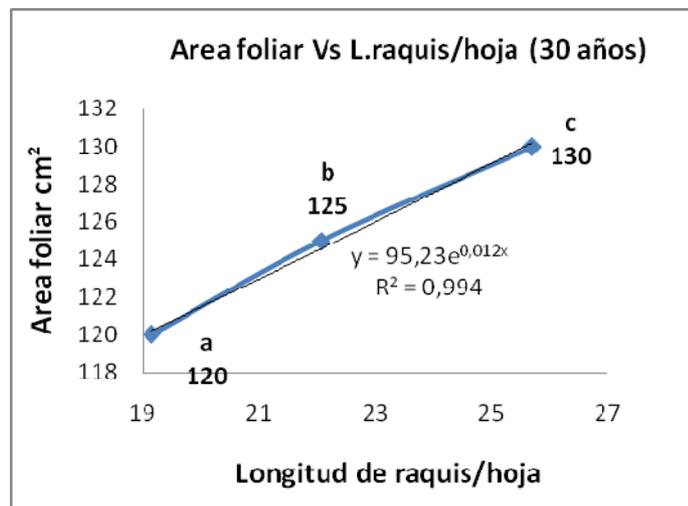
La figura 5 explica que en el tercer tratamiento (60 años) la longitud del brote es parte fundamental para la producción de hojas y que es necesario que los brotes sean de 25 cm. y que las hojas sean de aproximadamente 130 cm<sup>2</sup>, ya que a medida que el árbol es mas viejo: los nutrientes y carbohidratos que se encontraban en reserva se reparten en mas compartimentos, ya que el árbol es mas grande y tiene mayor numero de ramas, raíces y hojas.

En conclusión de acuerdo a los tres tratamientos, los brotes de entre 15 y 30 cm. de longitud existe mayor porcentaje de hojas y a mayor número de hojas mayor será la cantidad de hidratos de carbono reservados fisiológicamente por la planta para asegurar la producción del siguiente año (Núñez, 2001).

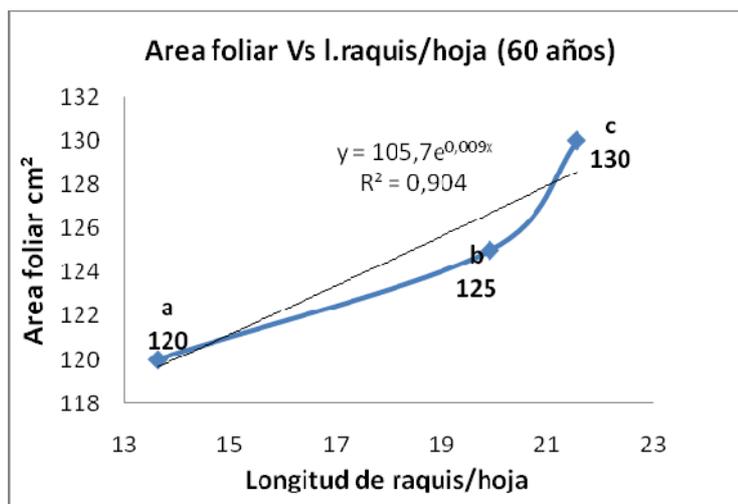
**Figura 6. Relación entre el tamaño del raquis de la hoja del comportamiento del desarrollo del crecimiento de la hoja de brotes fructíferos y la superficie foliar en arboles de 6 años de la variedad Wichita del nogal pecanero. UAAAN-UL**



**Figura 7. Relación entre el tamaño del raquis de la hoja del comportamiento del desarrollo del crecimiento de la hoja de brotes fructíferos y la superficie foliar en arboles de 30 años de la variedad Wichita del nogal pecanero. UAAAN-UL**

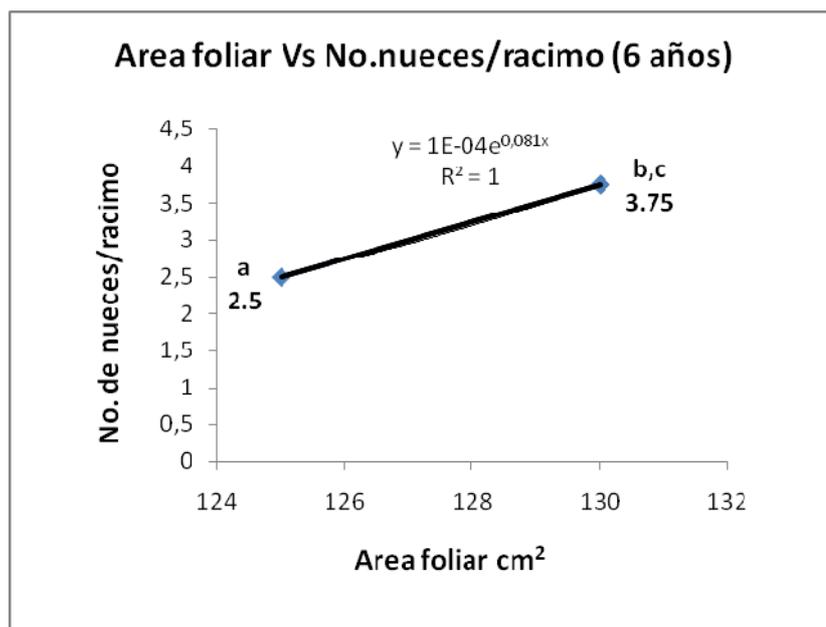


**Figura 8. Relación entre el tamaño del raquis de la hoja del comportamiento del desarrollo del crecimiento de la hoja de brotes fructíferos y la superficie foliar en arboles de 60 años de la variedad Wichita del nogal pecanero. UAAAN-UL**



Las figuras anteriores (6, 7 y 8) representan la relación existente en el área foliar y la longitud del raquis de la hoja en brotes fructíferos de arboles con 6, 30 y 60 años considerando los puntos de cada grafica marcados por a, b y c, señalan el área foliar de los brotes de 5, 15 y 25 cm. de longitud. Las graficas demuestran que la producción media de área foliar se encuentra en los árboles de 30 años de edad (Fig. 8 (c)) y esto hace que el rendimiento de la nuez año con año sea estable, aun con los efectos alternantes y a medida que el árbol produzca follaje fisiológicamente guardaran reservas de carbohidratos para la producción del siguiente año. A medida de que el árbol sea más viejo y produzca menos follaje se reflejara puesto que el árbol tiene menos producción de nuez esto debido agotamiento de reservas de carbohidratos y también de nitrógeno.

**Figura 9. Relación entre la producción de nueces/racimo de acuerdo a la superficie foliar en arboles de 6 años de la variedad Wichita del nogal pecanero. UAAAN-UL**



En la figura No. 9 se observa que las hojas más grandes alcanzan los 130 cm<sup>2</sup> y además producen más de 3.5 frutos, de acuerdo a la grafica se puede decir que se van a producir de 2 a 4 frutos en brotes fructíferos con un área foliar de 120 a 130 cm<sup>2</sup>.

Figura 10. Efecto de producción de nueces/racimo de acuerdo a la superficie foliar de los arboles con edad de 30 años de la variedad Wichita del nogal pecanero. UAAAN-UL

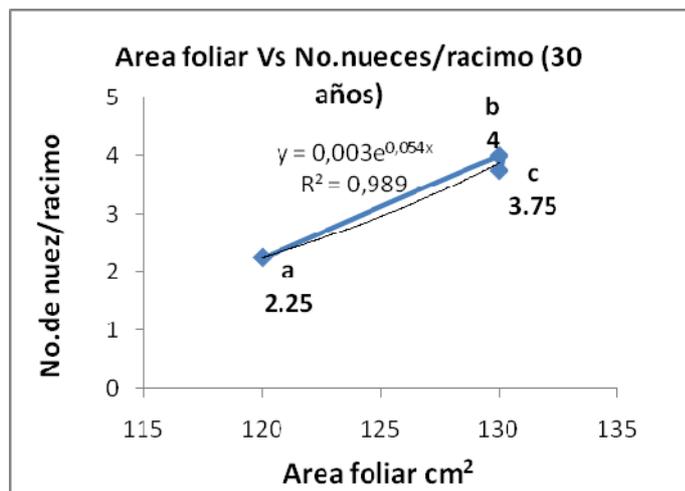
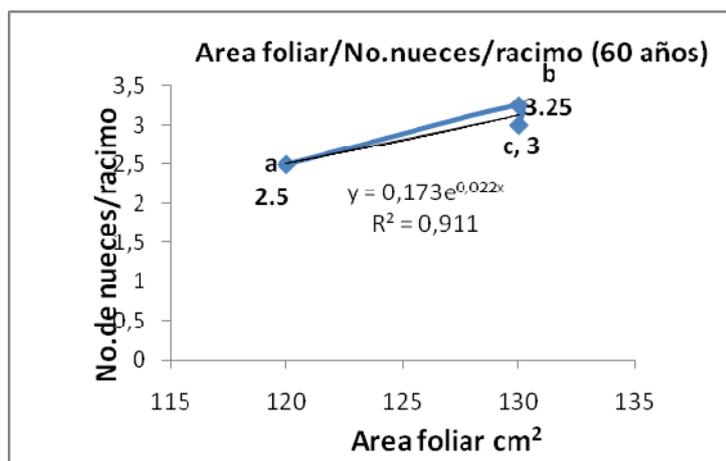
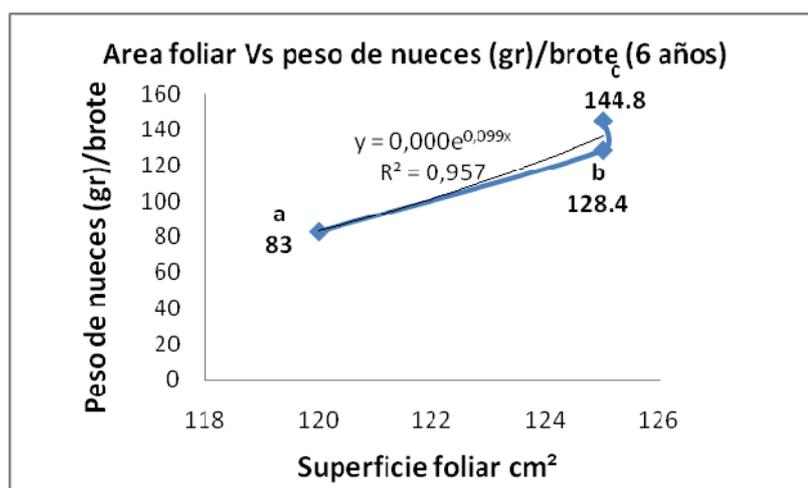


Figura 11. Comparación del efecto de producción de frutos, relacionando la superficie foliar de los arboles de 60 años en la variedad Wichita del nogal pecanero. UAAAN-UL

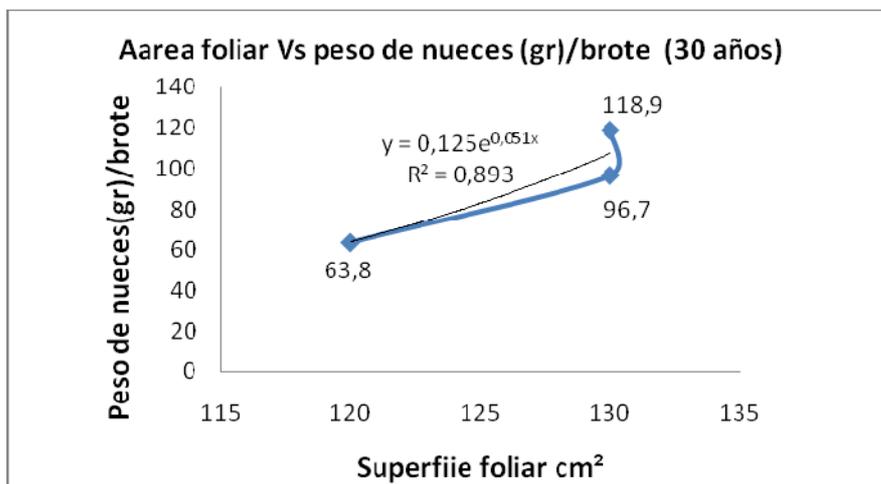


Las figuras anteriores (10 y 11) representan la producción de nueces por racimo de acuerdo a la superficie foliar de los tratamientos empleados, de acuerdo a la longitud del brote. Los puntos a, b y c representan la producción de nuez/Sup. Foliar. La comparación entre los tratamientos demuestra que la producción de nuez más alta se presenta en el tratamiento de 30 años, ya que en este tratamiento las longitudes de brote alcanzan una producción de cuatro nueces por racimo en longitudes de 15 y 25 cm de longitud, y a la conclusión que se llegó es que la producción de follaje ayuda a que haya un nivel de producción de nuez óptimo por la alta disponibilidad de carbohidratos presentes en las hojas de los brotes.

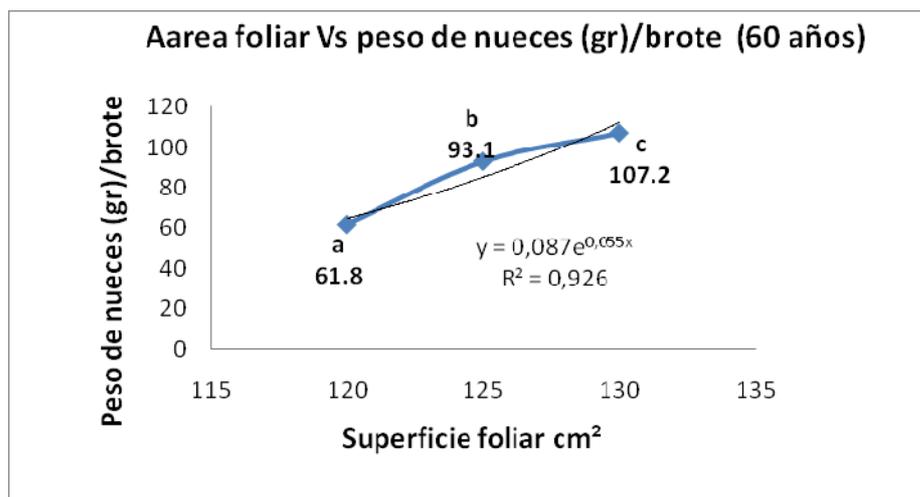
**Figura 12. Comparación del peso de nueces (gr) que producen los brotes, en relación con la superficie foliar del brote en arboles de nogal pecanero de la variedad Wichita con edad 6 años. UAAAN-UL**



**Figura 13. Comparación del peso de nueces (gr) que producen los brotes, en relación con la superficie foliar del brote en arboles de nogal pecanero de la variedad Wichita con edad 30 años. UAAAN-UL**



**Figura 14. Comparación del peso de nueces (gr) que producen los brotes, en relación con la superficie foliar del brote en arboles de nogal pecanero de la variedad Wichita con edad de 60 años. UAAAN-UL**



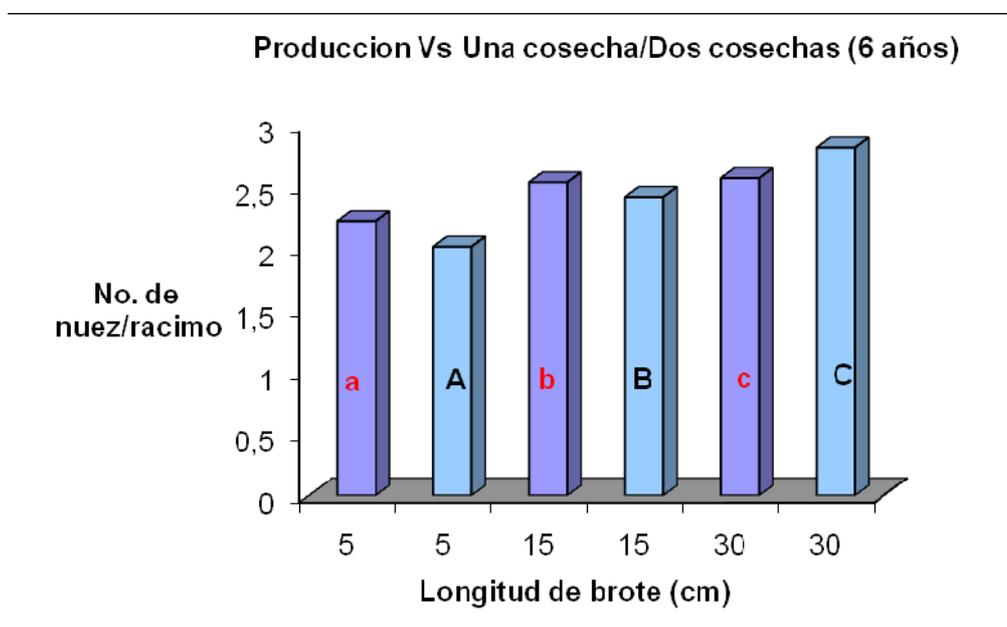
En estas figuras (12, 13 y 14) se muestra la relación tan importante que existe entre el área foliar y el peso de la nuez en relación a la longitud de los brotes y la edad del árbol. Nuevamente se comprueba que la superficie foliar es de gran importancia para un buen llenado de la nuez, con esto se reafirma que las hojas juegan un papel muy importante, ya que son las que producen y disponen de los carbohidratos que a su vez los transforma en azúcares para posteriormente transformarlo en nueces, tallos, hojas, raíces y demás órganos que forman el árbol. Pero se debe tomar en cuenta que la longitud de brote fructífero adecuado y/o óptima para una buena producción no es el más largo o el más pequeño, sino que se considera que la longitud de brote que asegura una producción de nuez alta (4-5 nueces por racimo) son los brotes de entre 15 y 30 cm. como lo demuestran los datos de las gráficas.

También debe tomarse en cuenta que los brotes que no son fructíferos o que no producen racimos con nuez, son los encargados de almacenar los hidratos de carbono necesarios para la siguiente producción.

Se comprueba también que los árboles más jóvenes en este caso los de 6 años de edad son los que tienen menos alternancia debido a que las moléculas se mueven libremente por los órganos del árbol y a esto se debe la buena producción de nuez, pero esto ocurre mientras el árbol es joven, ya que a medida que el árbol crece, el grado de compartimentalización aumenta, quedando las ramas y raíces principales relacionadas fisiológicamente. Por eso, se señala también que

la estabilidad de la producción de nueces y alternancia se encuentra en árboles maduro (Wood, 1990).

**Figura 15. Producción nueces en brotes fructíferos de la variedad Wichita con y sin cosecha consecutiva en 2008 en arboles de 6 años de edad. UAAAN-UL**

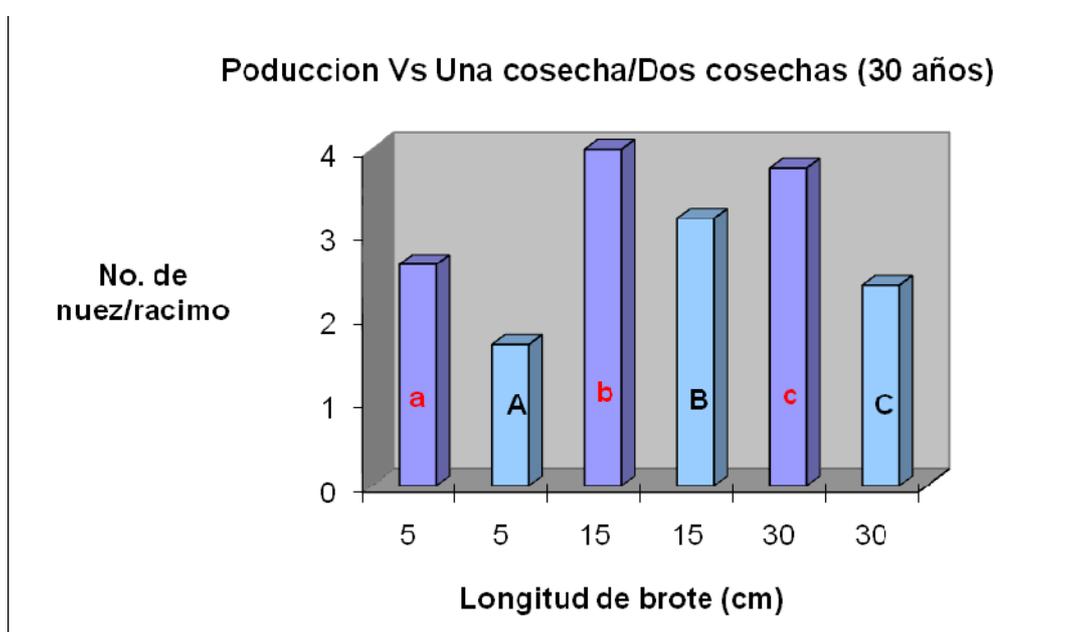


Los valores a, b y c en la figura No. 15 representan brotes con una sola cosecha cada dos años (2008).  
Los valores A, B Y C en la figura No. 15 representan brotes con dos cosechas consecutivas (2007-2008).

De acuerdo a Wood, 1990, en la figura No. 15 se demuestra que en árboles jóvenes, en este caso árboles de 6 años de edad la alternancia no se va a presentar en niveles altos, ya que los árboles jóvenes tienen menos órganos en que repartir los carbohidratos, en la figura No. 15 se puede observar claramente la semejanza de producción de árboles con una cosecha cada dos años (representada por las letras minúsculas) y dos cosechas consecutivas

(representada por las letras mayúsculas). De igual manera se puede notar que en brotes que son de una cosecha la producción va a ser relativamente más alta.

**Figura 16. Producción de nueces en brotes fructíferos con dos cosechas consecutivas (2007-2008) (a) y en una cosecha (2008) (A) en árboles de 30 años de edad. UAAAN-UL**

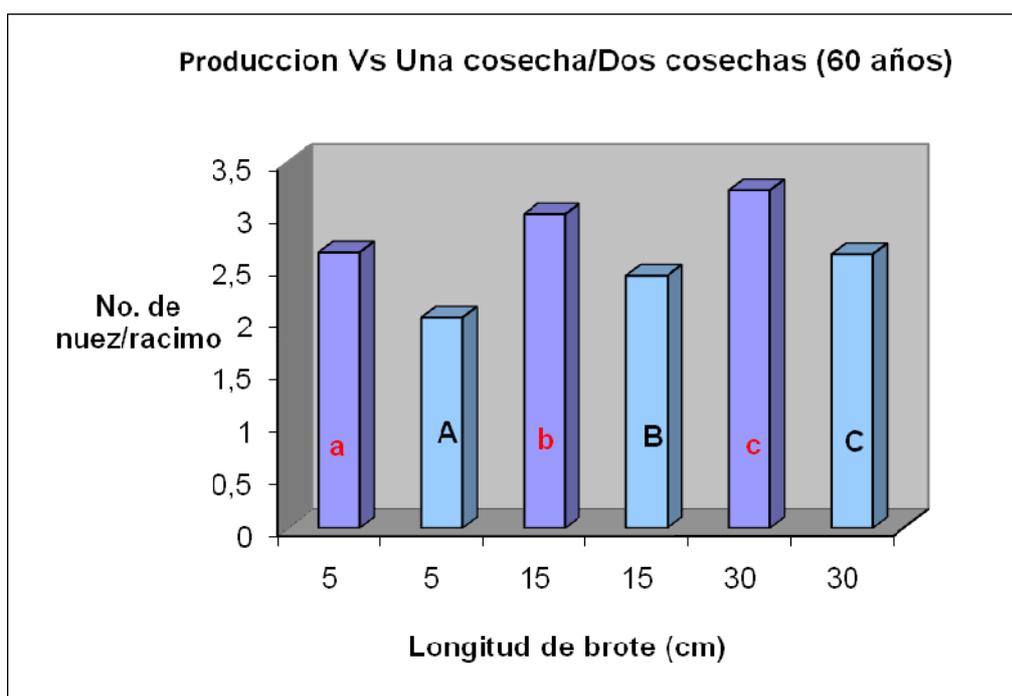


Los valores a, b y c en la grafica No. 15 representan brotes con una sola cosecha cada dos años (2008). Los valores A, B Y C en la grafica No. 15 representan brotes con dos cosechas consecutivas (2007-2008).

La grafica anterior (Figura 16) señala claramente la alternancia que existe entre las producciones "ON" (2008) Y "OFF" (2007-2008) y esto se debe a las constantes fluctuaciones de la producción a lo largo de los años de vida productiva del nogal pecanero. En la figura No. 16 se observa claramente que en brotes de una cosecha, el rendimiento de nuez tiene un nivel más alto que al de

dos cosechas consecutivas, y esto se debe a la disponibilidad de carbohidratos con los que cuentan los brotes del 2008, también se observa que en brotes fructíferos de entre 15 y 45 cm. de longitud, la producción de nueces es en promedio el mismo, ya que aproximadamente cada brote produce de 3 a cuatro nueces por racimo.

**Grafica 17. Producción de nueces en brotes fructíferos con dos cosechas consecutivas 2007-2008 (a) y en brotes fructíferos con una cosecha, 2008 (A) en árboles de 60 años de edad. UAAAN-UL**



Los valores a, b y c en la grafica No. 15 representan brotes con una sola cosecha cada dos años (2008). Los valores A, B Y C en la grafica No. 15 representan brotes con dos cosechas consecutivas (2007-2008).

La grafica anterior (Figura 17) muestra la alternancia que existe entre los árboles viejos afecta a gran escala la producción anual de nuez el año "ON" y

"OFF". Esto nos quiere decir que cuando el árbol crece, el grado de compartimentalización aumenta, quedando las ramas y raíces principales relacionadas fisiológicamente. El número de unidades y el grado de compartimentalización o autonomía se incrementa con el tamaño de la planta y esto ocasionara que la producción de nuez se vea muy afectada en años "OFF" porque la disponibilidad de carbohidratos no será el mismo. La grafica No. 17 también demuestra que la producción de nuez en su punto más alto se encuentra en brotes de 30 cm. de longitud aunque a esta edad la producción de nuez reduce considerablemente de entre 2 a 3.5 nueces por racimo en brotes de entre 15 y 30 cm de longitud y cuando el árbol se encuentre en alternancia la producción de nuez será de aproximadamente de 1.5 a 2.5 nueces por racimo en brotes con longitudes de entre 15 y 30 cm (Lagarda 2007)

## V. CONCLUSIÓN

El efecto de la edad en arboles jóvenes, maduros y viejos (6,30 y 60 años), en nogal pecanero de la variedad Wichita, presentan una variabilidad en cada uno de ellos ya que no tienen el mismo comportamiento en cada uno de los brotes fructíferos de acuerdo a los diferentes tipos de longitud que se evaluaron como los arboles de 6 años tiene hojas más pequeñas en brotes fructíferos 3 cm más cortos, esto se presenta de acuerdo al tamaño de las hojas compuestas, cada hoja en brotes fructíferos mide aproximadamente 19 cm en arboles de 60 años de edad. En arboles de 30 años el tamaño se reduce la hoja a 17 cm, y a 16 cm en arboles de 6 años. El tamaño de la hoja depende de la edad del árbol.

Por lo que:

- 1.- El promedio de hojas por brote fructífero es de 8 hojas.
- 2.- La capacidad de brotes fructíferos para buenas producciones de nuez se presentan dentro de los primeros 30 años de edad del árbol de la variedad Wichita.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

Arreola Ávila J. G., A. Lagarda Murrieta y M. C. Medina Morales 2002. Fenología *in*: Tecnología de producción en nogal pecanero. CELALA, CINOC, INIFAP. Pp. 210.

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

Brison, F. R. 1974. Pecan culture. Capital Printing. Austin, Texas, USA.

Camargo Lozana A. 2001. Monografía del barrenador del ruezno (*Cydia caryana*) (Fitch) como plaga potencial del nogal. Torreón Coahuila Mex. P. 5-7

Domínguez, L. S. 1988. Determinación de la raíz de copa en vid (*Vitis vinífera*) mediante la materia seca producida. Tesis UAAAN UL. PP. 12-13.

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

Duke, J. A. 2001. Handbook of Nuts, Herbal Reference Library. Pp. 342.

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

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

Lagarda, M.; A.. 2007 b. Alternancia del Nogal Pecanero. Seminario del nogal pecanero. Memoria Técnica. Abril 2007

Mendoza, M. V. 1969. México. La Nuez pecanera, Banco Agropecuario del Norte S. A. Pp. 63-69.

Muncharas, M. 2001. El nogal. Técnicas de cultivo para la producción frutal. Madrid, Mundy-Prensa. P. 301.

Nigel Wolstenholme B. 1997. Chapter 1. Introduction climate. 1: 13-17, *in*: Texas pecan handbook: Texas agricultural extension service college station, Texas.

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

Núñez M.J., Valdez G.B., Martínez D.G., Valenzuela C.E. 2001. El nogal pecanero en Sonora. INIFAP. México. Pp. 209.

Ree, H. and A. Knuston. 2003. Field Guide to the insects and Mites Associated with Pecan. Texas Agriculture Service. The Texas A&M University System. B\_6055. Pp.7-10

Salas Franco A. 1997. Capitulo 1. Manejo integrado de plagas del nogal. Editores; L. A. Rodríguez del Bosque y SH. Tarango Rivero. Pp. 26.

Santibáñez, E. 1992. La Comarca Lagunera, ensayo monográfico. 1ª edición. Tipográfica Reza. S. A. Torreón, Coahuila, México. Pp. 14.

Tecnología de Producción del Nogal Pecanero.. INIFAP. Noviembre, 2002

Westwood, M. N. 1978. Temperature-zone pomology. W. H. Freeman and Company, San Francisco, California, USA.

Westwood, N. M. 1982. Fruticultura de zonas Templadas. Traducción de la primera edición en inglés por: L. Rayo, R. Madrid., España. Ed. Mundy-Prensa.

Wood B.W. 1990. Pecan Husbandry: Challenges and Opportunities. USDA-ARS. 258

<http://www.sagarpa.gob.mx /cgcs/boletines/2006/marzo/B074.pdf>