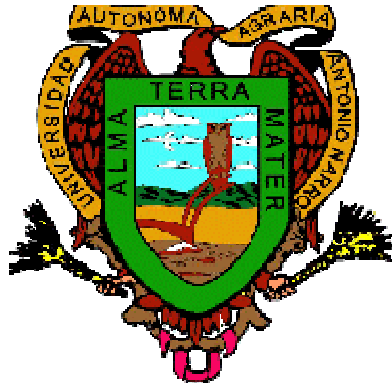


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS**



**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y FRUCTIFERO DE NOGAL  
PECANERO DE LA VARIEDAD WICHITA (*Carya illinoensis* Koch). BAJO  
CONDICIONES DE ALTA DENSIDAD**

**POR:**

**SEBASTIAN RUIZ CARREON**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**Torreón, Coahuila, México, Diciembre de 2010.**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y FRUCTIFERO DE NOGAL  
PECANERO DE LA VARIEDAD WICHITA (*Carya illinoensis* Koch). BAJO  
CONDICIONES DE ALTA DENSIDAD

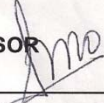
POR:  
SEBASTIAN RUIZ CARREON

TESIS  
QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

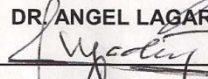
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR

ASESOR PRINCIPAL:

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

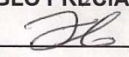
ASESOR:

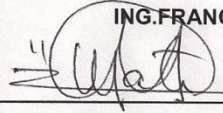
  
\_\_\_\_\_  
DR. EDUARDO MADERO TAMARGO

ASESOR:

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

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
ING. FRANCISCO SUAREZ GARCIA

  
\_\_\_\_\_  
ING. VICTOR MARTINEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS   
División de la División de  
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México, Diciembre de 2010.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

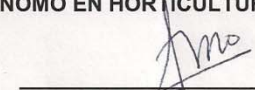
UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. SEBASTIAN RUIZ CARREON QUE SOMETE A LA  
CONSIDERACION DELH. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

PRESIDENTE:

  
DR. ANGEL LAGARDA MURRIETA

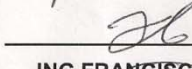
VOCAL:

  
DR. EDUARDO MADERO TAMARGO


VOCAL:

  
DR. PABLO PRECIADO RANGEL

VOCAL:

  
ING. FRANCISCO SUAREZ GARZA

  
ING. VICTOR MARTINEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS   
Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México, Diciembre de 2010.

## DEDICATORIAS

**A Dios.** Por a verme puesto en mi camino muchas cosas tantas buenas como malas y que en su momento fueron difíciles pero pude superarlas, que nunca me dejo solo y por ser tan bueno con migo, además de darme una familia maravillosa.

### A MIS PADRES

**Sra. Otilia Carreón Hoyos.** A ti mama que me diste la oportunidad de venir a este mundo, por impulsarme a seguir estudiado y terminar todo lo que inicio, por eso te agradezco todos los sacrificios que hiciste para que yo permaneciera en la escuela, por todo esto mil gracias te amo mama que dios te bendiga.

**Sr. Rafael Ruiz Flores.** A ti padre por preocuparte siempre por mí, por esforzarte el doble en el campo para que yo pudiera terminar mi carrera, te doy las gracias por los consejos que me das, te quiero padre.

**A mis hermanos:** Rafael, Lola, Raúl, Fredy, José, Lulú, Ramiro, Ismalzin, Vanesa. Por ser parte de mí apoyo incondicional, por ser parte de mi vida y mi formación, gracias a ellos y toda su familia por su apoyo económico y moral. Nunca voy a olvidar lo que hicieron por mí los quiero.

### A LOS AMORES DE MI VIDA

**MARIA DEL PILAR O. F Y NUESTRO BEBE** (corazoncitos.). Gracias por permitirme conocerte y por dejarme entrar en tu corazón: por el cariño, el amor, la comprensión, la espera, y sobre todo la paciencia que me has tenido. Y a ti bebe que te encuentras en este momento dentro la hermosa pancita de tu mami, te estamos esperando con mucho pero mucho amor regalito de dios. Los amo y los amare toda la vida nunca lo olviden pedacitos de cielo.

## AGRADECIMIENTOS

“**mi alma terra mater**” con mucho cariño a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Por cobijarme durante mi estancia, por cumplir mis sueños de terminar una carrera profesional, por los conocimientos invaluable que me llevo de ti, por inculcarme principios como ciudadano y persona social. **¡GRACIAS, UAAAN. UL!!**

**Dr. Ángel Lagarda Murrieta.** Por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de investigación con él; por su valiosa aportación de sus conocimientos para la redacción del mismo; por sus sabios consejos y por la motivación que siempre recibí de su persona; por brindarme su confianza y su grata amistad. Me quedo muy agradecido por todo su apoyo.

**A mis asesores.** PhD. Eduardo Madero Tamargo, Ing. Francisco Suárez García, Dr. Pablo Preciado Rangel, por su apoyo y colaboración de una u otra forma en este trabajo de tesis.

**A la familia Orea Fernández.** Sr. Pablo, Sra. Rufina y sus hijos Bebo, Mario, Toño, Rubén, Chenchito, Pablo, Beto, Mati y a Yaz y su esposo Martin. A todos ellos y a sus familias les doy las gracias por la confianza que me han brindado, y gracias por dejarme convivir con ustedes y síganle echando ganas a lo que saben hacer cómo me dice el Mario y lo saben hacer muy bien. Que dios los bendiga.

**A mi amigo. Héctor torres,** te agradezco mucho tu apoyo, confianza y sobre todo tu amistad brindada eres un amigo que nunca deja solo te agradezco la hospitalidad que me diste en tu casa el tiempo que estuve realizando la tesis, se que dejo en torreón a unos de mis mejores amigos que he tenido en mi vida. Muchas gracias a ti y a toda tu familia que se portaron de maravilla conmigo. Que dios los bendiga.

**A mis amigos.** Al profe de atletismo de la UAAAN- UL, a Ulises Cora, al chino, Ing. Mateo, Ing. Rafael, a Giovanni mi paisa. Por brindarme su apoyo, consejos y sus recomendaciones cuando se lo pedía por todo esto muchas gracias.

## RESUMEN.

El presente experimento tiene como objetivo conocer el comportamiento de fructificación y el crecimiento vegetativo en árboles de 9 años, en árboles plantados en altas densidades de la variedad Whichita.

El trabajo de investigación se realizó durante el año 2010 en la huerta ubicada en la pequeña propiedad Tierra Blanca Municipio de Matamoros Coahuila. El municipio de Matamoros Coahuila se localiza en el suroeste del estado de Coahuila, en las coordenadas 103° 13' 42" longitud oeste y 25° 31' 41" latitud norte, a una altura de 1,100 metros sobre el nivel del mar.

El lote se encuentra establecido bajo un sistema de producción intensivo 2 x 14 m, con una densidad de plantación de 355 plantas ha-1. En el cual se evaluaron cinco nogales a los que se les contaron los números de brotes totales, además se etiquetaron 10 brotes de las longitudes 5, 10, 15 y 20 cm. Esto se realizó en los meses de Agosto a Noviembre del año 2010.

Las variables que se evaluaron en el presente experimento fueron las siguientes: Área Seccional del Tronco (AST), número de hojas, longitud de la hoja, número de frutos, peso de la materia seca, diámetro de la nuez, longitud de la nuez, peso de la cascara, peso de la almendra, área foliar, número de foliolos y longitud del raquis de las hojas.

Los resultados más relevantes nos indican que existe diferente respuesta a los diferentes tamaños de brotes ya que a mayor longitud mayor producción de hojas de calidad, además de producir frutos de mejor calidad, los brotes de 15 y 20 cm de longitud fueron los que produjeron mayor cantidad de materia seca, mayor superficie foliar y mejor calidad de cosecha.

Los árboles están produciendo en mayor cantidad brotes de < 10 (45%) centímetros y 10 – 20 (35%) cm de longitud.

De acuerdo, a los árboles a mayor área seccional de tronco (AST) se tiene mayor capacidad productiva, ya que a mayor área seccional del tronco (cm<sup>2</sup>): mayor producción vegetativa; más brotes fructíferos; más nueces. Existiendo mayor producción.

**Palabras clave:** crecimiento vegetativo, fructífero, nogal pecanero.

## INDICE GENERAL

DEDICATORIAS. ....	IV
AGRADECIMIENTOS. ....	V
RESUMEN. ....	VI
INDICE GENERAL. ....	VII
INDICE DE CUADROS. ....	IX
INDICE DE FIGURAS. ....	IX

I. INTRODUCCIÓN. ....	1
1.1. Objetivo. ....	2
1.2. Hipótesis. ....	2
1.3. Meta. ....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA. ....	3
2.1. Antecedentes históricos. ....	3
2.1.1. Principales estados productores de nogal en México. ....	3
2.2. Aspectos generales del nogal pecanero. ....	4
2.2.1. Clasificación taxonómica. ....	4
2.3 Características nutricionales. ....	5
2.4 Descripción Botánica. ....	5
2.4.1 Raíz. ....	6
2.4.2. Tronco y ramas. ....	6
2.4.3. Hojas. ....	6
2.4.4. Flores. ....	7
2.4.5. Frutos. ....	7
2.5 Variedades. ....	8
2.5.1. Descripción de las variedades. ....	8
2.5.2 Western Schley. ....	8
2.5.3 Whichita. ....	8
2.5.4 Choctaw. ....	9
2.5.5 Cheyenne. ....	9
2.6 Requerimientos climáticos, edáficos e hídricos. ....	9
2.6.1 Temperatura. ....	9
2.6.2 Hídricos. ....	10
2.6.3 Edáficos. ....	10
2.7 Marco de plantación. ....	11
2.7.1 Establecimiento de huertas de nogal pecanero en alta densidad. ....	12
2.7.2 Altas densidades de plantación y su manejo en el cultivo de nogal Pecanero. ....	13
2.8 Producción. ....	19
2.9 Comercialización. ....	20

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1 Localización del área experimental. ....	21
3.2 Características climáticas.....	21
3.3 Variedad evaluada.....	21
3.4 Diseño experimental utilizado.....	22
3.5 Análisis estadístico.....	22
3.6 Variables evaluadas.....	22
3.6.1 Área seccional del tronco.....	22
3.6.2 Numero de brotes.....	23
3.6.3 Numero de hojas por brote.....	23
3.6.4 Número de foliolos.....	23
3.6.5 Longitud de las hojas.....	23
3.6.6 Número de frutos.....	23
3.6.6.1 Número de frutos por brote.....	23
3.6.6.2 Numero de frutos por árbol.....	24
3.6.6.3 Numero de frutos/cm <sup>2</sup> AST.....	24
3.6.6.4 Kilogramos de nueces por árbol.....	24
3.6.7 Área foliar... ..	24
3.6.8 Longitud del raquis de la hoja.....	25
3.6.9 Peso de la materia seca por hoja y por foliolos.....	25
3.6.10 Peso de la almendra.....	25
3.6.11Peso de la cáscara.....	25
3.6.12 Diámetro de la nuez.....	25
3.6.13 Longitud de la nuez.....	26
3.6.14 Material utilizado.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....	27
4.1. Resultados obtenidos sobre el efecto de los crecimientos vegetativos y fructíferos del nogal pecanero de la variedad Wichita, bajo condiciones de alta densidad.....	27
V.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	40
VI. LITERATURA CITADA.....	41

## INDICE DE CUADROS



Cuadro 2.1. Relación edad del pecán/altura del árbol.....	4
Cuadro 2.2 valor nutricional de la nuez por 100g de materia seca..	5
Cuadro 2.3. Relación de la producción de nuez potencial con la superficie de área seccional del tronco.....	14
Cuadro 2.4. Integración de actividades para el control de árboles de nogal bajo diferentes densidades de plantación.....	15
Cuadro 2.5 Densidad de plantación de Nogal Pecanero y rendimiento esperado en los primeros ciclos de producción de nuez.....	16
Cuadro 2.6.Tamaño Optimo del Árbol para Intercaptar 50% de Luz en el suelo Bajo las Condiciones de la Comarca Lagunera.....	17
Cuadro 2.7. Fructificación en brotes de nogal de diferentes longitudes bajo condiciones de la Comarca Lagunera.....	18

## INDICE DE FIGURAS

4.1 Tendencia de las diferentes longitudes de los brotes sobre el número de frutos por brote, en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2010.....	27
4.2. Tendencia del (AST) de los árboles de nogal en altas densidades sobre el número de nueces por árbol. En la variedad Wichita. UAAAN – UL 2010.....	28
4.3 Tendencia del el número de nueces por cm <sup>2</sup> área seccional del tronco sobre el AST. En la variedad Wichita. UAAAN –UL 2010.....	29
4.4 Tendencia kilogramos de la producción de nueces (kg) por árbol sobre AST de cada árbol. En la variedad Wichita. UAAAN – UL 2010.....	30
Figura.4.5 Tendencia del diámetro de la nuez sobre la longitud de brotes fructíferos en el cultivo de nogal pecanero de la variedad Wichita. UAAAN-UL 2010.....	31

4.6 Tendencia de las diferentes longitudes de brotes sobre la longitud de la nuez en los diferentes tipos de brotes en el cultivo de nogal pecanero de la variedad Wichita. UAAAN-UL 2010.....31

Figura 4.7 Tendencia del peso de la cascara en relación las diferentes longitudes de los brotes en el cultivo de nogal pecanero de la variedad Wichita. UAAAN-UL 2010.....32

Tendencia 4.8 Tendencia de las diferentes longitudes de brotes sobre el peso de la almendra en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN- UL 2010.....33

4.9 Tendencia de cantidad de hojas con relación con el área seccional del tronco de la variedad Wichita. UAAAN-U-L 2010.....34

4.10 Tendencia de la producción diferentes longitudes de los brotes sobre el área seccional del tronco de la variedad Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2010.....35

4.11Tendencia de las diferentes longitudes de los brotes sobre la superficie foliar de hojas chicas, medianas y grandes en diferentes longitudes de brotes 5, 10, 15, y 20 cm de la variedad Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2010.....36

4.12 Tendencia de las diferentes longitudes de los raquis sobre el peso de los foliolos de las hojas en diferentes longitudes de brotes 5, 10, 15, y 20 cm de la variedad Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2010.....37

4.13 Tendencia de las diferentes longitudes de raquis sobre el área foliar, en diferentes longitudes de brotes 5, 10, 15, y 20 cm en la variedad Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2010.....38

4.14 Tendencia de las diferentes longitudes de raquis sobre el numero de foliolos producidos entre hoja chica, medianas y grandes de la variedad Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2010.....39



## I INTRODUCCION

El nogal pecanero (*Carya illinoensis* (Wang Koch) es originario del norte de México y del sur de los Estados Unidos, donde crece en forma natural en los márgenes de los ríos. ([www.propecan.com.ar](http://www.propecan.com.ar))

La producción de nuez pecanera en México tiene un alto potencial de desarrollo.

La calidad de la nuez obtenida es correspondiente a los estándares internacionales. Actualmente se exporta el 50% de la producción anual. Los principales estados productores de nuez en México en el 2007 son: Chihuahua con 47,103 ha, Coahuila con 12,054 ha, Sonora con 6,335 ha, Nuevo León con 4,099 ha y Durango con 3,791 ha. ([www.propecan.com.ar](http://www.propecan.com.ar))

En plantaciones extensivas requieren una densidad de 70 a 90 árboles por hectárea a un marco que puede variar de 10 x 12 m a 12 x 12 m. Este tipo de plantaciones están destinadas a un aprovechamiento mixto de fruto y madera (Herrera E., 1993, Mc Earchem G.R., 1997,).

Las plantaciones ultra intensivas son las que tienen un mayor número de árboles por hectárea con una distancia de 6 m entre plantas, con una densidad de 276 árboles ha<sup>-1</sup>, con el propósito de mantener el mayor número de árboles en una menor superficie, sin que exista una competencia por la energía solar, que es muy necesaria para la fotosíntesis, proceso en el cual a partir del bióxido de carbono más agua más energía solar se procesan los carbohidratos necesarios para el desarrollo y la fructificación de los árboles; por esta razón es prudente considerar una plantación de más árboles por hectárea en "marco real" con una distancia menor entre árboles (Herrera 1993 Mc Earchem, 1997,).

El concepto de establecer ultra-altas densidades de plantación a distancias de 6 m es con el fin de lograr una recuperación más rápida de la inversión y aprovechar al máximo el recurso agua luz por lo cual es importante que las nuevas plantaciones

consideren el uso de riego presurizado, el cual ayuda a mejorar la precocidad en desarrollo y producción. Los árboles de nogal son de porte grande que pueden llegar a alcanzar hasta 20 m de altura y 2 m de diámetro de tronco (100 años de edad) (Wood, 2000b).

### **1.1 Objetivos**

Describir el comportamiento de fructificación y vegetativo de los arboles jóvenes de nogal pecanero de la variedad Wichita bajo un sistema de plantación de alta densidad (2 mx14 m).

### **1.2 Hipótesis**

Lograr aumentar la producción en una huerta de nogal pecanero en alta densidad establecidas de 2 por 14 m.

### **1.3 Metas.**

Conocer el comportamiento vegetativo y fructífero que tiene un árbol joven de nogal de la variedad Wichita en relación a su base al área seccional del tronco, número de brotes, longitud de brotes, número de hojas por brote, numero de foliolos por hoja, cm<sup>2</sup> de foliolos por hoja, longitud de raquis numero de frutos por brote, longitud y diámetro nuez peso de almendra y peso de cascara.

## **II REVISION DE LITERATURA.**

### **2.1 Antecedentes históricos del cultivo**

La historia del cultivo del pecán se remonta al siglo XVII en América del Norte y es considerada como la especie de producción de nuez más valiosa de ese subcontinente. Su nombre de origen indio, lo describe como “la nuez que requiere una piedra para romperse”. Originario del centro y este de los EE.UU. y de los valles de los principales ríos de México, su fruto fue ampliamente utilizado por los habitantes pre coloniales de esas zonas. ([www.propecan.com.ar](http://www.propecan.com.ar))

La principal característica era su presencia cerca de los cursos de agua y presentaba una nuez fácil de romper y de excelente sabor. Su hábitat natural son las planicies de inundación del río Mississippi, Ohio, Missouri, el río Colorado y muchos otros en Texas y Noreste de México. ([www.propecan.com.ar](http://www.propecan.com.ar))

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. 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, 1970; Godoy *et al.*, 1999).

#### **2.1.1 Principales estados productores de nogal en México**

Chihuahua sigue siendo líder en la producción de nuez a nivel nacional, seguido por La Laguna y después por Durango. Sin embargo, Saltillo viene repuntando en el cultivo, así como gran parte de la zona noreste del país. ([www.elsiglodetorreón.com](http://www.elsiglodetorreón.com).)

Durante 2009, los nogaleros de la región de la Comarca Lagunera lograron cosechar 6 mil 500 toneladas, para el presente año, la cifra alcanzaría los 4 mil 550 toneladas. ([www.elsiglodetorreon.com](http://www.elsiglodetorreon.com),)

## 2.2 Aspectos generales del nogal pecanero.

### 2.2.1 Clasificación taxonómica. (Arreola *et al.*, 2002).

**Reino:** *Vegetal.*

**División:** *Espermatofitas.*

**Subdivisión:** Angiospermas.

**Familia:** *Juglandaceae.*

**Género:** *Carya.*

**Especie:** *Illinoensis (Koch).*

Cuadro 2.1. Relación edad del pecán/altura del árbol. (Madero. E, 2008.)

<b>Edad (años)</b>	<b>Altura(m)</b>
<b>2</b>	<b>0,9</b>
<b>10</b>	<b>8-10</b>
<b>20</b>	<b>15-20</b>

### 2.3 Características nutricionales

La nuez pecán está incluida en la pirámide nutricional de la Guía de Alimentos del Departamento de Agricultura de EE.UU., junto con la carne, el pescado, los huevos, y las legumbres, dentro del grupo de alimentos de alto valor proteico. (Madero. E., 2008.)

La nuez es uno de los frutos con mayor contenido en hierro, fácilmente asimilable por la presencia de vitamina. ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com))

Cuadro 2.2 valor nutricional de la nuez por 100g de materia seca. ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com))

<b>Valor nutricional de la nuez por 100 g de materia seca</b>	
Lípidos (%)	66
Proteínas (%)	18
Potasio (mg)	500
Fósforo (mg)	350
Calcio (mg)	100
Sodio (mg)	3
Hierro (mg)	3
Calorías (kcal)	678
Vitaminas: E, A, C, niacina, tiamina y riboflavina	

### 2.4 Descripción Botánica.

El nogal pecanero (*Carya illinoensis*, Koch) pertenece a la familia de las Juglandáceas al Género *Carya* y a la Especie *illinoensis*.



El nombre común del fruto es nuez o pecán (Frusso, 2007).

El nogal pecanero es una especie caducifolia (Arreola *et al.*, 2002).

#### **2.4.1 Raíz.**

Las 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 los hongos micorrízicos para su óptimo funcionamiento (Rivero, 2004).

Las raíces se extienden en su radio que se ensancha horizontalmente hasta abarcar un área semejante o mayor a la alcanzada por el follaje, pudiendo llegar a desarrollarse a una profundidad de 3.6 a 5.4 m. al momento de la madurez del árbol, cuando estas encuentran agua estancada detienen su desarrollo (Camargo, 2001).

#### **2.4.2 Tronco y ramas.**

Existen nogales con troncos de más de 3 m de diámetro, estos por lo general son nativos o silvestres y sus ramificaciones comienzan a los 10 m de altura. Estas características diferencian los árboles criollos a los injertados, ya que en estos generalmente su tronco es más corto y sus ramificaciones empiezan desde abajo. Un nogal adulto con alimentación equilibrada deberá tener un crecimiento anual de 10 a 35cm de longitud de sus ramas y aumento en el diámetro del tronco no menor de 2.5cm al año (Camargo, 2001).

#### **2.4.3 Hojas**

Son compuestas, dispuestas en forma alternada, imparipinada, teniendo de 11 a 17 folíolos de forma oblongo-lanceolada, glabros y de borde aserrado. (Frusso,2007).

Las hojas del nogal criollo comparado 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 grisáceos, las

de nogal injertado son “glabras”, es decir, carecen de bello, su color verde es más brillante y el aserrado 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).

#### **2.4.4 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 un pedúnculo. Estos amentos se disponen sobre el tercio apical de ramas del último año teniendo de 72 a 123 flores individuales. Cada flor individual a su vez contiene de 3 a 7 estambres con anteras oblongas, presentando cuatro sacos polínicos de dehiscencia longitudinal (Frusso, 2007).

Las flores femeninas: Están compuestas por flores sésiles en número que oscila 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).

#### **2.4.5 Frutos.**

Es una drupa seca de forma oblonga y elipsoide teniendo de 3-5 cm de largo, constituida por un embrión (parte comestible), un endocarpio liso y delgado (cáscara de la nuez) y un epicarpio y mesocarpio carnosos los cuales se abren a la madurez formando cuatro valvas longitudinales (ruezn), (Frusso, 2007).

Los frutos (nueces) se desarrollan en racimos de las flores femeninas, por lo general de 3 a 9, pero cuando el árbol esta viejo solo produce una por racimo. (Camargo, 2001).

## **2.5 Variedades**

En la Comarca Lagunera La importancia dentro de la producción de este fruto se remonta a partir del año 1948, cuando se establecieron las primeras plantaciones.([www.comenuz.org](http://www.comenuz.org))

Las variedades introducidas fueron Western, Wichita, Burkett, San Saba improved, Stuart, Barton, Mahan, predominando la Western y la Wichita. ([www.comenuz.org](http://www.comenuz.org))

### **2.5.1 Descripción de las variedades.**

#### **2.5.2 Western Schley**

Es el árbol más popular y preferido por los productores en el estado de Coahuila y otras regiones del norte del país. Es una selección nativa de gran adaptación a las zonas desérticas y semidesérticas (Núñez, 2001).

Esta variedad muestra cierta tolerancia a la deficiencia de zinc, sin embargo necesita de este elemento menor para un buen desarrollo. Regularmente es precoz en la maduración del fruto. (Núñez, 2001).

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

#### **2.5.3 Wichita**

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

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

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

#### **2.5.4 Choctaw**

Por ser una cruce de Success y Mahan, el follaje conserva ciertas características de esta última variedad, sin embargo en la maduración del fruto no es tardía como la Mahan, en este aspecto es regularmente precoz, con una buena producción, buen follaje y árbol atractivo. La nuez es de doble propósito para vender en cascara o en almendra. Susceptible a la roña y otras enfermedades fungosas. La almendra es brillante y suave con un alto contenido de aceite y de un rico sabor, cáscara muy delgada (Núñez, 2001).

#### **2.5.5 Cheyenne**

Produce nueces con un gran sabor. Es un árbol de forma compacta. La producción es abundante con relación al tamaño del árbol. El follaje es de color verde oscuro y hojas pequeñas. Ramas laterales con ángulos cerrados que son fáciles de desgajarse. Es resistente al daño por heladas aun después de grandes cosechas. Es exigente en zinc y otros nutrientes para un desarrollo adecuado. La almendra es de color brillante (Núñez, 2001).

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

#### **2.6.1 Temperatura.**

Para que la nuez pecánera crezca normalmente, requiere una temperatura media en el período de crecimiento de alrededor de 23°C, y un período libre de heladas entre

180 y 280 días. Necesita acumular además entre 250 y 550 horas de frío efectivas (abajo de 7°C). Cuando la acumulación de estas horas supera a las 500 se obtienen rendimientos mayores que cuando se acumularon solo 300 horas de frío (Casaubon, 2007).

La mayoría de las variedades se desarrollan mejor en clima desértico y semidesértico; 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).

### **2.6.2 Hídricos**

El pecan se desarrolla en un clima húmedo. El mínimo de precipitación anual que tolera se aproxima a 750 mm, mientras que el máximo se ubica en el orden de 2000 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 46 °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 1lt/seg, para una hectárea de este cultivo (Herrera, 1993).

### **2.6.3 Edáficos**

Es importante considerar el suelo ideal para el establecimiento del nogal, el cual deberá tener un metro de profundidad, ser de textura franca arenosa, y al seleccionar el marco de plantación rectangular trazar la calle ancha orientación norte a sur, para lograr un mayor aprovechamiento de luz solar factor que no es muy importante en marco real o cuadrado (Worley 1998, Lagarda 2002).

El suelo es un factor esencial para el desarrollo de la nuez pecanera. De acuerdo a su textura los suelos pueden ser: Arenosos: son suelos de textura gruesa, muy sueltos y con baja capacidad de retención de agua. Arcillosos: son suelos de textura fina, encharcables, muy duros, compactos cuando están secos y moldeables cuando están húmedos. Estos suelos dificultan el drenaje del agua y obstaculizan el desarrollo de las raíces. Francos: son suelos de características intermedias; son los ideales para el cultivo. Prefiere los suelos profundos, permeables y sueltos, de textura media (Franco-Limosos; Franco-arcillo-arenosos; Areno-limosos) con buen drenaje de agua, ricos en nutrientes y con un pH levemente ácido a neutro (6,5 a 7), (Casaubon, 2007).

## **2.7 Marcos de plantación**

El grado de intensificación del cultivo dependerá del tipo de producto “madera o fruto” a conseguir

En plantaciones extensivas requieren una densidad de 70 a 90 árboles por hectárea a un marco que puede variar de 10 x 12 m a 12 x 12 m. Este tipo de plantaciones están destinadas a un aprovechamiento mixto de fruto y madera (Herrera, 1993, Mc Earchem, 1997).

Las plantaciones intensivas requieren una densidad de 100 a 140 árboles por hectárea a un marco que varía entre los 9 x 8 m a los 10 x 10 m. estos marcos permiten un buen desarrollo y producción de los árboles (Herrera, 1993, Mc Earchem, 1997).

Las plantaciones muy intensivas, destinadas a la producción de frutos, requieren una fuerte densidad de árboles (150-200 árboles ha-l), a un marco de 7 x 7 o de 8 x 8 m. se pretende conseguir un máximo de producción en un tiempo muy corto (Herrera, 1993 Mc Earchem, 1997).

Las plantaciones ultra intensivas son las que tienen un mayor número de árboles por hectárea con una distancia de 6 m entre planta con una densidad de 276 árboles

ha-l, con el propósito de mantener el mayor número de árboles en una menor superficie en mayor tiempo posible sin que exista una competencia por la energía solar, que es muy necesaria para la fotosíntesis, proceso en el cual a partir del bióxido de carbono más agua más energía solar se procesen los carbohidratos necesarios para el desarrollo y la fructificación de los árboles; por esta razón es prudente considerar una plantación de mas árboles por hectárea en “marco real” con una distancia menor entre árboles (Herrera, 1993, Mc Earchem, 1997,).

El diseño de plantación tiene como unos de sus objetivos aprovechar la mejor luz durante la vida útil de la huerta. Existen diversos sistemas de plantación de nogal de acuerdo a la distancia entre árboles, intercalado de cultivos y proyección de la huerta del fruto. Entre las cuales se pueden mencionar el marco real, de diferentes distancias y tresbolillo (Herrera, 1993, Mc Earchem, 1997).

Para facilitar el manejo y mantenimiento del cultivo y la posibilidad de intercalar otra siembra durante los primeros 5 años de vida y suspender esta práctica cuando el árbol empieza a ensayar para evitar la competencia por humedad y nutrientes. Conviene establecer las huertas nogaleras en áreas donde se cuente con agua de bombeo y de gravedad (Herrera, 1993, Mc Earchem, 1997).

### **2.7.1 Establecimiento de huertas de nogal pecanero en alta densidad**

El concepto de establecer ultra-altas densidades de plantación a distancias de 6 metros entre árbol es con el fin de lograr una recuperación más rápida de la inversión y aprovechar al máximo el recurso agua, luz por lo cual es importante que las nuevas plantaciones consideren el uso de riego presurizado, el cual ayuda a mejorar la precocidad en desarrollo y producción. Los árboles de nogal son de porte grande que

pueden llegar a alcanzar hasta 20 m de altura y 2 m de diámetro de tronco (100 años de edad) (Wood, B 2000a)

### **2.7.2 Altas densidades de plantación y su manejo en el cultivo de nogal pecanero**

En México las primeras plantaciones se iniciaron considerando densidades desde 50 hasta llegar a los 100 árboles por hectárea, como estrategia para una explotación más rápida de la huerta, pero con el propósito de eliminar árboles después de los 15 años de plantados, para evitar la caída de producción por falta de luz y así hasta que se llegaba a los 50 árboles por hectárea. (Brison,1973, Lagarda, 1978)

La estrategia de plantación con densidades de mayor distanciamiento entre árboles obedecía a que de esta manera los nogales se producen fácilmente y con poco trabajo. Sin embargo, la producción de nuez se va limitando (1500 kg ha-l con una densidad de 50 árboles ha-l.) y la calidad de la almendra también se reduce (55% a la baja) así como también se aumenta la probabilidad de incrementar el porcentaje de nuez germinada (12%). (Brison,1973, Lagarda, 1978)

Los estudios sobre el comportamiento de la producción de nuez con las diversas variedades donde se ha demostrado que el nogal pecanero tiene una capacidad productiva de 20 – 45 gr. /cm<sup>2</sup> en árboles adultos, nos permiten desarrollar nuevos enfoques de producción y lograr mejores rendimientos 3000 kg ha-l. (Lagarda, 2005a).

Además, esto resulta en una menor alternancia y un menor riesgo de germinación de la nuez, con la utilización de nuevas técnicas de control de tamaño del árbol que nos permiten mantener el tamaño del árbol con una mejor distribución del follaje y también con una mejor relación de hojas por fruto; como ocurre en los tiempos de máxima producción de las huertas actuales (10 – 13 años) (Lagarda, 2005a).

La producción máxima en las plantaciones de nogal pecanero se logra en los primeros años de producción de los nogales (10 - 15avo año) cuando la relación de



hojas y fruto es alta (6-10 hojas por nuez). Sin embargo, se ha observado que la producción por hectárea en ésta región está por debajo de los potenciales productivos que puede tener el nogal, como lo podemos observar en el Cuadro 2.3. (Lagarda 2005a).

Cuadro 2.3. Relación de la producción de nuez potencial con la superficie de área seccional del tronco. (Lagarda 2005a).

<b>M<sup>2</sup> ast/ha</b>	<b>20000</b>	<b>40000</b>	<b>60000</b>	<b>80000</b>	<b>10000</b>	<b>12000</b>	<b>13000</b>
	<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>cm<sup>2</sup></b>
<b>Kg.nuez/cm<sup>2</sup></b>	<b>500</b>	<b>1600</b>	<b>2600</b>	<b>3400</b>	<b>3950</b>	<b>4123</b>	<b>2692</b>
<b>Gr.nuez/cm<sup>2</sup> ast</b>	<b>25</b>	<b>26.2</b>	<b>43.3</b>	<b>42.8</b>	<b>39.5</b>	<b>34.35</b>	<b>20.7</b>

La producción potencial de la nuez se logra al momento en que los árboles logran tener su máxima exposición de follaje a la luz y por ello logran su máxima eficiencia productiva de alrededor de 42 g cm<sup>-2</sup> Área Seccional del Tronco (AST). Por lo tanto, el objetivo es buscar las prácticas de manejo que nos permitan mantener el tamaño de los árboles en esa condición, y lograr la exposición de las hojas a la luz y que además el árbol no gaste más que lo suficiente en crecimiento para así permitirle expresar su máxima eficiencia productiva (Lagarda 2005a).

El tamaño de árbol ideal es aquel que tenga una superficie de área seccional de tronco de 200 – 250 cm<sup>2</sup> ast/árbol y que sea capaz de producir 10 – 12 kg árbol<sup>-1</sup>.

Estos árboles, según la densidad de plantación, serán capaces de generar 2 ha. De superficie foliar bien iluminada para cuando alcancen los 6m<sup>2</sup> de ast/ha. A los 7

años, con 276 árboles/ ha.; a los 9 años con 150 árboles / ha; y a los 11 años con 100 árboles por ha., con lo que podrán producir para entonces alrededor de 2600 Kg ha-l de nuez ( Lagarda A.1978)

La conservación del tamaño de los árboles en alta densidad dependerá principalmente del número de árboles que se planten, ya que la presión de competencia será mayor entre mas árboles se planten. Por lo tanto, se sugiere ir de 100 – 276 árboles por hectárea, donde se logrará un adelanto de la producción de 4 años sobre los 100 árboles por hectárea. (Lagarda 2005a).

La utilización de técnicas de poda intensiva, control del crecimiento de brotes y la inducción de la producción temprana, es importante para mantener los árboles dentro del tamaño deseado. (Lagarda 2005b)

Cuadro 2.4. Integración de actividades para el control de árboles de nogal bajo diferentes densidades de plantación. (Wood 1999, Wood 2000a, Lagarda 2005a, Reid 2006).

Arboles/ha	Kg.de nuez/árbol 6m <sup>2</sup>	% altern.	% germinación	Poda %/años	Control crecimiento	Años improdu.
100	25	50	7	15/4	0	9
150	17	40	5	10/1	1/5	7
200	13	30	4	15/1	1/3	6
276	12	20	3	20/1	½	5

El control de tamaño de los árboles se realiza mediante la aplicación de podas intensivas, para mantener el tamaño correspondiente de los árboles a la densidad seleccionada y las podas pueden ser con despuntes o podas mecánicas o con la

selección de ramas para podarlas, manteniendo como poda base la presentación de un tronco líder, a partir del cual toda la estructura productiva se expone a la luz. (Wood 1999, Wood 2000a, Lagarda 2005, Reid 2006,).

Las consideraciones que se hacen para cambiar los sistemas actuales de explotación del nogal pecanero, se respaldan en que además de aumentar los rendimientos de nuez de alta calidad por ha, trae consigo la reducción de los costos de producción, ya que se requiere maquinaria más barata y no tan especializada como serían las aspersoras, vibradores, podadoras, desvaradotas, etc., lo cual lleva a reducir los costos hasta en un 30% sobre los equipos más utilizados en una nogalera como lo muestra el cuadro 2.5 (Lagarda 2005a)

Cuadro 2.5.- Densidad de plantación de Nogal Pecanero y rendimiento esperado en los primeros ciclos de producción de nuez y su relación Beneficio. (Lagarda 2005a)

Arreglo	Arboles/ha	6° ciclo Kg/ha	7° ciclo Kg/ha	8° ciclo Kg/ha
15x15	50	100	200	400
12x12	70	140	280	560
10x10	100	200	400	800
8x8	156	312	624	1248
6x6	277	554	1108	2216

El desarrollo de la copa del árbol de nogal es un proceso dinámico que tiene marcada influencia sobre la distribución de la luz en el árbol, la cual de acuerdo a la edad y densidad de plantación define el tamaño óptimo del árbol. Para las nogaleras en etapa productiva de la Comarca se han estimado los tamaños óptimos de copa con los cuales se puede interceptar el 50% de luz en el suelo (Sparks, 1974).

Cuadro 2.6. Tamaño Optimo del Árbol para Intercaptar 50% de Luz en el suelo Bajo las Condiciones de la Comarca Lagunera. CELALA 1995(Sparks, 1974).

<b>Arboles ha-l</b>	<b>Copa</b>	<b>Copas (m)</b>
100	8.0	2.0
70	9.5	2.5
44	12.0	3.0

En huertas de nogal plantadas con densidades de 100 árboles ha-l, la luz empieza a ser una limitante a partir del doceavo año; ante esta situación, la poda es una de las estrategias de solución. Los nogales al iniciar su etapa productiva mantienen una relación equilibrada de hojas por fruto. Esta relación disminuye conforme se incrementa la edad del árbol (Sparks, 1974).

Lo anterior se relaciona con la producción de brotes vegetativos sobre brotes fructíferos en el árbol y es elevada en los primeros ocho años. Posteriormente, entre el doceavo y quinceavo año, se presenta un balance en la relación hojas por fruto; lo anterior depende del número de árbol por superficie. (Sparks, 1974).

Después de este periodo, la relación disminuye considerablemente; situación que se expresa en una baja del área foliar por números de frutos. Esta disminución fotosintética influye sobre la reducción de la capacidad productiva e incrementa la inestabilidad de la misma a través de los años. (Sparks, 1974).

Para producir nueces de calidad, a través de los años, es importante tener una relación adecuada hojas: fruto (6 hojas fruto-l) y sostener una alta eficiencia fotosintética de estas hojas, para abastecer de carbohidratos a los frutos que se desarrollan durante el año, y almacenar una cantidad adecuada de éstos, que

sostendrán la producción del siguiente año (Worthington *et al.*, 1992; Sparks, 1996; Godoy *et al.*, 1999).

La producción de nuez en el cultivar Western se obtiene en los brotes fructíferos cuya longitud es de 5 a 40 cm (Arreola, 1990), observándose un incremento en el número de nueces al aumentar la longitud de éstos (40-50 cm); mientras que en el cultivar Wichita los brotes fructíferos son los que tienen una longitud igual o menor a los 60 cm (Cuadro 2.7) (Arreola, 1990)

Cuadro 2.7. Fructificación en brotes de nogal de diferentes longitudes bajo condiciones de la Comarca Lagunera. CELELA 1995(Arreola, 1990)

Longitud de brote (cm)	Nueces por brote	
	western	Wichita
4-6	2.0	2.0
10-15	2.0	2.6
25-30	4.0	3.2
40-45	5.0	5.4
55-60	0.0	7.5
70-75		6.0

Los brotes que fructifican tienen una relación de 2-5 hojas por fruto y en consecuencia una producción de frutos al año siguiente en relación a los brotes sin frutos (Cuadro 2.6); debido al estrés ocasionado por el número de frutos sobre el área foliar que inducen una baja acumulación de reservas para la floración al año siguiente. (Arreola, 1990)

## 2.8 Producción

La producción de nueces y la precocidad en la entrada en producción cambiará en función del sistema de manejo que emplee el productor y el sitio, así como de la variedad implantada y la calidad de la planta. El tamaño de la nuez se desarrolla desde Junio a Agosto y la almendra desde Agosto hasta septiembre. (Madero, 2007.)

Es necesario para un buen cuajado y desarrollo de la nuez en primavera, y para la posterior elaboración de hidratos de carbono de reserva, mantener las hojas en perfecto estado sanitario hasta la cosecha (Madero. 2007.)

Los hidratos de carbono de reserva son almacenados en el tronco y raíces de la plantas para ser utilizados en la primavera siguiente en la formación de brotes y flores. De esta forma se mejora la tendencia natural de ciclos de producción alternada de fruta, con años de producción aceptable y otros de baja producción como consecuencia de una poca producción de hidratos de carbono de reserva; los rendimientos que se mencionan a continuación son solo de carácter estimativo y orientativo. (Madero, 2007.)

Las plantas comienzan a producir nueces a partir del 5º ó 6º año de 40 a 80 kg por ha. (Madero, 2007.)

A una distancia de plantación de 12 m x 12 m, implica una densidad por ha de 70 plantas y una producción por planta de 1 a 2 kg.

A los 10 años se puede esperar una producción del orden de 900 a 1.000 kg. / ha. Con una producción por planta de 14 a 15 kg., mientras que a los 15 años se estima una producción de 1.400 a 1500 kg. / ha. Con una producción por planta de 20 a 24 kg (Madero, 2007.)

A partir del 10º año deberá analizarse la .necesidad de podas de aclareo con el objetivo de evitar el ensombrecimiento del monte y la consecuente pérdida de producción. (Madero, 2007.)

La producción seguirá creciendo de año en año llegando a los 2.000 a 2.500 kg. / ha. A los 20 a 25 años. Con una producción por planta de 35 a 40 kg. (Madero, 2007.)

Si bien la producción es creciente a medida que las plantas aumentan su edad, es necesario suministrarles los nutrientes que requieran, además se recomienda aumentar la distancia entre árboles para evitar la competencia por luz solar, agua y compuestos químicos tales como nitratos, fosfatos, óxidos de potasio, Zn, entre otros, y el cruce de sus raíces. (Madero, 2007.)

Dada su amplia distancia de plantación, este cultivo permite la integración de otras actividades intercalares (agricultura, huerta, apicultura, conejos, ganadería ovina, pasturas, etc.) lo que permite mejorar sensiblemente los flujos de caja iniciales permitiendo al productor realizar actividades de corto plazo o continuar con su actividad hasta que el pecán entre en la etapa de producción comercial. (Madero, 2007.)

## **2.9 Comercialización**

Los problemas de comercialización persisten dentro del ramo al igual que en otras áreas del sector agrícola, sin embargo, se estima que será 2010 un año de regular a bueno. ([www.elsiglodetorreon.com](http://www.elsiglodetorreon.com))

### **III MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización del área experimental.**

La presente investigación se realizó durante el año 2010 en la huerta ubicada en la pequeña propiedad Tierra Blanca, Municipio de Matamoros, Coahuila. El municipio de Matamoros, Coahuila se localiza en el suroeste del estado de Coahuila, en las coordenadas 103° 13' 42" longitud oeste y 25° 31' 41" latitud norte, a una altura de 1,100 metros sobre el nivel del mar. (Enciclopedia de los Municipios de México 2009)

#### **3.2 Características climáticas**

El clima en la Comarca Lagunera, es de tipo desértico con escasa humedad atmosférica, precipitación pluvial promedio entre 230 mm anuales en la mayor parte de la región con una evaporación anual de 2600 mm. Una temperatura media anual de 20 °C. El área de la llanura y gran parte de la zona montañosa, presenta dos periodos bien definidos: el primer periodo comprende siete meses desde Abril hasta Octubre, en los que la temperatura media mensual varía entre los 13.6 ° C. Los meses más fríos son Diciembre y Enero registrándose en este último, el promedio de temperatura más baja es de 5.8 °C. (Enciclopedia de los Municipios de México 2009)

#### **3.3 Variedad evaluada**

En este experimento se evaluaron árboles de la variedad Wichita plantadas bajo un marco de plantación de 2 m x 14 m con una densidad de 355 plantas por hectárea



(sistema intensivo) en el ciclo marzo - noviembre del 2010 a 9 años después su plantación.

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

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar simple con 5 tratamientos, < 10, 10-20, 20-30, 30-40, y > 40 cm de longitud de brotes; utilizando 10 repeticiones por tratamiento, esos tratamientos se tomaron para evaluar número de brotes, número de hojas y número de frutos porque para evaluar número de folíolos, superficie foliar, longitud de raquis y lo que fue calidad los tratamientos fueron brotes < 5, 10, 15, y 20 cm de longitud de brotes; utilizando igual 10 repeticiones por tratamiento. Se utilizó la variedad Wichita, estos árboles cuentan con una edad de 9 años

### **3.5 Análisis estadístico**

La evaluación de los datos tomados en campo, se analizaron bajo un diseño completamente al azar simple con 5 tratamientos y con 10 repeticiones donde la unidad experimental lo constituyo un árbol.

### **3.6 Variables evaluadas.**

#### **3.6.1 Área seccional del tronco (AST)**

Se calculó considerando al tronco como una circunferencia a una altura de 50 cm.

Se tomó con una cinta métrica el perímetro del tronco a una altura de 50 cm sobre el nivel del suelo y se calculó el área seccional del tronco a través de la fórmula matemática ( $p = \pi r$  y  $a = \pi r^2$ ) se obtuvo el área seccional del tronco en  $\text{cm}^2$ . (Donde  $p$  = perímetro del tronco,  $r$  = radio del tronco y  $a$  = área seccional del tronco)

### **3.6.2 Número de brotes.**

La literatura nos indica que la longitud de brotes, influye en la capacidad productiva del árbol por ello con el fin de conocer el rendimiento en crecimiento vegetativo se midió con una cinta métrica la longitud de brotes, menores de 10, 10-20, 20-30, 30-40, >40 cm, y éstos fueron considerados como los tratamientos a evaluar.

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

Con el fin de evaluar el rendimiento vegetativo se estimó el número de hojas brote<sup>-1</sup> realizando el conteo de las mismas en los brotes de diferentes longitudes, esto se llevo a cabo del todo el mes de agosto de 2010.

Se caracterizaron los tamaños de las hojas en su variabilidad mostrada de acuerdo a la posición de las hojas.

### **3.6.4 Número de folíolos.**

Las hojas caracterizadas en los brotes, se les realizo el conteo de los folíolos de las diferentes hojas de las diferentes longitudes de los brotes.

### **3.6.5 Longitud de las hojas.**

En la caracterización de las hojas de los arboles se midieron con una cinta métrica, para obtener el dato se colocaba la cinta de donde inicia la hoja, hasta la base del último folíolo apical.

### **3.6.6 Número de frutos.**

#### **3.6.6.1 Número de frutos por brote**

Se realizó una estimación de frutos por brotes con longitudes de < 5, 10, 15, 20 cm de longitud con 10 repeticiones.

### **3.6.6.2 Número de frutos por árbol**

Con el fin de estimar la cosecha potencial de los arbolitos, se realizó un conteo de nueces por árbol y el número de nueces por racimos con los cuales se obtuvo el valor del número de nueces por árbol en cada uno de los árboles evaluados.

### **3.6.6.3 Número de frutos/cm<sup>2</sup> AST**

Se realizó una estimación de producción de número de nueces producidos por árbol/cm<sup>2</sup> AST dividiendo el número de nueces totales por árbol entre AST. Después se le sacó la media al total de nueces/AST cm<sup>2</sup> y medio el resultado 0.54 nueces/cm<sup>2</sup> AST.

### **3.6.6.4 Kilogramos de nueces por árbol.**

Se contó el número total de nueces y se le restó el 5 % de desperdicio (germinadas, verdes, vanas,) una vez restado el resultado se multiplica por 8 que es el peso promedio de una nuez y así nos da el resultado final.

### **3.6.7 Área foliar.**

Para correlacionar con la superficie foliar se consideró el largo del raquis para lo cual se tomó el área foliar de las hojas, se utilizó una hoja milimétrica para sacar el área foliar en cm<sup>2</sup>. Se cortaron 10 brotes de 4 longitudes de 5 10 15 y 20 cm, y se tomaron tres muestras de hojas chicas, medianas y grandes por cada uno de los diez brotes.

### **3.6.8 Longitud del raquis de la hoja.**

Se tomo la longitud del raquis de la hoja en cm, se tomo con una regla de 30 cm, una vez que se quitaron los foliolos se midió el raquis desde donde estaba pegado del brote hasta donde se quito el foliolo apical.

### **3.6.9 Peso de la materia seca por hoja y por foliolos**

Se tomo el peso seco de las hojas chicas, medianas y grandes de los brotes de 5, 10, 15, 20, cm primero se peso los raquis y después peso de foliolos en gramos.

### **3.6.10 Peso de la almendra.**

Se pesaron los gramos de almendra en la báscula de cada longitud de brote.

### **3.6.11 Peso de la cáscara.**

Después de de haber pesado la almendra se coloco la cascara en la bascula y se tomo su peso de cada longitud de brote tomado para correlacionar la producción con la longitud de brote.

### **3.6.12 Diámetro de la nuez.**

El diámetro de la nuez se tomo con el vernier graduado en mm, para obtener este dato se coloco el vernier alrededor de la nuez en los brotes de diferentes longitudes.

### **3.6.13 Longitud de la nuez.**

La longitud de la nuez se tomo con el vernier graduado en mm, para obtener este dato se coloco el vernier de extremo a extremo de la nuez.

### **3.6.14 Material utilizado**

Arboles de nogal pecanero de la variedad Wichita, con 9 años des establecimiento, plantados bajo un sistema intensivo con un marco de plantación de 2 x 14 m y una densidad de plantación de 355 árboles ha-l.

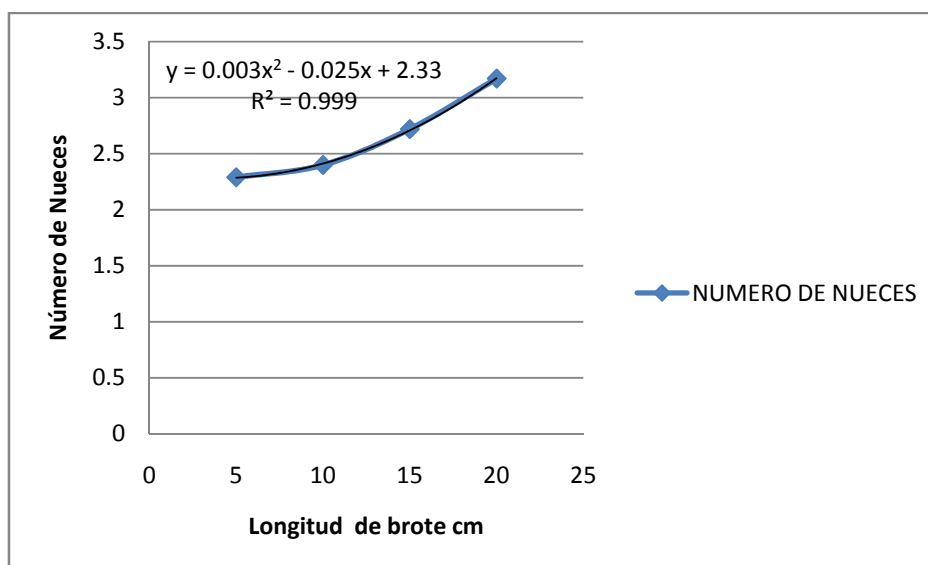
- Cinta métrica
- Libreta de datos
- Pluma

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Variedad evaluada

#### 4.1.2. Wichita

La existencia de variedades de nogal pecanero que son precoces en su inicio de producción como son: Wichita, Cherokee, Shoshone, Western Schley, etc. Cuyas primeras nueces inician desde el tercer año de plantación, es un método para acortar el ciclo improductivo del nogal. (Lagarda, 2006a)



**Figura 4.1 Tendencia de las diferentes longitudes de los brotes sobre el número de frutos por brote, en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2010.**

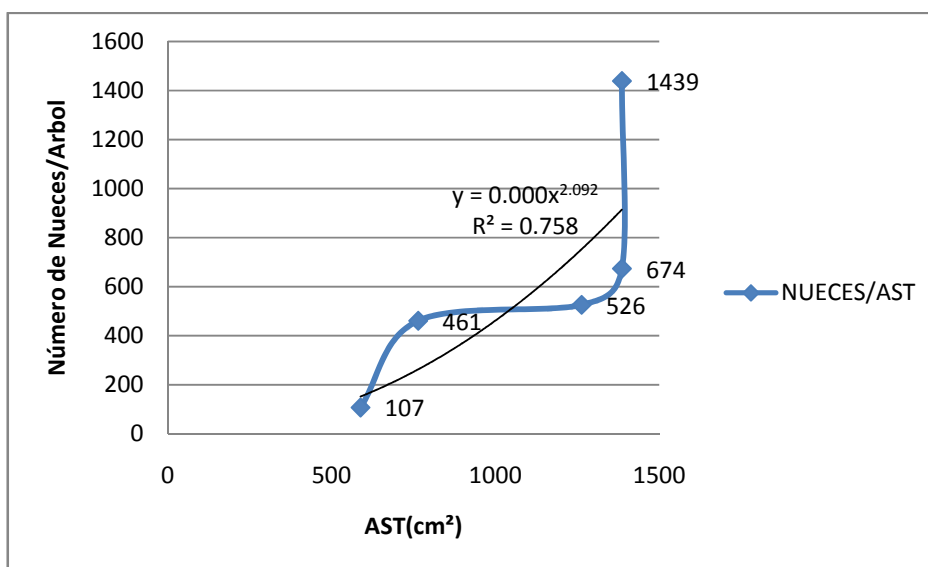
En la Figura 4.1 se observa que para el número de frutos, las diferentes longitudes de brotes, muestran diferencia significativa entre las diferentes longitudes de brotes. .

Los resultados nos muestran que entre mayor sea la longitud de los brotes, mayor será la producción de frutos. Los mejores brotes son los que miden 15 y 20 cm, ya que son los que necesitamos para poder tener una buena producción de nuez.

Según Arreola (1990) la producción de nuez en el cultivar Wichita se obtiene en los brotes fructíferos cuya longitud es igual o menor a los 60 cm.

#### 4.2. Área seccional del tronco

El área seccional del tronco (AST) es un factor fundamental que debe considerarse para planear estrategias que se refieren al manejo de plantaciones de nogal. Dicho factor está correlacionado con la producción ya que cuando esta variable aumenta, también aumenta el poder productivo del árbol.

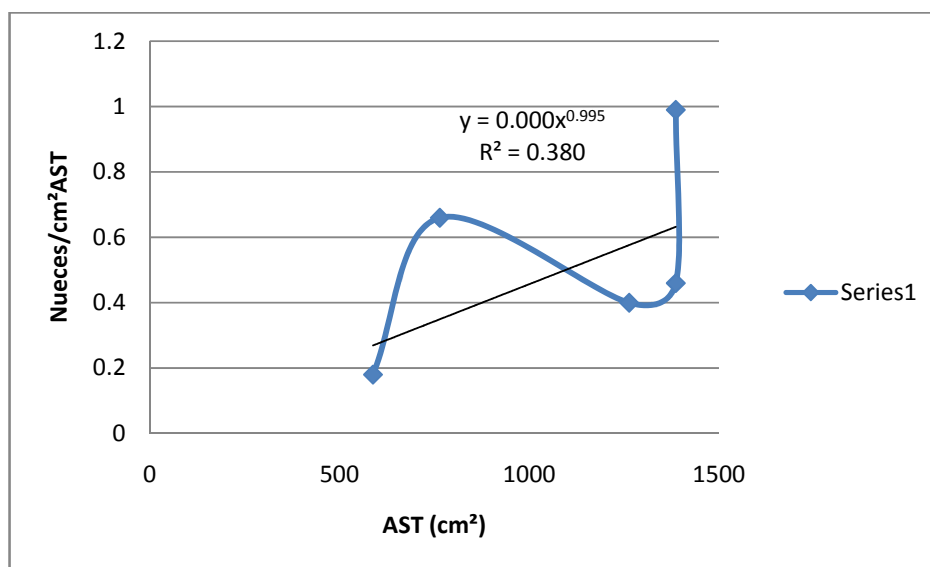


**Figura 4.2. Tendencia del (AST) de los árboles de nogal en altas densidades sobre el número de nueces por árbol. En la variedad Wichita. UAAAN – 2010.**

En la Figura 4.2 se observa diferencia entre los árboles de mayor AST comparado con los árboles de menor AST, pero en el árbol que tiene igual AST se observa una producción más grande porque el árbol presenta una división de dos ramas con un grosor cercano al AST donde se tomó la medida, y pues por eso esa su incremento en su producción.

Los árboles de mayor vigor en relación al crecimiento en cm<sup>2</sup> de AST tienen mayor producción de nueces, dicho en otras palabras mayor rendimiento productivo.

Los nogales de la variedad Wichita en alta densidad inician en general su producción al alcanzar 500 cm<sup>2</sup> AST.

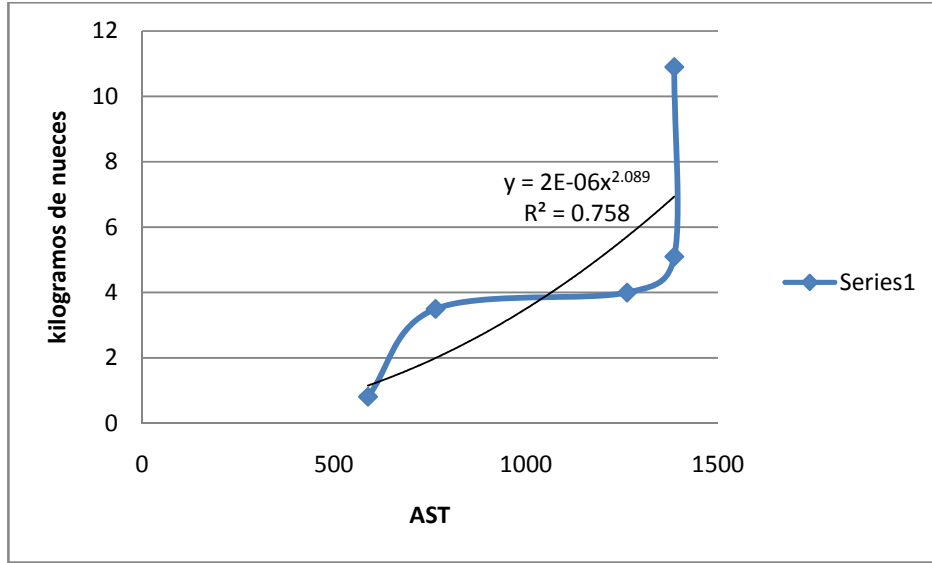


**Figura 4.3 Tendencia del número de nueces por cm<sup>2</sup> del área seccional del tronco sobre el AST. En la variedad Wichita. UAAAN – 2010.**

En la Figura 4.3 se observa que los árboles de mayor área seccional de tronco presentan diferencia comparados con los árboles de menor AST, como se muestra en la Figura 3.

Realizando la división entre número de nueces totales entre AST da como resultado el siguiente 0.54 nueces/cm<sup>2</sup> AST.

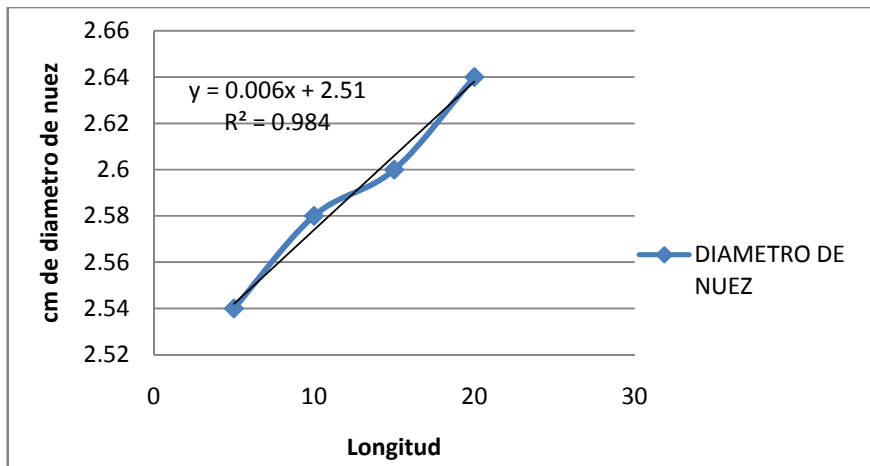




**Figura. 4.4 Tendencia de la producción de nuez (kg) por árbol sobre AST de cada árbol. En la variedad Wichita. UAAAN – 2010.**

En la figura 4.4 se observa la diferencia que existe entre los arboles ya que a mayor AST produce más kilogramos de nuez.

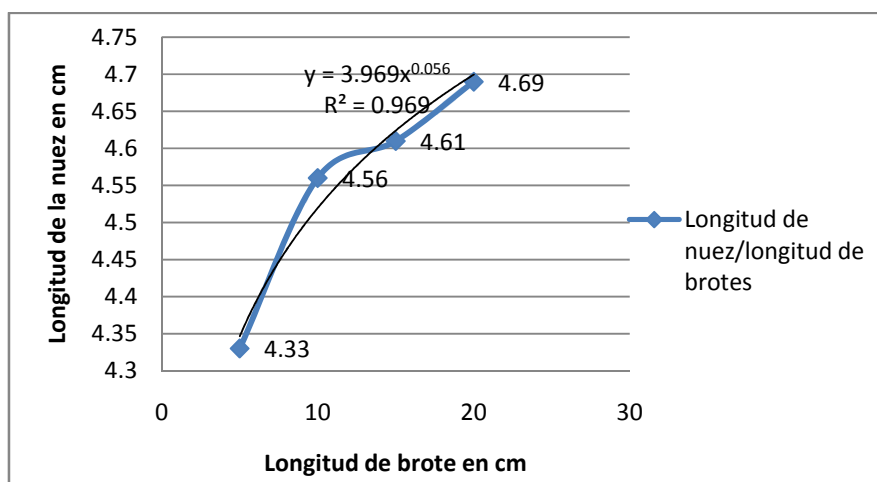
Como se observa en la figura, el que tiene mayor AST (1386) es el que produce 10.90 kilogramos y el de menor AST (588) produce apenas .813 gramos.



**Figura.4.5 Tendencia del diámetro de la nuez sobre la longitud de brotes fructíferos en el cultivo de nogal pecanero de la variedad Wichita. UAAAN-UL 2010.**

En la figura 4.5 se observa el resultado del efecto que tuvieron las diferentes longitudes de brotes sobre el diámetro de la nuez, mostraron que estadísticamente no existe diferencia significativa.

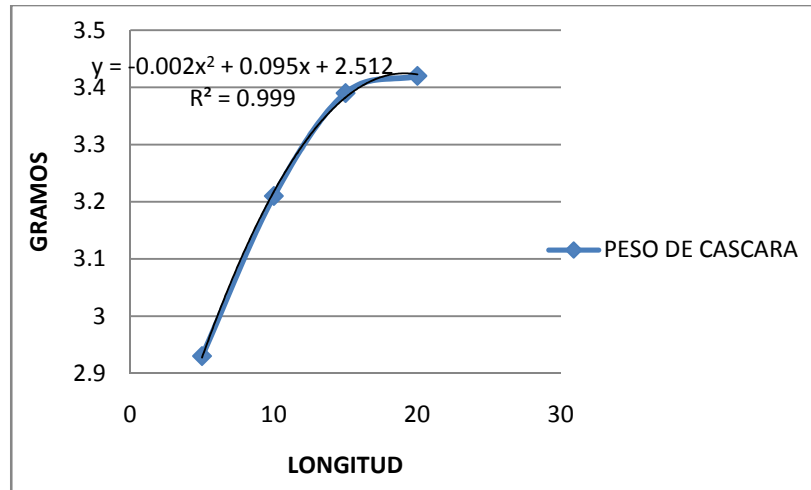
Como se puede observar no es mucha la diferencia del diámetro de la nuez con respecto al tamaño del brote ya que solo hay 1 a 2 mm de diferencia.



**Figura 4.6 Tendencia de las diferentes longitudes de brotes sobre la longitud de la nuez en los diferentes tipos de brotes en el cultivo de nogal pecanero de la variedad Wichita. UAAAN-UL 2010.**

En la Figura 4.6 se observa el resultado del efecto que tuvieron las diferentes longitudes de los brotes sobre la longitud de la nuez, mostrando que existe diferencia significativa solo en los brotes de 5 cm de longitud y en los de mas brotes se comportan igual.

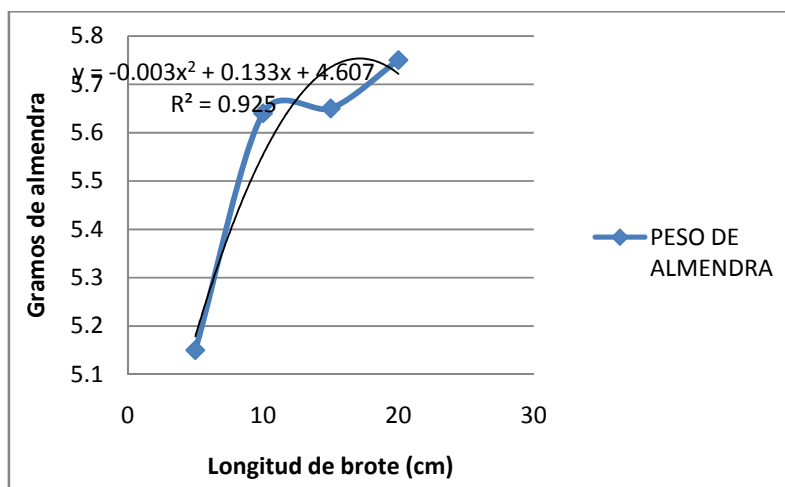
Los resultados nos indican que la longitud de la nuez, varía de acuerdo a la longitud del brote ya que el tipo de brote si afecta la longitud de las nueces.



**Figura 4.7 Tendencia del peso de la cascara en relación las diferentes longitudes de los brotes en el cultivo de nogal pecanero de la variedad Wichita. UAAAN-UL 2010.**

En la Figura 4.7 se observa que para el peso de la cascara, las diferentes longitudes de los brotes muestran diferencia significativa, esto nos indica que las longitudes de los brotes afectan al peso de la cascara de acuerdo como aumenta la longitud.

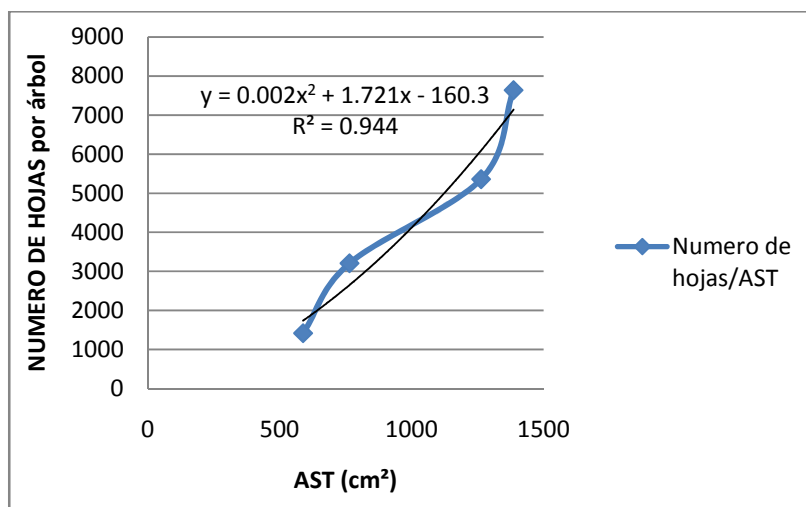
De acuerdo a los resultados se puede observar que las nueces que producen mayor peso de cascara son las que se encuentran en los brotes mayores de 15 – 20 cm ya que en esas longitudes se estabiliza la línea de tendencia y por lo cual no afecta si pesa más la cascara ya que al aumentar el peso de la cascara también aumenta el peso de almendra.



**Figura 4.8 Tendencia de las diferentes longitudes de brotes sobre el peso de la almendra en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2010.**

En la Figura 4.8 se observa que para el peso de la almendra, las diferentes longitudes de los brotes existe diferencia, la almendra de mayor peso se produce en brotes de 15 cm o más con un peso de 85.7 gramos y los brotes con menor longitud producen menor almendra hasta 0.5 gramos en los brotes de 5 cm.

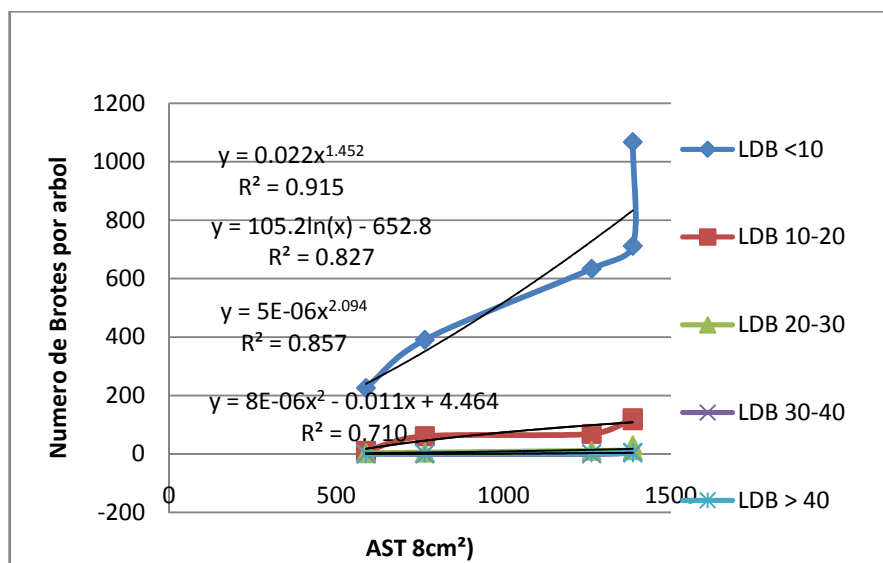
Los resultados indican el peso de la almendra varía mucho entre los brotes de 5 a 10 cm y por lo contrario el peso de su almendra entre los brotes de 10 y 15 20 cm no existe diferencia como lo muestra la línea.



**Figura .4.9 Tendencia de cantidad de hojas con relación con el área seccional del tronco de la variedad Wichita. UAAAN-U-L 2010.**

En la Figura 4:9 se puede observar que mientras más grande sea el área seccional del tronco, mayor es el número de hojas producidas, estadísticamente los árboles de mayor AST muestran significancia en comparación con los de menor AST y por lo que podemos decir que el aumento de hojas va en relación con el crecimiento del área seccional ya que un árbol joven se enfoca más en el crecimiento vegetativo que productivo.

(Lagarda 2005) menciona que con la utilización de nuevas técnicas de control de tamaño del árbol que nos permiten mantener el tamaño del árbol con una mejor distribución del follaje y también con una mejor relación de hojas por fruto; como ocurre en los tiempos de máxima producción de las huertas actuales (10 – 13 años) (Lagarda 2005).



**Figura 4.10 Tendencia de la producción diferentes longitudes de los brotes sobre el área seccional del tronco de la variedad Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2010**

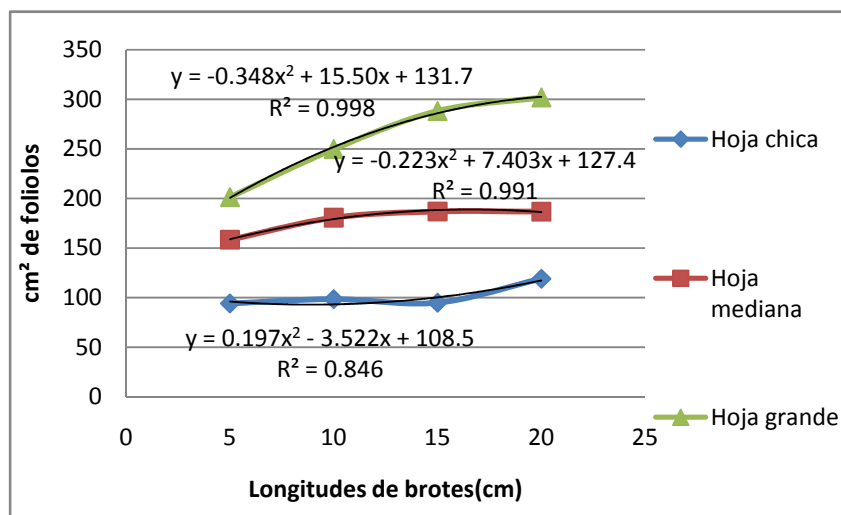
En la Figura 4.10 se observa la diferencia que existe entre la producción de brotes <10 cm y de 10-20 cm de acuerdo al área seccional del tronco y con relación a los brotes de 20 a > de 40 cm que no muestran gran diferencia con respecto al AST en la variedad Wichita.

De esta figura 4.10 podemos concluir que los nogales que se encuentran plantados en esta densidad de plantación se encuentran produciendo brotes de 10 -20 cm que son buenos para la producción de nueces.

Hay una tendencia a producir más brotes de < 10 cm (%) en Wichita a los 9 años en alta población, posiblemente porque no alcance buena cantidad de riego.

Los brotes de mas vigor y los productivos de calidad > 20 cm alcanzaron un % bajo en estos árboles.

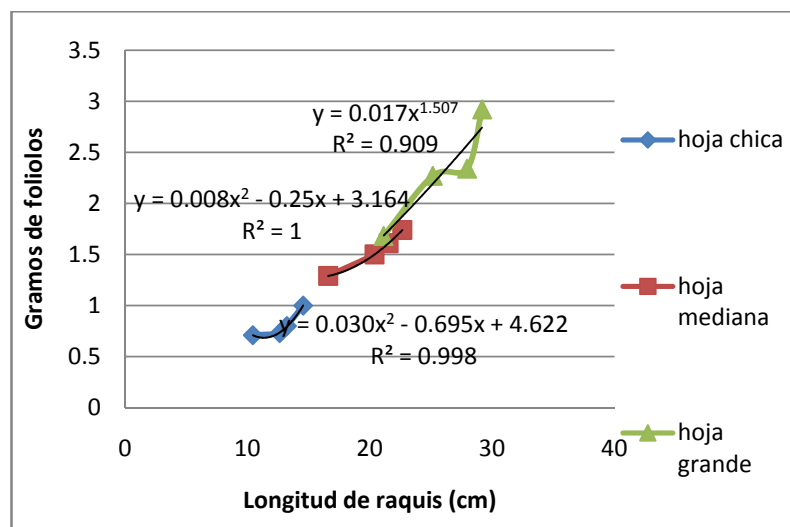
Arboles con mayor AST. Producen más brotes pequeños < 10cm.



**Figura 4.11** Tendencia de la superficie foliar de hojas chicas, medianas y grandes, sobre las diferentes longitudes de brotes 5, 10, 15, y 20 cm en la variedad Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2010.

En la Figura 4.11 se observa que entre más largo sea el brote mayor será la superficie foliar en hojas grandes y en hojas medianas se observa como aumenta solo en brotes con longitud de 5 a 10 cm porque después se mantiene la superficie foliar, en los brotes de mayor longitud y para las hojas chicas su superficie foliar aumenta en brotes mayores a 15 cm de longitud.

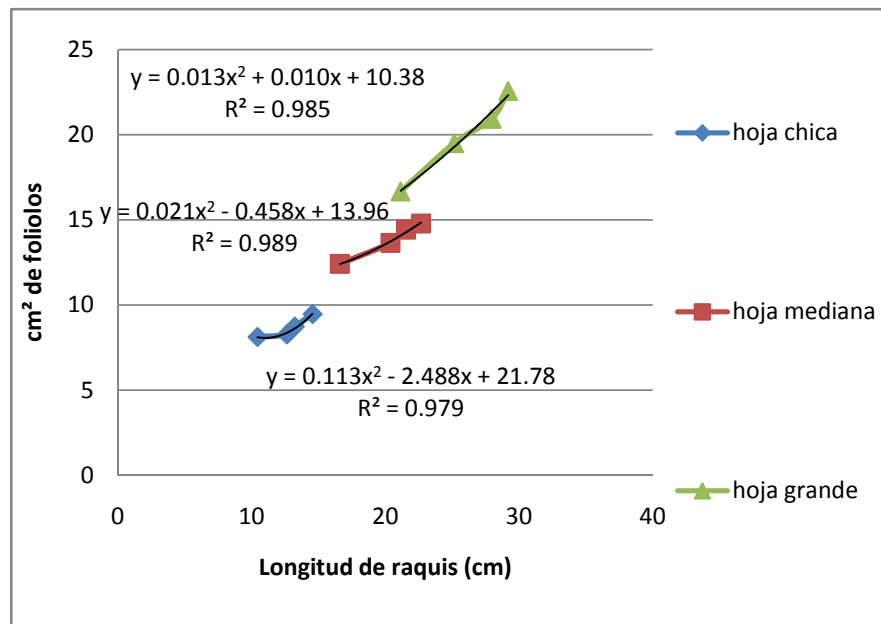
La Figura 4.11 también nos muestra que los brotes que producen mayor superficie foliar son los brotes de 20 cm de longitud. Por lo que podemos decir que necesitamos estos brotes para tener mayor cantidad de hojas y por lo tanto tendremos mayor calidad en los frutos.



**Figura: 4.12 Tendencia del peso de los folíolos de las hojas chicas medianas y grandes sobre las diferentes longitudes de los raquis, en diferentes longitudes de brotes 5, 10, 15, y 20 cm de la variedad Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2010.**

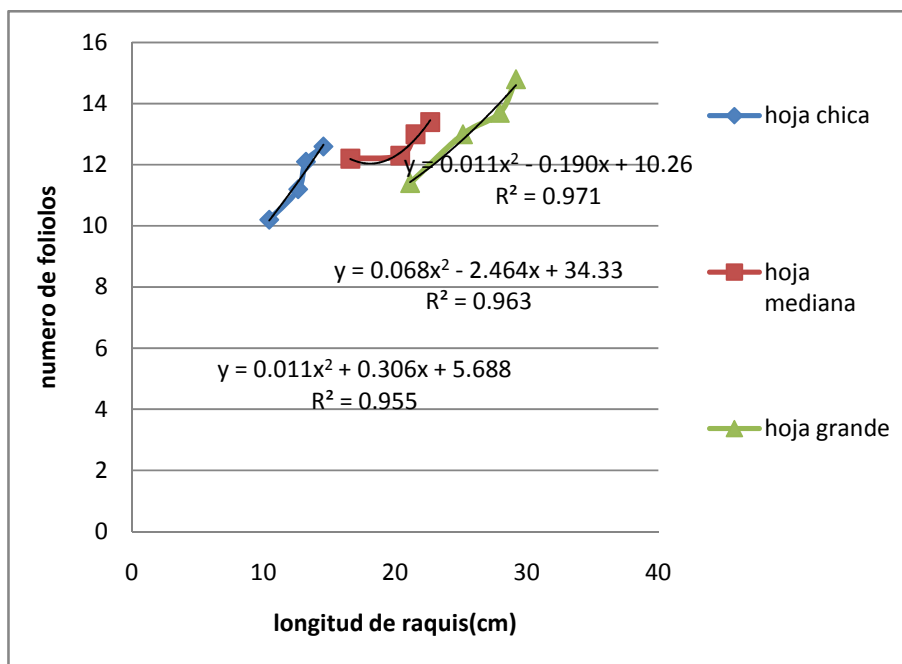
En la figura 4.12 se observa como las hojas grandes que tienen una mayor longitud en su raquis, producen una mayor cantidad de peso seco que las hojas medianas y que las hojas chicas por lo cual podemos decir que se requiere aumentar la producción de hojas grandes mediante la obtención de brotes de mayor longitud.





**Figura 4.13 Tendencia del área sobre las diferentes longitudes de raquis en diferentes longitudes de brotes 5, 10, 15, y 20 cm en la variedad Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2010**

En la Figura 4.13 se observa que para el área foliar, las diferentes longitudes de raquis si muestran diferencia significativa, siendo la hoja grande la que mayor superficie foliar produce de 16.66 a 22.56 cm<sup>2</sup> y para la hoja mediana tiene una producción de un 12.41 a 14.78 cm<sup>2</sup> en las hojas chicas tienen una producción de 8.12 a 9.46 cm<sup>2</sup> siendo esta la que menor superficie foliar contiene, toda esta diferencia se va reflejando con forme aumenta la longitud de los brotes.



**Figura 4.14 Tendencia de números de foliolos producidos entre hoja chica, medianas y grandes sobre diferentes longitudes de raquis de la variedad Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2010.**

En la Figura 4.14 se observa que para el número de foliolos, de las diferentes longitudes de raquis muestran diferencia pero en los brotes 5-10-15 cm en hojas mediana producen igual número de foliolos que las hojas grandes, solo en el brote de 20 cm de hoja grande producen mayor cantidad de foliolos que la hoja mediana.

Los resultados indican que los brotes de 10-20 producen la mayor cantidad de foliolos la cual indica que entre mayor cantidad de estos brotes tenga el árbol mayor será su captación de luz y tendrá mayor actividad fotosintética.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

De cada una de las longitudes de los brotes nos indica que los brotes de 15 a 20 cm producen mayor cantidad de materia seca y son los que contienen mayor cantidad de hojas grandes.

Los brotes que producen mayor superficie foliar también son los brotes de 15 y 20 cm ya que al tener mayor cantidad de hojas grandes contienen mas foliolos.

El área seccional del tronco está ligada al crecimiento tanto vegetativo como productivo en el desarrollo del árbol.

La variedad Wichita de nogal pecanero aumenta su producción de frutos de acuerdo a cómo se va desarrollando el AST.

La plantación de 14 m x 2 m no es recomendado ya que los arboles no producen los kilogramos que deberían a los 9 años que tendrían árboles plantados al 6 m x 6 m.

Se recomendaría hacer un manejo de los nogales para que produzcan brotes de mayor longitud mediante la poda porque como se pudo observar la mayoría de los brotes son menores de 10 cm (35%), además de revisar que se estén regando con la misma cantidad de agua todos los nogales.

## VI. LITERATURA REVISADA

Arreola., J.G. 1990. Tipo y vigor de ramas y su implicación en la producción de nogal pecanero. In: Resúmenes XIII Congreso Nacional de Fitogenética. P. 174.

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

Brisson, F. R. 1973. Pecan Culture. Capital Printing. Austin Tx.

Camargo Lozana A 2001. Monografía. El barrenador del ruezno (*cydia caryana*) (Ficth) como plaga potencial del nogal. Torreón, Coah. Méx. Pp. 5-7

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

Enciclopedia de los Municipios de México 2009. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Coahuila.

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 A., C., I. Reyes J y M.V. Huitrón R. 1999. Respuesta del nogal a la disponibilidad del agua. pp. 35-42. In: Tecnología de riego en nogal pecanero. Libro Científico No. 1. Primera Edición. SAGAR.INIFAP. CIFAP-Comarca Lagunera.

Herrera E. 1993. Designing A. pecan Orchids. NMSV. Cooperative extension service. Publication guide H-607.

Lagarda M., A. 1978. Comportamiento Fenológico de 14 cultivares de nogal pecanero en La Región Lagunera. Inf. Inv. Fruticultura CAELALA CIAN INIA. p.91-157.

Lagarda M., A. 2005. Evolución de la tecnología de manejo para producción de nogal pecanero. SOMECH. Memorias Congreso 2005. Chih.

Lagarda M. A. 2005 (b) Tendencias de los sistemas de producción de nuez y su mecanización. Simposium Int. Nogalero. Memorias Electronicas.

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

McEachern G.R. 1997. Pecan Orchard design and tree spacing. In Texas Pecan Handbook IV 1-4. TAES Texas A&M University

Madero E., Frusso E. A. y Casaubon E. 2010. Manejo del Cultivo. Capítulo XII. Producción de pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina. Pp.1-10

Núñez, M.H. 2001. Desarrollo de nogal pecanero. *in*: El nogal pecanero en Sonora. Libro Técnico #3. SAGARPA-INIFAP-CECH. Pp.23-38.

Nigel Waistenholme B. 1997. Chapter 1. Introduction. Climate. 1:13-17. In: Texas pecan handbook: Texas agricultural extension service college station, Texas.

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.

Reid W. 2006. A fresh look at native spacing. Pecan south vol. 38: 4-6.

Sierra, M.E.; López, R.E.; Pérez, P.S. 2007. Agroclimatología del pecan (*Carya illiniensis*) en la Argentina. Capítulo IV. Producción de pecan en Argentina. UBA,

INTA. Buenos Aires, Argentina. Pp.2.

Sparks, D. 1970. The alternate fruit bearing problem in pecans. Proc. Ann. Rep. North. Nut Grow. Assoc. 65:145-157.

Sparks, D. 1974. The alternate fruit bearing problem in pecans. Proc. Ann. Rep. North. Nut Grow. Assoc. 65:145-157.

Wood B. W. 1999. Discovering the future: A new pecan husbandry paradigm? Pecan Industry: Current Situation and Future Challenges, third National Pecan Workshop Proceedings.102- 105

Wood W. B. 2000(a). Fundamental principles regulating the development of canopy management strategies for pecan orchards. 34th.WPCF. N. Mex. proceedings. 81 - 92.

Worley, R.E.1998. Pecan tree spacing and tree size. Pecan Husbandry: Challenges and opportunities.Georgia. USDA –ARS. Pub. : 143 – 151. Worley,

Wood, B.2000(b). sistemas de producción nogaleras. Memorias del 8vo Simposio internacional nogalero. Torreón Coahuila, México. Pp. 5-23

Worley, R.E. y B.G. Mullinix. 1996. Fertigation and leaf analysis reduce nitrogen requirements of pecans. Hort. Technology 6: 401-405.

Worthington, J.W., J. Lasswell, L.A, Stein y M.J. McFariand. 1992. Now that you've decided to irrigate... How?... How Much?... When?... Pecan South 22: 6-14. Zertuche, M. I. and Storey, J. B., 1983 Preharvest germination.

(En línea): <http://www.propecan>.

<http://www.elsiglodetorreon.com>

<http://www.comenuiez.org>

