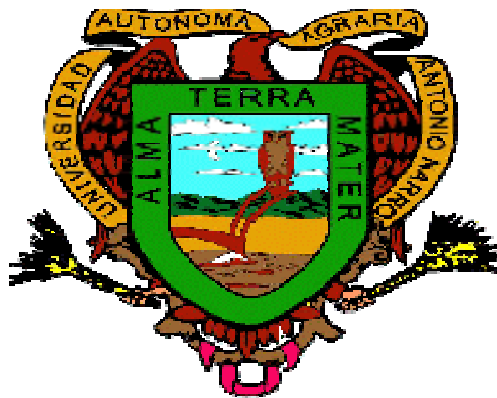


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**EVALUACIÓN DE LOS CRECIMIENTOS FRUCTÍFEROS DEL NOGAL  
PECANERO (*Carya illinoensis*, koch) EN RELACIÓN A LA  
ALTERNANCIA EN PRODUCCIÓN DE NUEZ.**

**POR**

**ANASTASIO MORENO MENDOZA**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**Torreón, Coahuila, México**

**Diciembre del 2008**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

EVALUACIÓN DE LOS CRECIMIENTOS FRUCTÍFEROS DEL NOGAL  
PECANERO (*Carya illinoensis*, koch), EN RELACIÓN A LA  
ALTERNANCIA EN PRODUCCIÓN DE NUEZ.

POR:

ANASTASIO MORENO MENDOZA

APROVADO POR:

ASESOR PRINCIPAL:

  
PhD. ANGEL LAGARDA MURRIETA

ASESOR:

  
PhD. EDUARDO MADERO TAMARGO

ASESOR:

  
ING. FRANCISCO SUAREZ GARCIA

ASESOR:

  
DR. PABLO FRECIADO RANGEL

  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. ANASTASIO MORENO MENDOZA QUE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONOMO HORTICULTURA.

APROBADA POR

PRESIDENTE:

  
\_\_\_\_\_  
PhD. ANGEL LAGARDA MURRIETA

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_  
PhD. EDUARDO MADERO TAMARGO

VOCAL:

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

VOCAL SUPLENTE:

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

  
\_\_\_\_\_  
M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS

## DEDICATORIAS

### A DIOS:

Por darme las virtudes y la fortaleza necesaria para salir siempre adelante pese a las dificultades, por colocarme en el mejor camino, iluminando cada paso de mi vida.

### A MIS PADRES:

**Bertín Moreno Hernández y Marina Mendoza Santos**, porque me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papa y mama por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor.

### A MIS HERMANOS:

**Ofelia, Bibiana, Pedro, José y Olat**, gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho. A mis cuñados y cuñadas por su amistad y confianza que me han brindado.

### A TODOS MIS FAMILIARES:

Por ser la mejor familia que me pudo haber tocado, gracias por estar conmigo y de una u otra manera formar parte de esta meta alcanzada.

## AGRADECIMIENTOS

**A mi “Alma Terra Mater”.** Que me dio la oportunidad de realizarme como profesionista y cobijarme durante cuatro años y medio de mi carrera.

**Al PhD. Ángel Lagarda Murrieta.** Por darme la oportunidad de ser mi asesor principal en la realización de este trabajo de tesis, en mi formación como profesionista y como persona, por haberme brindado sus conocimientos, su experiencia, por tenerme paciencia, comprensión y mas que profesor un amigo mas en mi vida.

**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 mis profesores.** Al M.C. Víctor Martínez Cueto, Dr. Pedro Cano Ríos, Ing. Juan de Dios Ruiz de la Rosa, M.C. Javier Araiza Chávez, M.C. Jaime Lozano García, Por haberme brindado sus conocimientos durante la carrera, por mi formación como profesionista, al Ing. Lucio Leos por su gran amistad.

**A Maribel Campos Reyes.** Por su confianza, amistad, cariño, comprensión y amor, también te agradezco por haberme escuchado en los momentos en que mas necesitamos de un amigo, por esos momentos de soledad, por su colaboración en la realización de este trabajo “gracias”.

**A mis compañeros de grupo.** Juan Gerardo, Juan Mariano, Armando, Cristian, Ashel, Iván Alejandro, Francisco, por la constante comunicación con ellos ha contribuido en gran medida a transformar y mejorar mi forma de ser, especialmente a aquellos que me brindaron cariño, comprensión y apoyo, dándome con ello, momentos muy gratos.

**A mis amigos de la universidad.** Verónica, Juan, Carlos, Nelson, Luis porque gracias a ellos sé lo que es la verdadera amistad, valor importante en mi vida, gracias por estar conmigo, por aconsejarme, regañarme, compartir risas y llantos.

**A la familia Álvarez Analco.** Gracias por brindarme su amistad, por su comprensión y cariño y por la gran calidad humana que me han demostrado con una actitud de respeto. En especial a ti Elisení, solo quiero darte las gracias por todo el apoyo que me has brindado para continuar y seguir con mi camino, gracias por estar conmigo y recuerda que eres muy importante para mí.

**A mis amigos.** Lorelia, Mirtha, Mayra, Yaneth, Yareli, Toño, René, Lorenzo Antonio, Jesús Eymar, Nicolás, Andrik, Greydi, Ángel, Isaías por brindarme su confianza, amistad, cariño, comprensión y apoyo, por estar conmigo en las buenas y las malas.

**A mis primos.** Alma Nuri, Trinidad, Aurora, Yexenia, Martha, Marleni, Vladimir, Julio, Carlos, José Alfredo, Miguel Ángel por ser parte de mi familia, por brindarme su amistad.

## RESUMEN

El presente experimento consiste en evaluar la producción de los crecimientos fructíferos, en las variedades Western y Wichita. Con el objetivo de correlacionar la producción de materia seca, en relación a producción de nueces, para definir la alternancia en nogal pecanero.

El nogal pecanero (*Carya illinoensis*, Koch), es uno de los frutales de mayor importancia en el norte de México y sur de Estados Unidos, es un árbol, que en su época productiva, se presenta el fenómeno de la alternancia o producción irregular. Por lo que en el presente trabajo se evaluó la producción de los crecimientos fructíferos, con el objetivo de correlacionar la producción de materia seca, en relación a producción de nueces, con ello se pretende estabilizar el porcentaje de la alternancia.

La investigación se llevo a cabo durante el año 2007-2008. En el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, Ubicada en periférico y carretera a Santa Fe Km. 1.5. Torreón Coahuila, México.

El trabajo consistió en evaluar los siguientes factores: 2 variedades Western y Wichita. 3 tipos de brotes: Con producción en 2006 y 2007, Con producción en 2007 y Sin producción en 2007. Para esto se etiquetaron brotes de 5, 10,15 y 20cm de longitud, para poder formar los tratamientos a evaluar, 5 arboles/variedad, todo esto se realizo en el año 2007.

Las variables que se evaluaron en el presente experimento fueron las siguientes: 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, Longitud del raquis de las hojas, Longitud del raquis de los foliolos y Peso del ruezno.

Los resultados más relevantes nos indican que hay diferente respuesta a los diferentes tamaños de los brotes de acuerdo a la variedad empleada, la variedad que mas respuesta tuvo al número de hojas, numero de frutos, área foliar, peso de la materia seca, diámetro de la nuez y peso de la almendra fue Wichita, ya que en todas las variables estudiadas los mejores resultados se reflejan en esta variedad.

También se encontró que para todas las longitudes de los brotes resultaron ser los mejores los de 15 y 20cm de longitud, ya que estos producen mayor numero de frutos y de mejor calidad.

Por otro lado los mejores racimos se encuentran en los brotes con producción en un año y el siguiente sin producción, estos brotes son los que más se relacionan con la alternancia en la producción de nueces.

**Palabras claves:** nogal pecanero, alternancia o producción irregular, crecimientos fructíferos, variedades.



## INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIAS .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
RESUMEN .....	iv
INDICE GENERAL .....	vi
INDICE DE CUADROS .....	ix
INDICE DE FIGURAS .....	ix
INDICE DE APENDICES .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN. ....	1
1.1. Objetivo.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
1.3. Meta.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA. ....	4
2.1. Origen.....	4
2.1.1. Principales estados productores de nogal en México. ....	4
2.2. Aspectos generales del nogal pecanero.....	5
2.2.1. Clasificación taxonómica.....	5
2.2.2. Descripción Botánica.....	5
2.2.3. Árbol.....	6
2.2.4. Raíz.....	6
2.2.5. Tronco y ramas. ....	6
2.2.6. Hojas.....	6
2.2.7. Flores.....	7
2.2.8. Frutos.....	7
2.3. Variedades.....	8
2.3.1. Descripción de las variedades. ....	8
2.4. Importancia del cultivo. ....	10
2.4.1. Aspecto natural del nogal.....	10
2.4.2. Composición de la nuez.....	11
2.5. Marcos de plantación.....	12
2.5.1 Diseño de plantación.....	12

2.6. Requerimientos climáticos, edáficos e hídricos. ....	13
2.6.1. Temperatura.....	13
2.6.2. Hídricos.....	13
2.6.3. Suelo.....	14
2.6.4. Luz. ....	15
2.7. Plagas del nogal. ....	15
2.7.1. Pulgones. ....	16
2.8. Alternancia en la producción de nuez.....	17
2.8.1. Algunas causas por las que se presenta la alternancia en nogal.....	20
2.8.2. Especies que afecta la alternancia.....	21
2.8.3. Niveles de la cadena productiva – nuez, que afecta la alternancia.....	21
2.8.4. Mecanismos de la alternancia en la producción.....	22
2.8.5. Opciones de manejo para controlar la alternancia de producción en nogal.. ....	23
2.8.5.1. Aclareo de frutos.....	23
2.8.5.2. Poda. ....	24
2.8.6. Factores que influyen sobre la intensidad de la alternancia.....	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	26
3.1. Localización del área experimental.....	26
3.2. Características climáticas .....	26
3.3. Diseño experimental utilizado. ....	26
3.4. Manejo del cultivo. ....	28
3.4.1. Localización de los árboles de nogal.....	28
3.4.2. Etiquetado de los árboles de nogal. ....	28
3.4.3. Etiquetado de los brotes del nogal. ....	28
3.5. Variables evaluadas.....	28
3.5.1. Numero de hojas.....	28
3.5.2. Número de folíolos. ....	29
3.5.3. Longitud de las hojas. ....	29
3.5.4. Número de frutos.....	29
3.5.5. Área foliar.....	29
3.5.6. Longitud del raquis de la hoja. ....	30
3.5.7. Longitud del raquis de los folíolos. ....	30

3.5.8. Peso de la materia seca.....	30
3.5.9. Peso del ruezno. ....	30
3.5.10. Peso de la almendra. ....	30
3.5.11. Peso de la cáscara.....	31
3.5.12. Diámetro de la nuez. ....	31
3.5.13. Longitud de la nuez.....	31
3.5.12. Análisis estadístico.....	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....	32
4.1. Resultados obtenidos sobre el efecto de los crecimientos fructíferos del nogal pecanero, en relación a la alternancia en producción de nuez.....	32
V.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
VI. LITERATURA CITADA.....	51
VII.-APENDICES DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ESTE EXPERIMENTO.....	54

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Principales estados productores de nogal en México.....	5
Cuadro 2. 2 Composición nutritiva de la nuez.....	11
Cuadro 2.3 Producción de nuez durante 5 años en árboles con dos tipos de poda.....	25
Cuadro.3.1 Descripción de los tratamientos en nogal pecanero para evaluar la alternancia en la producción de nuez.....	27

## INDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre el número de hojas en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.....	32
Figura 4.2 Efecto de las diferentes tipos de brotes sobre el número de hojas en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.....	33
Figura 4.3 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre la longitud de las hojas en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.....	34
Figura 4.4 Efecto de los diferentes tipos de brotes sobre la longitud de las hojas en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.....	35
Figura 4.5 Efecto de las variedades sobre el número de frutos, en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008. ....	36
Figura 4.6 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre el número de frutos por brote, en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.....	37
Figura 4.7 Efecto de los diferentes tipos de brotes sobre el número de frutos, en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008. ....	38
Figura 4.8 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre el peso de la materia seca en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008. ....	39

Figura 4.9 Efecto de los diferentes tipos de brotes sobre el peso de la materia seca en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.....	40
Figura 4.10 Efecto de las variedades Western y Wichita sobre el diámetro de la nuez en los diferentes tipos de brotes en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.....	41
Figura 4.11 Efecto de las diferentes longitudes de brotes sobre la longitud de la nuez en los diferentes tipos de brotes en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.....	42
Figura 4.12 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre el peso de la cascara en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008. ....	43
Figura 4.13 Efecto de las variedades sobre el peso de la almendra en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.....	43
Figura 4.14 Efecto de las diferentes longitudes de brotes sobre el área foliar en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.....	44
Figura 4.15 Efecto de las diferentes longitudes de brotes sobre el numero de foliolos en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.....	45
Figura 4.16 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre la longitud del raquis de las hojas en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.....	46
Figura 4.17 Efecto de los diferentes tipos de brotes sobre la longitud del raquis de las hojas en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.....	47

Figura 4.18 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre la longitud del raquis de los foliolos en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008. ....48

Figura 4.19 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre la longitud del raquis de los foliolos en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008. ....48

Figura 4.20 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre el peso del ruezno en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.....49

## INDICE DE APENDICES

Cuadro 7.1.A. Análisis de varianza para la variable número hojas. ....	54
Cuadro 7.2.A. Análisis de varianza para la variable longitud de las hojas. ....	54
Cuadro 7.3.A. Análisis de varianza para la variable número de frutos. ....	55
Cuadro 7.4.A. Análisis de varianza para la variable peso de la materia seca. ....	55
Cuadro 7.5.A. Análisis de varianza para la variable diámetro de la nuez. ....	56
Cuadro 7.6.A. Análisis de varianza para la variable longitud de la nuez. ....	56
Cuadro 7.7.A. Análisis de varianza para la variable peso de la cascara. ....	57
Cuadro 7.8.A. Análisis de varianza para la variable peso de la almendra. ....	57
Cuadro 7.9.A. Análisis de varianza para la variable área foliar. ....	58
Cuadro 7.10.A. Análisis de varianza para la variable número de foliolos. ....	58
Cuadro 7.11.A. Análisis de varianza para la variable longitud del raquis de las hojas. ....	59
Cuadro 7.12.A. Análisis de varianza para la variable longitud del raquis de los foliolos. ....	59
Cuadro 7.13.A. Análisis de varianza para la variable peso del ruezno. ....	60



## I. INTRODUCCION.

La nuez pecanera es uno de los productos cuya cadena se hace más compleja con el tiempo y con el incremento en su demanda, una demanda que aumenta con la población, con la industrialización, con la calidad y con las múltiples formas en que se puede vender este producto (Smith, 2003).

México ocupa el segundo lugar mundial en producción de nuez pecanera, con una superficie de 76 mil hectáreas, el 93 % de las plantaciones se encuentran establecidas en los estados de Chihuahua, Nuevo León, Coahuila, Sonora y Durango. Siendo el estado de Chihuahua el principal productor con 37,510 ha, la 'Western Schley' ocupa el 80 % de la superficie plantada y 'Wichita' el 20 %, de las cuales 28,212 ha (73.4%) se encuentran en producción y 9,298 ha (26.6%) en desarrollo (Santamaría *et al.*, 2002).

Uno de los principales problemas que se presentan en el cultivo de nogal pecanero es la alternancia o producción irregular, ya que presenta índices que varían de 23 a 94 % en la Comarca Lagunera (Santamaría *et al.*, 2002).

La producción alterna del nogal pecanero, afecta a todos los niveles de la cadena productiva – nuez (Lagarda, 2007).

1.- A nivel productor, provoca inestabilidad de ingresos y aumento de riesgos en el negocio por efectos de desarrollar una mayor sensibilidad a siniestros climáticos, rompimiento de ramas y otros (Lagarda, 2007).

2.- Los Procesadores y Distribuidores: Requieren de adquirir equipo de acuerdo a las necesidades de proceso de los años de producción alta por lo tanto en los años bajos de producción, existe disponibilidad excesiva de equipo (Lagarda, 2007).

3.- A nivel Mercadeo: la alternancia en producción afecta al precio de la nuez con fluctuaciones de acuerdo a la oferta y calidad del producto (Lagarda, 2007).

Algunas de las acciones necesarias a implementar en esta cadena productiva son, usar variedades con menos alternancia, disminuir el problema de germinación prematura y apertura del ruezno, y eficientar el uso del agua y nutrientes.

Es por eso que se pretende realizar este trabajo de investigación, con el propósito de que la producción del nogal pecanero (*Carya illinoensis*), se estabilice en un porcentaje menor al que tenemos, con la finalidad de poder ofrecer a los productores de nogal, un cultivo más rentable.

### **1.1. Objetivo.**

Evaluar la producción de los crecimientos fructíferos, en las variedades Western y Wichita, con el objetivo de correlacionar la producción de materia seca, en relación a producción de nueces, para definir la alternancia en nogal pecanero.

### **1.2. Hipótesis.**

Existen variedades con menor porcentaje de alternancia o producción irregular.

### **1.3. Meta.**

Es disponer del idiotipo del árbol que mantenga estable la alternancia, o al menos en un porcentaje menor al que tenemos, con la finalidad de poder ofrecer a los productores de nogal, un cultivo más rentable.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **2.1. Origen.**

El nogal pecanero, *Carya illinoensis* (Koch) es nativa del sur de Estados Unidos, extendiéndose por Texas y Norte de México. La especie es abundante en los ríos y arroyos de Oklahoma central y oriental y en Texas (Anónimo, 2003).

Se han encontrado restos fósiles en Texas y en el Norte de México indicando su existencia desde antes que los americanos nativos vivieran ahí. El descubrimiento de restos fósiles junto con millones de árboles nativos de nuez pecanera han sido encontrados a lo largo de la mayoría de los arroyos y causes de ríos en estas regiones (Sur de EUA y Norte de México) indican que el origen de la Nuez Pecanera es en dichas áreas. (Noble, 2000).

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

Como se puede apreciar en el cuadro 2.1, Chihuahua, Coahuila y Sonora son los estados que tienen mayor superficie plantada, la cual va en aumento. En los años en los que la producción es alta, se llega a obtener un rendimiento promedio de 2 ton/ha (Anónimo, 2007).

El nogal también se cultiva pero en menor medida en los estados de Jalisco, Querétaro e Hidalgo. Algunos estados tienen superficie plantada pero ésta aun se encuentra en etapa de desarrollo. La superficie de cultivo ha ido en aumento en respuesta a la demanda que se tiene a nivel internacional de este producto (Anónimo, 2007).

**Cuadro 2.1 Principales estados productores de nogal en México.**

<b>Estado</b>	<b>Superficie plantada (ha) 2006</b>	<b>Producción obtenida (ton) 2006</b>	<b>Superficie plantada (ha) 2007</b>
<b>Chihuahua</b>	44,656	44,012	47,103
<b>Coahuila</b>	12,001	11,123	12,054
<b>Sonora</b>	5,637	4,780	6,335
<b>Nuevo León</b>	4,207	1,257	4,099
<b>Durango</b>	4,026	2,068	3,791

Fuente (Anónimo, 2007).

## **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).*

### **2.2.2. 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).

### **2.2.3. Árbol.**

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

### **2.2.4. 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 *et al.*, 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).

### **2.2.5. Tronco y ramas.**

Existen nogales con troncos de más de 3m de diámetro, estos por lo general son nativos o silvestres, se elevan retos y sus ramificaciones comienzan a los 10m 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).

### **2.2.6. 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).

### **2.2.7. 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).

### **2.2.8. 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 (ruezo), (Frusso, 2007).

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

### **2.3. Variedades.**

Para las condiciones de clima seco tanto las variedades del este y del oeste de los E.U.A. se pueden recomendar para el estado de Coahuila siendo preferentes las variedades del oeste por su adaptabilidad en desarrollo y producción para este estado. Considerando a sí que el fruto de nogal es producto de la unión de la flor macho (polen) con la flor hembra, es necesario que en las huertas se establezcan cuando menos 4 variedades que coincidan en la receptibilidad de la flor hembra y la liberación de la flor macho (polen): por esta razón se recomiendan las siguientes 4 variedades (Herrera, 1993).

#### **2.3.1. Descripción de las variedades.**

##### **Western Schley.**

Es el árbol más popular y preferido por los productores del estado de Coahuila y otras regiones del norte del país. Es una selección nativa de gran adaptación a las zonas desérticas y semidesérticas, muestra cierta tolerancia a las deficiencias de zinc, sin embargo necesita aplicaciones de este elemento menor para un buen desarrollo. Regularmente precoz en la maduración del fruto, necesita la presencia de variedad Wichita para una buena polinización. Son árboles vigorosos con una buena ramificación, con un buen ángulo de apertura (Núñez, 2001).



### **Wichita.**

Esta variedad tiene buena adaptación a zonas desérticas y semidesérticas, susceptible a la roña y otras enfermedades fungosas; no se recomienda para regiones húmedas. La liberación del polen coincide en gran parte con la receptibilidad de las flores hembras de la variedad western Schley. Extremadamente precoz, buen follaje de color verde oscuro, hojas grandes y una buena producción de nueces, atractivas y de gran calidad. Los ángulos de las ramas son cerradas por lo que es necesaria una buena poda para proporcionar una apropiada estructura del árbol para evitar desgajamientos de ramas. Ruezno grueso que es atractivo para el gusano barrenador de la envoltura (Núñez, 2001).

### **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 de 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 cáscara 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).

### **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 el desarrollo adecuado. La almendra es de color brillante (Núñez, 2001).

## **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 en el estado de Coahuila, el cultivo más promisorio de los frutales (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 (Medina y Cano, 2002).

De todos los alimentos con que América ha contribuido a la población internacional, la nuez es la más importante y está destinada a jugar un papel muy importante en la gastronomía, siendo un recurso para resolver la falta de alimentos como fuente de energía concentrada. Es fruto además tiene aplicaciones en la medicina y en la industria. El fruto del nogal es de sabor agradable y rico en su contenido de aceite según la variedad (Salas, 1997).

### **2.4.1. Aspecto natural del nogal.**

El pecan es un árbol que se puede utilizar para múltiples propósitos: frutal, forestal, ornamental e industrias derivadas. Su fruto se consume durante todo los años y tiene un alto valor nutritivo, y su madera, por las características que presenta, puede ser utilizada en ebanistería y parquets, entre otros (Madero, 2007).

## 2.4.2. Composición de la nuez.

Como alimento, la nuez se destaca por el contenido de ácidos grasos poli insaturados, indispensables en una dieta sana.

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

<b>Nutrientos</b>	<b>Composición</b>	<b>Cantidad en porción de 100gr</b>	<b>Unidades</b>
Análisis	Calorías	2.1	Kcal.
Proximal	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
	Minerales	Calcio	76
Cobre		1.30	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
Vitaminas	Acido ascórbico	2.1	Mg
	Tiamina	0.89	mg
	Riboflavina	13.13	mg
	Niacina	0.93	mg
	Acido	0.45	mg
	Pantoténico	0.44	mg
	Vitamina B-6	56.00	mg
	Acido fólico	146.00	IU
	Vitamina A		

Fuente: (James A. Duke., 2002).

## **2.5. Marcos de plantación.**

Uno de los factores más fácilmente manejables por parte del productor es la elección de la distancia de plantación. La densidad de plantación tiene gran importancia económica, por su relación directa con los costos de plantación, posteriores cuidados culturales y el aprovechamiento futuro de la producción anual. Las distancias de plantación dependen también de la calidad de sitio y del manejo que reciba el cultivo, puede ir desde 45 plantas hasta 278 plantas por hectárea (Casaubon, 2007).

Por otro lado, se menciona que la distancia de plantación debe guardar la misma distancia que la altura de los árboles (Núñez, 2002) citado por (Márquez *et al.*, 2004)

El principal propósito de plantar nogal pecanero a altas densidades, es el de incrementar la producción por hectárea de nuez, aumentando el número de ramas fructíferas en superficie. Altas densidades permiten una máxima utilización de la tierra disponible. El alto valor de la tierra justifica económicamente la inversión (Casaubon, 2007).

### **2.5.1 Diseño de plantación.**

Los diseños pueden ser:

- En forma de cuadrados: los ejemplares en este sistema se ubican en los vértices de un cuadrado, por ejemplo 10x10m.
- En forma rectangular: similar al anterior pero varía la distancia en uno de los sentidos, por ejemplo 10x15 m.
- Tres bolillo ó triángulo equilátero: las plantas forman entre sí triángulos de lados iguales. Con este diseño se coloca una mayor cantidad de plantas por hectárea que con un diseño cuadrado.

- Quincunce, cuadrados superpuestos ó triángulos isósceles: el sistema de plantación es como un cuadrado, con el agregado de una planta en el cruce de las dos diagonales, obteniéndose cuatro triángulos isósceles con dos lados iguales y uno desigual (Casaubon, 2007).

## **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, a si 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. Suelo.**

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).

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

#### **2.6.4. Luz.**

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 *et al.*, 2002), (citados por Madero *et al.*, 2007).

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), citados por (Madero *et al.*, 2007).

#### **2.7. Plagas del nogal.**

Uno de los factores limitantes de la productividad del nogal en la Comarca Lagunera lo constituyen las plagas. Las plagas primarias del nogal son el gusano barrenador de la nuez, *Acrobasis nuxvorella* y el complejo de pulgones formado por el pulgón amarillo *Monelliopsis pecanis*, el pulgón amarillo de las alas con márgenes negros, *Monellia caryella* y el pulgón negro, *Melanocallis caryaefoliae*. El gusano barrenador del ruzno, *Cydia caryana*. Otras plagas de importancia secundaria son el barrenador del tronco y la madera, *Euplatypus segnis* y las chinches, *Brochymena* spp., *Nezara viridula*, *chlorochroa ligata* y *Leptoglossuz zonatus* (Nava y Ramírez, 2002).

Para combatir a las plagas del nogal es necesario conocer los siguientes factores: primero, la especie de que se trata, a si como su biología y hábitos; segundo, la época oportuna de aplicación, ya que si el insecticida es aplicado tarde, esto dará oportunidad a que la plaga ocasione daño y si es aplicado temprano se perderá dinero por que los insectos no serán controlados; tercero, seleccionar insecticida y dosis eficientes para el control de la plaga en cuestión; cuarto, lograr

una buena cobertura de la aplicación, es decir, que el árbol reciba una aspersion suficiente y uniforme del producto (Nava y Ramírez, 2002).

### **2.7.1. Pulgones.**

Los pulgones son los insectos más comunes en las huertas de nogal de la comarca lagunera. Existe un complejo de especies de pulgones en formado por el pulgón amarillo de las alas con márgenes negros, *Monellia caryella*, el pulgón amarillo del nogal *Monelliopsis pecanis* Bissel y el pulgón negro, *Melanocallis caryaefoliae*, (Nava y Ramírez., 2002).

Los pulgones amarillos causan los siguientes tipos de daños al nogal; daño directo por extracción de la savia de las hojas y daño por excreción de mielecilla. El pulgón negro solo causa daño indirecto por succión de savia, pero su efecto es más severo debido a que produce áreas cloróticas alrededor del sitio de alimentación, las cuales posteriormente se necrosan, causando defoliaciones severas y prematuras. Cuando las poblaciones de pulgones amarillos son altas producen cantidades considerables de mielecilla, la que constituye un medio ideal para el desarrollo de fumagina (Nava y Ramírez, 2002).

La fumagina reduce la captación de luz y la actividad fotosintética del follaje. El efecto general de los pulgones es una reducción en el área foliar fotosintética, a través de la defoliación, reducción del tamaño de las hojas, del contenido de clorofila, y de la captación de luz. El daño de los pulgones puede causar reducciones en la producción y calidad de la nuez en el presente año o en el siguiente ciclo agrícola. Las defoliaciones prematuras y severas en un año determinado causan una disminución en la acumulación de reservas por el árbol, afectando la floración y el rendimiento del siguiente año (Nava y Ramírez, 2002).



## 2.8. Alternancia en la producción de nuez.

La producción de nuez en árboles de nogal pecanero, sufre constantes fluctuaciones de su producción 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” (Lagarda, 2007).

La alternancia en la producción se puede manifestar de dos formas:

1) Entre grupos de árboles y 2) entre árboles individuales.

La primera es un ejemplo clásico de producción alterna en la que la fructificación tiende a ser para la mayor parte un “todo o nada” respecto a los árboles como un grupo; y la segunda es cuando se expresa por medio de una parcela y es tan sutil que el productor piensa que tiene una producción anual sin alternancia. En este caso la alternancia es fácilmente detectable en árboles individuales ya que no todos están en el mismo ciclo de producción bianual. Aproximadamente el 50% de estos tienen producción alta y el resto, rendimientos bajos dentro del mismo año (Sparks, 1974) citados por (Martínez *et al.*, 2001).

En la bibliografía se señala que el peso seco del fruto está compuesto en su mayor parte por carbohidratos y sustancias derivadas de ellos, lo que sugiere que estos estén involucrados en el fenómeno de producción alterna durante un año de

alta producción. Los registros indican que durante un año de baja producción se acumula alto nivel de carbohidratos que permiten buen amarre de frutos el año siguiente; sin embargo este alto rendimiento ocasiona reducción en la acumulación de carbohidratos, lo cual induce a la disminución de la cosecha del próximo año. En estas condiciones los carbohidratos se incrementan de nuevo en las raíces. De esta manera la alta o baja producción dependerá del nivel de carbohidratos que acumula el árbol durante el año previo (Sparks, 1974) citados por (Martínez *et al.*, 2001).

Lockwood y Sparks (1974) encontraron en árboles adultos que las flores postiladas, los amentos, el brote y todas las hojas contienen carbohidratos que son almacenados en el año previo. Por lo tanto, el crecimiento inicial del brote, hojas y formación de flores depende de las reservas almacenadas el año anterior. Esta dependencia también se refleja en la disminución de los carbohidratos almacenados en el árbol durante el flujo de crecimientos en primavera, citados por (Martínez *et al.*, 2001).

En la literatura se menciona que existe una interrelación en la producción alterna y el estrés ocasionado por el crecimiento de la almendra. Sparks (1974) demostró que con la remoción de hojas y frutos durante el periodo de desarrollo de la almendra, se induce a la producción bianual severa. Por lo que Davis y Sparks, citados por este mismo investigador encontraron que se requieren más hojas durante el desarrollo de la almendra que durante el periodo de crecimiento del fruto y endurecimiento de la concha. Este hecho fue corroborado por Sparks (1969) quien afirmó que el número de hojas por nuez, su eficiencia y el tiempo que ellas permanecen en el árbol son importantes durante el año de crecimiento, pero especialmente en el periodo de endurecimiento de la concha y acumulación de aceite, citados por (Martínez *et al.*, 2001).

El nogal pecanero, Worley *et al.* (1972), encontraron que el grado de retención de hojas en un año de alta producción, correlaciono positivamente con el rendimiento de la siguiente estación, citados por (Santamaría *et al.*, 2002).

La influencia de los riegos sobre la producción y calidad de la nuez fue informada por Godoy (1986), quien encontró que el número de riegos durante el desarrollo de la nuez a intervalos de 20-25 días influyen en la producción de frutos: por su parte Faz et al (1989) y Miyamoto (1986), indicaron que la salinidad y sodicidad de los suelos influyen en forma negativa a la producción de nogal, citados por (Santamaría *et al.*, 2002).

El contenido de sodio intercambiable (PSI), superior a 3% tiene un efecto negativo en el área transversal del tronco y rendimiento de nuez por árbol; en cambio tiende a estabilizar la producción y a reducir la alternancia en nogal (Santamaría *et al.*, 2002).

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).

La estructura o el arreglo y forma que presenta la copa (dosel) define en gran medida el microclima dentro del árbol. Es decir, regula la interceptación de la radiación solar, temperatura, humedad y movimiento del aire dentro de la misma (Wells y Norman, 1991). Éstos a su vez tienen un efecto directo sobre uno de los procesos más importantes del árbol, llamado fotosíntesis. Por medio de éste, un nogal produce los carbohidratos y por consecuencia la energía necesaria para llenar las almendras, ya que éstas son un alimento altamente energético, citados por (Orozco *et al.*, 2007).

Al disminuir la penetración y distribución de la luz en la copa, la actividad fotosintética disminuye provocando una escasa acumulación de reservas (Wood, 2000) y por ende contribuye a una producción alternante. Dicha condición también ocasiona una deficiente diferenciación floral y amarre de frutos (Sparks, 1974). De

igual manera, tanto el peso específico de la hoja, como el peso seco de la nuez se ven afectados (Medina y Fematt, 1991), citados por (Orozco *et al*, 2007).

Para que los árboles de nogal puedan producir nueces de calidad a través de los años, se requiere tener una relación hoja: fruto (6 hojas; 1 fruto). Esta relación permitirá que exista una alta eficiencia fotosintética de las hojas para abastecer de carbohidratos: a los frutos que se desarrollan durante el año y almacenarlos para sostener la producción del siguiente año. También se requiere de un adecuado nivel de agua en el suelo para la etapa posterior de la maduración del fruto, esto propiciará que el pericarpio abra correctamente permitiendo el desarrollo de la almendra, en caso contrario presentará germinación prematura. Todo lo anterior puede ser corregido con la aplicación de tres o cuatro riegos, con lo que se obtendrá un producto de buena calidad y peso. A la vez que se promueve una apertura normal del ruzno (Godoy y López, 1999) citados por (Anónimo, 2007).

### **2.8.1. Algunas causas por las que se presenta la alternancia en nogal.**

Algunas de las causas de que se presente la alternancia en el nogal o la baja producción de nuez son: 1) Alta producción de nuez el año anterior; 2) Daño en hojas por plagas y/o enfermedades; 3) Estrés por agua durante el llenado de la nuez (julio, agosto y septiembre); 4) Deficiencia de nutrimentos; 5) Sombreo interno del árbol y entre árboles. Todo lo anterior está relacionado con el nivel de carbohidratos (azúcares y almidones) acumulados durante el año anterior, así como la madurez tardía del fruto (Medina *et al*, 2006).

La almendra de la nuez contiene el 70% de aceite, el cual es elaborado a partir de carbohidratos, este aceite se acumula en las últimas seis semanas de crecimiento del fruto y en este corto periodo se acumulan las 2/3 partes del peso seco total del fruto. El periodo tardío para la formación de la almendra no permite (en años de alta producción) que exista tiempo suficiente para la acumulación de carbohidratos o reservas necesarias para la formación de nueces en la próxima estación, la alternancia se relaciona con este estrés (Medina *et al*, 2006).

En la Comarca Lagunera, el crecimiento del fruto se inicia el 21 de mayo y termina el 26 de septiembre, se divide en dos etapas: a) crecimiento del fruto del 21 de mayo al 30 de julio y b) el incremento en peso seco o desarrollo de la almendra, del 1º de agosto al 26 de septiembre, que comienza con el endurecimiento de la cáscara. Como las hojas son las que elaboran los carbohidratos, esto indica que un follaje sano, durante y después del desarrollo del fruto, puede ayudar a tener una alternancia baja el siguiente año (Medina *et al.*, 2006).

### **2.8.2. Especies que afecta la alternancia.**

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).

En ambientes naturales, la producción alterna también existe en árboles como los encinos, pinos, olmos, mezquites, etc., sin embargo en ambientes naturales la alternancia de producción tiene ventajas positivas de sobrevivencia al disturbar los ciclos de plagas y enfermedades por alteración del alimento y los árboles aprovechan para recuperar reservas para su posterior utilización en la reproducción (Lagarda, 2007).

### **2.8.3. Niveles de la cadena productiva – nuez, que afecta la alternancia**

La producción alterna del nogal pecanero, afecta a todos los niveles de la cadena productiva – nuez (Lagarda, 2007).

**A.-** A nivel productor, provoca inestabilidad de ingresos y aumento de riesgos en el negocio por efectos de desarrollar una mayor sensibilidad a siniestros climáticos, rompimiento de ramas y otros (Lagarda, 2007).

**B.- Los Procesadores y Distribuidores:** Requieren de adquirir equipo de acuerdo a las necesidades de proceso de los años de producción alta por lo tanto en los años bajos de producción, existe disponibilidad excesiva de equipo (Lagarda, 2007).

**C.- A nivel Mercadeo:** la alternancia en producción afecta al precio de la nuez con fluctuaciones de acuerdo a la oferta y calidad del producto (Lagarda, 2007).

La calidad de la fruta se afecta por la gran cantidad de frutos que se producen con las subsecuentes consecuencias en el tamaño de los frutos más pequeños, pobre llenado de la almendra, viviparidad de la nuez y ruezno pegado (Lagarda, 2007).

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 (Lagarda, 2007).

#### **2.8.4. Mecanismos de la alternancia en la producción.**

La alternancia de la producción es una expresión natural de la mayor parte de especies forestales y frutales, especialmente aquellas que producen frutos que maduran al final del verano y principio de otoño. Plantas de estas especies producen en ciclos de 2 hasta 15 años. Este rasgo reproductivo es probablemente una ventaja adaptativa para plantas longevas que crecen en forma silvestre, incrementando la probabilidad de dejar descendencia que sobreviva a los depredadores. Una producción anual regular es probablemente una desventaja selectiva en el hábitat natural, pero deseable en un cultivo comercial. El pecán es un cultivo relativamente nuevo, siendo la mayor parte de los cultivares seleccionados de plantas silvestres o provenientes de cruzamientos, con pocas generaciones desde que fueron tomados

de su hábitat natural. La presión de selección de los nuevos cultivares es para proveer cultivares con rendimientos estables, al mismo tiempo se tendría que evitar el uso de cultivares que posean una elevada tendencia a la alternancia e implementar prácticas culturales y de manejo de plagas y enfermedades que moderen este fenómeno (Wood, 1990) citados por (Madero *et al.*, 2007).

### **2.8.5. Opciones de manejo para controlar la alternancia de producción en nogal.**

El manejo del nogal debe dirigirse a maximizar la eficiencia fotosintética, prolongar la permanencia de la hojas durante el otoño luego de producida la cosecha y aumentar el nivel de reservas. Para alcanzar estos objetivos se debe lograr un correcto manejo de la plantación con un adecuado nivel de humedad, dotación de nutrientes en el suelo y un efectivo control de enfermedades y plagas, para evitar una disminución en la superficie foliar. Hojas verde oscuras y saludables previo a la entrada del invierno es un muy buen síntoma de una buena producción para la próxima temporada (Madero *et al.*, 2007).

#### **2.8.5.1. 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. El 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 (Lagarda, 2007).

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 (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 (Lagarda, 2007).

#### **2.8.5.2. 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. Finalmente uno de los factores que más influyen sobre la alternancia en producción del nogal son los siniestros ambientales como son: heladas tardías, granizo y ciclones, provocan la caída repentina de la fruta del árbol, disparando así el ciclo de producción alterna. El manejo de la huerta puede disparar ciclos de alternancia en producción con fenómenos como defoliaciones por plagas, enfermedades o sequía; por lo que las prácticas de manejo deben estar encaminadas a la conservación de un follaje sano y productivo (Lagarda, 2007).

En huertas adultas con problemas de sombreo, la producción y calidad de nuez disminuye y aumenta la alternancia. Para incrementar la penetración de la luz y reactivar la productividad en estos árboles, se sugiere la poda de aclareo de ramas en forma selectiva. Resultados de investigación indican que el eliminar una o dos ramas de 15 años de edad causan una reducción en el volumen de la copa de 20 o 30%, esta disminución se refleja en la producción; la cual es menor en aproximadamente el mismo porcentaje, (Arreola *et al.*, 2002).

Con la poda es posible disminuir la alternancia, según lo muestran los valores de variación en la producción (**cuadro 2.3**). Para tener éxito en la disminución de la irregularidad productiva a través de los años y mantener o recuperar la calidad de la nuez, es necesario podar en el momento oportuno de la edad de la huerta. Realizarla en los años en los que se espera alta producción y considerar un programa a mediano o largo plazo (Arreola *et al.*, 2002).



**Cuadro 2.3 Producción de nuez durante 5 años en árboles con dos tipos de poda.**

TRATAMIENTOS	AÑOS DESPUÉS DE LA PODA					ALTERNANCIA <sup>2</sup> (%)
	1	2	3	4	5	
Despunte a 6m del tronco y 16m de altura	63.5	12.7	112.8	70.8	54.2	57
Despunte a 6m del tronco y 18m de altura	69	17.2	70.8	71.2	66.8	35
Aclareo de ramas	80.7	8	97.7	93.2	56.4	54
Sin poda	87.8	12	76	80.2	26.3	62

Fuente: (Arreola *et al.*, 2002).

#### **2.8.6. Factores que influyen sobre la intensidad de la alternancia.**

La alternancia de producción en nogal es característica de la especie. 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 (Rivero, 2006) citados por (Madero *et al.*, 2007).

La genética y la edad de los árboles es 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, cuando los valores aceptables deben ser de alrededor de 0.5 o menor (Lagarda, 2007).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

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

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo durante el año 2007-2008. En el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U-L, Ubicada en periférico y carretera a Santa Fe Km. 1.5. Torreón Coahuila, México.

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

El clima en la Comarca Lagunera, es de tipo desértico con escasa humedad atmosférica, precipitación pluvial promedio entre 200 y 300 mm anuales en la mayor parte de la región y de 400 a 500 mm en la zona montañosa Oeste, 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 varia en 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.

#### **3.3. Diseño experimental utilizado.**

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar, con un arreglo de tratamientos 2(variedades) x 3 tipos de brotes y 4 longitudes de brotes; un factorial 2x3x4, con 5 repeticiones. Se utilizaron dos variedades Western y Wichita, estos árboles cuentan con una edad de 15 años.

**Cuadro.3.1 Descripción de los tratamientos en nogal pecanero para evaluar la alternancia en la producción de nuez.**

<b>Variedad Western</b>	<b>Brotos con producción en 2006 y 2007.</b>	<b>Long. Del brote (1)= 5cm</b>
		<b>Long. Del brote (2)=10cm</b>
		<b>Long. Del brote (3)=15cm</b>
		<b>Long. Del brote (4)= 20cm</b>
	<b>Brotos con producción en 2007.</b>	<b>Long. Del brote (1)= 5cm</b>
		<b>Long. Del brote (2)=10cm</b>
		<b>Long. Del brote (3)=15cm</b>
		<b>Long. Del brote (4)= 20cm</b>
	<b>Brotos sin producción en 2007.</b>	<b>Long. Del brote (1)= 5cm</b>
		<b>Long. Del brote (2)=10cm</b>
		<b>Long. Del brote (3)=15cm</b>
		<b>Long. Del brote (4)= 20cm</b>
<b>Variedad Wichita</b>	<b>Brotos con producción en 2006 y 2007.</b>	<b>Long. Del brote (1)= 5cm</b>
		<b>Long. Del brote (2)=10cm</b>
		<b>Long. Del brote (3)=15cm</b>
		<b>Long. Del brote (4)= 20cm</b>
	<b>Brotos con producción en 2007.</b>	<b>Long. Del brote (1)= 5cm</b>
		<b>Long. Del brote (2)=10cm</b>
		<b>Long. Del brote (3)=15cm</b>
		<b>Long. Del brote (4)= 20cm</b>
	<b>Brotos sin producción en 2007.</b>	<b>Long. Del brote (1)= 5cm</b>
		<b>Long. Del brote (2)=10cm</b>
		<b>Long. Del brote (3)=15cm</b>
		<b>Long. Del brote (4)= 20cm</b>

### **3.4. Manejo del cultivo.**

#### **3.4.1. Localización de los árboles de nogal.**

Los árboles de nogal cuentan con una edad de 15 años, con una densidad de 70 árboles/ha a una distancia de (12x12), con sistema de riego por micro aspersión. Los árboles que se utilizaron en el experimento se seleccionaron al azar.

#### **3.4.2. Etiquetado de los árboles de nogal.**

Se etiquetaron 10 árboles en total, 5 para cada variedad. En cada árbol se etiquetaron 5 repeticiones para cada tratamiento y el tipo de brote.

#### **3.4.3. Etiquetado de los brotes del nogal.**

Se tomo la longitud de los brotes, para formar los tratamientos, a cada tratamiento se le etiquetó con plástico de diferente color, dependiendo el tamaño. Esto se realizo del 20 de Mayo al 15 de Junio 2007.

### **3.5. Variables evaluadas.**

#### **3.5.1. Numero de hojas.**

Se realizo el conteo de las hojas de las diferentes longitudes de los brotes, esto se llevo a cabo del 16 al 20 de junio de 2007. Estos conteos se realizaron en las dos variedades y en todos los árboles evaluados.

### **3.5.2. Número de foliolos.**

Se realizo el conteo de los foliolos de las diferentes hojas de las diferentes longitudes de los brotes, esto se llevo a cabo del 16 al 20 de junio de 2007. Estos conteos se realizaron en las dos variedades y en todos los árboles evaluados.

### **3.5.3. Longitud de las hojas.**

Se tomo con una cinta métrica, para obtener el dato se colocaba la cinta de donde inicia la hoja, hasta la punta del último foliolo. Se realizo en las dos variedades y en todos los árboles, del 16 al 20 de Junio 2007.

### **3.5.4. Número de frutos.**

Se realizaron tres conteos de frutos, el primer conteo se realizo el 16 de Junio del 2007, el segundo conteo se realizo el 13 de Julio del 2007, el tercer conteo se realizo el 12 de Agosto del 2007. Estos conteos se realizaron en las dos variedades y en todos los árboles evaluados.

### **3.5.5. Área foliar.**

Para correlacionar con la superficie foliar se considero el largo del raquis para lo cual se tomo el área foliar de las hojas, se utilizo una hoja milimétrica para sacar el área foliar en  $\text{cm}^2$ . Se tomaron dos muestras, lo cual era un brote por cada muestra esto se realizo en cada tratamiento. Esto se realizo del 22 de Agosto 2007 al 12 de Septiembre 2007.

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

Se tomo la longitud del raquis de la hoja en cm, se tomo con una regla de 30cm. Se tomaron dos muestras de cada tratamiento. Esto se realizo del 22 de Agosto 2007 al 12 de Septiembre 2007.

### **3.5.7. Longitud del raquis de los foliolos.**

Se tomo la longitud del raquis del foliolo en cm, se tomo con una regla de 30cm. Se tomaron dos muestras de cada tratamiento. Esto se realizo del 22 de Agosto 2007 al 12 de Septiembre 2007.

### **3.5.8. Peso de la materia seca.**

Se tomo el peso seco de las hojas de los brotes en gramos, se peso en una báscula. Se tomaron dos muestras, cada una consistía en un brote de cada tratamiento. Esto se realizo el 9 de Septiembre 2007.

### **3.5.9. Peso del ruezno.**

Se peso el ruezno en gramos, en una báscula. Esto se realizo del 11 al 14 de Octubre.

### **3.5.10. Peso de la almendra.**

Se peso la almendra en gramos, con una báscula. Este dato se tomo el 26 de Octubre al 25 de Noviembre de 2007.

### **3.5.11. Peso de la cáscara.**

Se peso la cáscara en gramos, con una báscula. Este dato se tomo el 26 de Octubre al 25 de Noviembre de 2007.

### **3.5.12. 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. Este dato se tomo el 26 de Octubre al 25 de Noviembre de 2007.

### **3.5.13. 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. Este dato se tomo el 26 de Octubre al 25 de Noviembre de 2007.

### **3.5.12. Análisis estadístico.**

Se utilizo el paquete estadístico de "SAS", para el diseño completamente al azar con un arreglo factorial de tratamiento de 2 variedades, 3 tipos de brotes y 4 longitudes de brotes con 5 repeticiones; haciendo un total de 24 tratamientos con 5 repeticiones cada tratamiento.

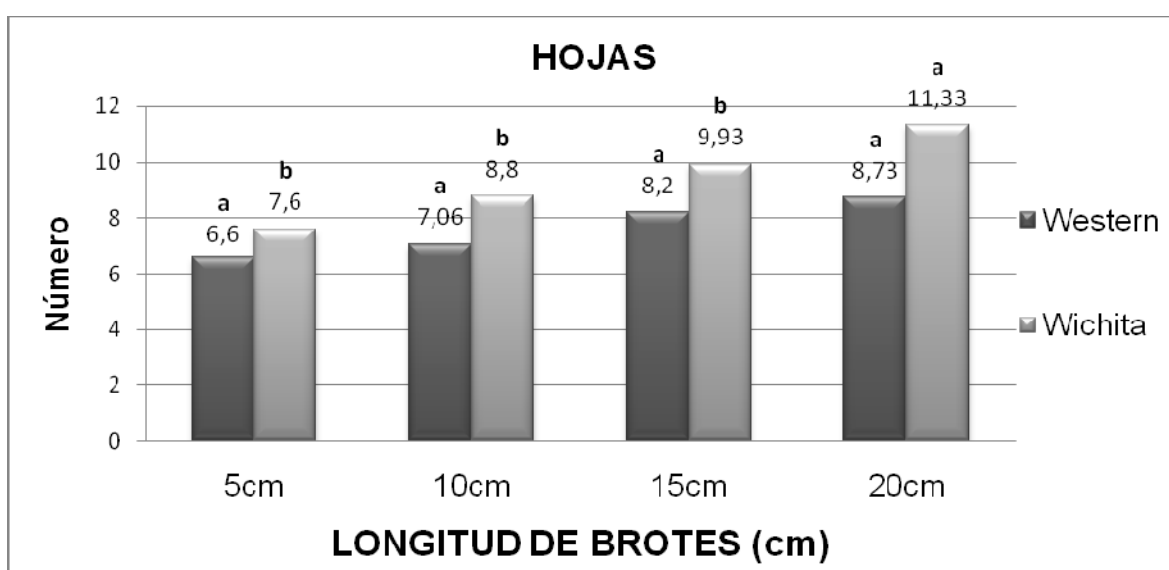
Los factores que se consideraron fueron:

- 1) 2 Variedades: Western y Wichita.
- 2) 3 Tipos de brotes: Con producción 2006 y 2007, Con producción solo 2007 y Sin producción en 2007.
- 3) 4 Longitudes de brotes: 5cm, 10cm, 15cm y 20cm.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

##### 4.1. Resultados obtenidos sobre el efecto de los crecimientos fructíferos del nogal pecanero, en relación a la alternancia en producción de nuez.

La alternancia de la producción es una expresión natural de la mayor parte de especies forestales y frutales, especialmente aquellas que producen frutos que maduran al final del verano y principio del otoño.



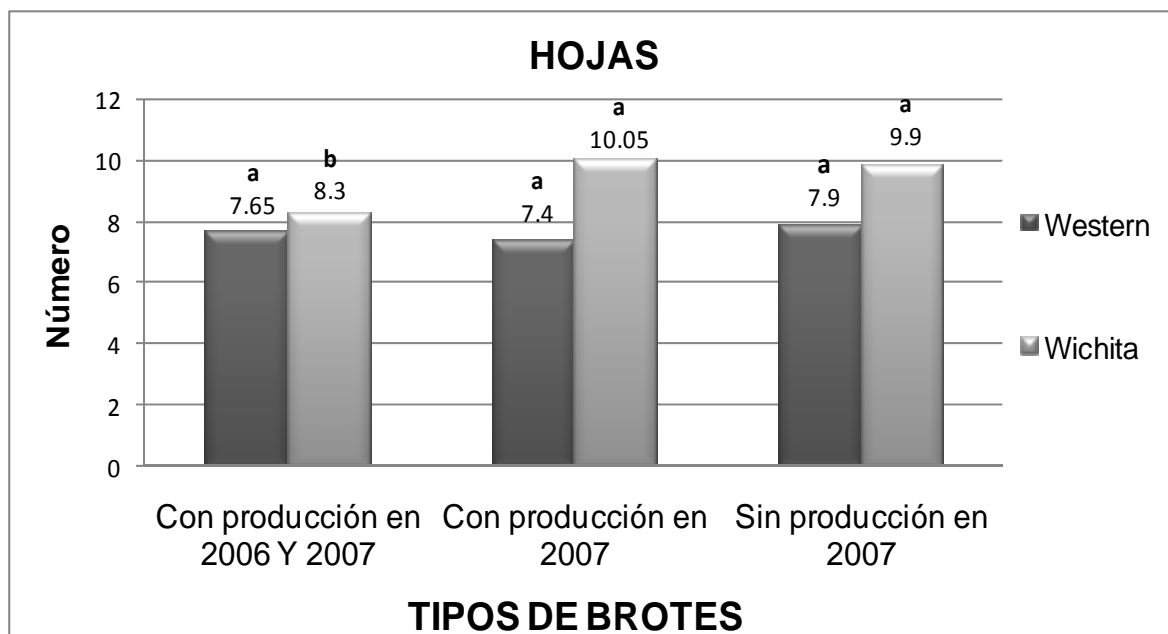
**Figura 4.1 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre el número de hojas en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

En la Figura 4.1 se observa que para la variable número de hojas, las diferentes longitudes de los brotes mostraron diferencia significativa, se observa que el brote de 20cm es el mejor, siendo la variedad Wichita la que produce un mayor número de hoja, (ver Cuadro 7.1.A).

Esto nos indica que hay mayor fotosíntesis, la cual influye directamente en el desarrollo de las nueces y proveen de reservas alimenticias que son almacenados en

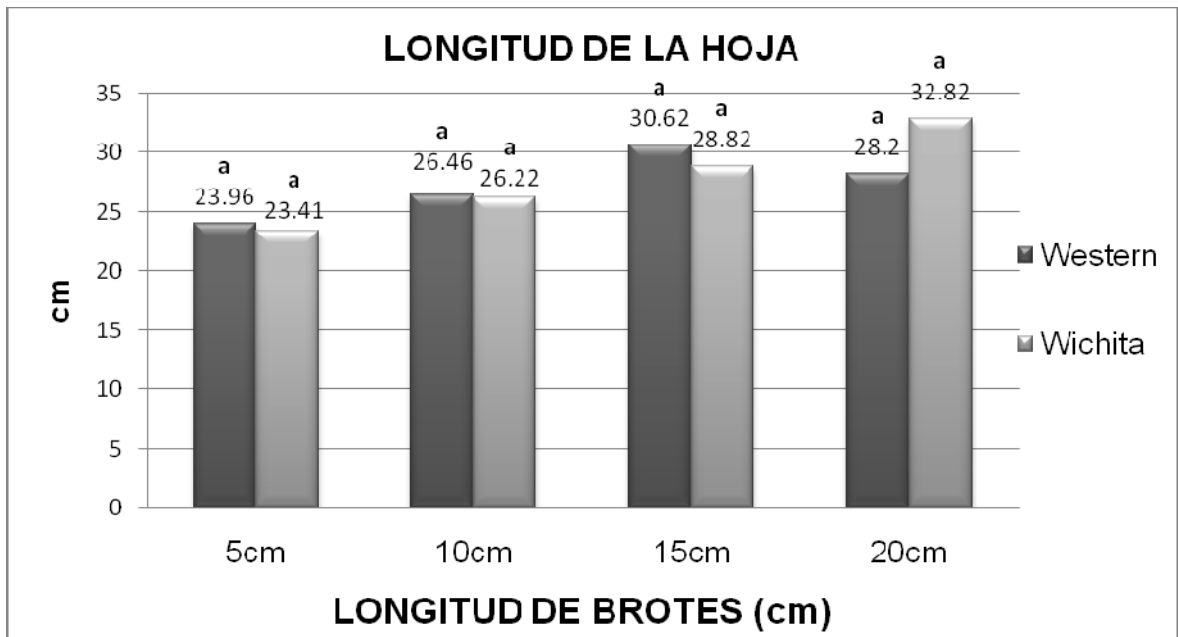


tallos y raíces, las cuales servirán para el desarrollo del árbol y desarrollo de las nueces del año siguiente.



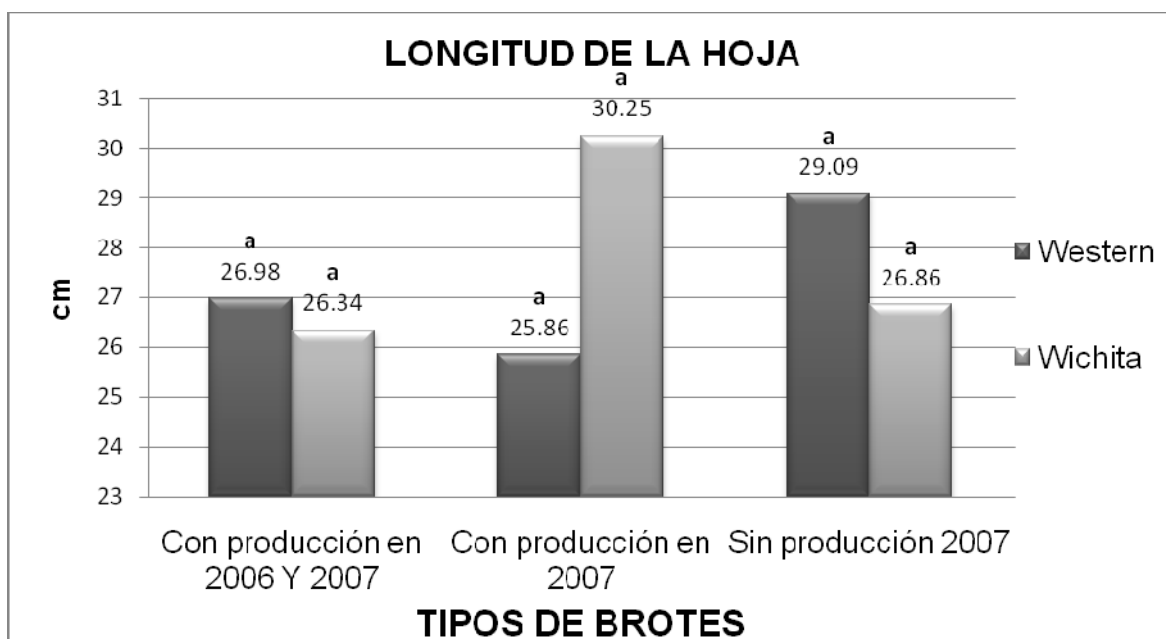
**Figura 4.2 Efecto de las diferentes tipos de brotes sobre el número de hojas en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

En la Figura 4.2 se observa que para el número de hojas, los diferentes tipos de brotes mostraron que para la variedad Western no hay diferencia significativa, pero en cuanto a lo que son los diferentes tipos de brotes para la variedad Wichita si mostraron diferencia significativa, siendo igual el numero de hojas para los brotes con producción en 2007 y brotes sin producción en 2007, pero diferentes para los brotes con producción en 2006 y 2007, (ver Cuadro 7.1.A).



**Figura 4.3 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre la longitud de las hojas en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

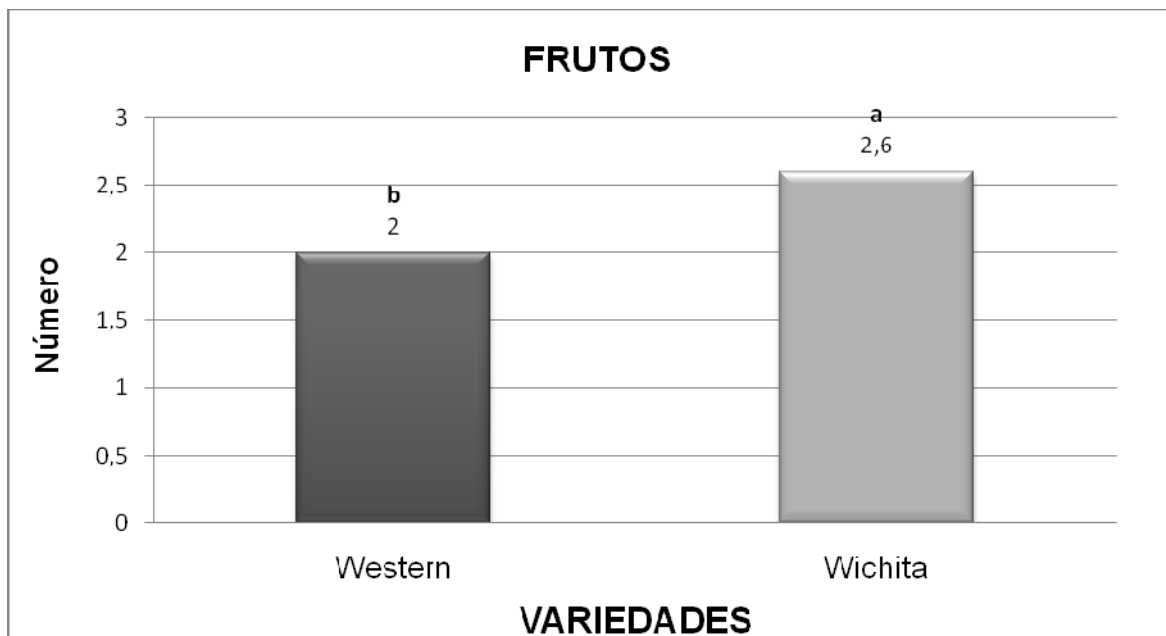
En la Figura 4.3 se observa que para la longitud de las hojas, las diferentes longitudes de brotes no mostraron diferencia significativa, esto nos indica que para las dos variedades que se utilizaron Western y Wichita, estadísticamente no hay diferencia en las longitudes de las hojas, (ver Cuadro 7.2.A).



**Figura 4.4 Efecto de los diferentes tipos de brotes sobre la longitud de las hojas en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

En la Figura 4.4 se observa que para la longitud de las hojas, los diferentes tipos de brotes no mostraron diferencia significativa, esto nos indica que para las dos variedades que se utilizaron Western y Wichita, estadísticamente no hay diferencia en las longitudes de las hojas, (ver Cuadro 7.2.A).

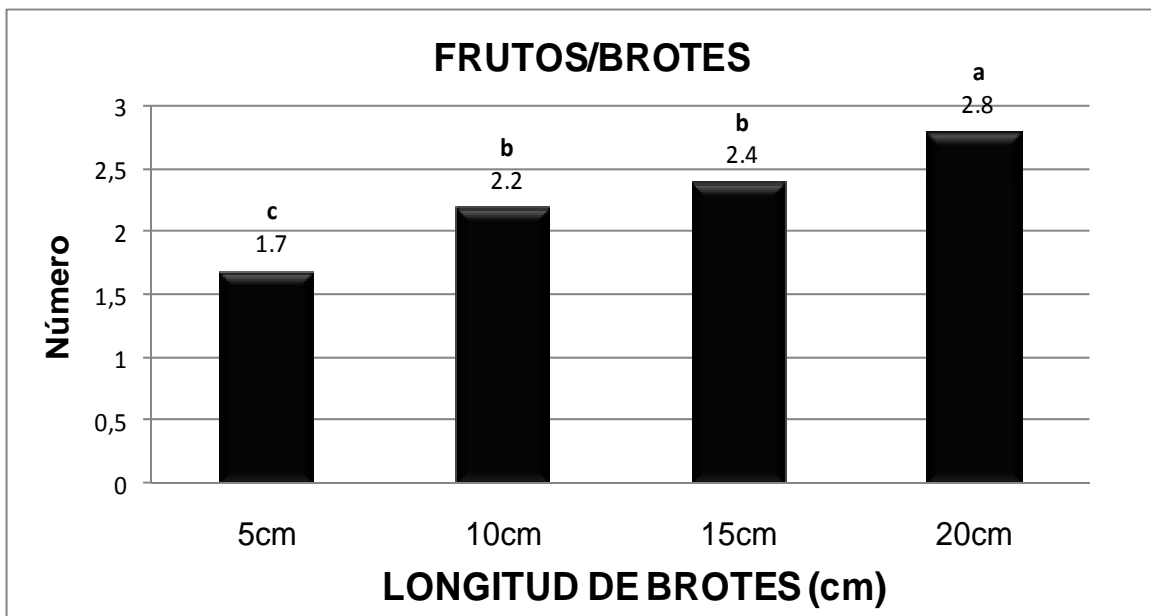
Los diferentes tipos de brotes, desarrollan longitudes de las hojas iguales en las variedades Western y Wichita.



**Figura 4.5 Efecto de las variedades sobre el número de frutos, en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL.2008.**

En la figura 4.5 se observa que para el número de frutos, las variedades evaluadas, mostraron que estadísticamente existe diferencia significativa entre ambas, (ver Cuadro 7.3.A).

En los resultados encontramos que la variedad Wichita, produce mayor número de frutos, esto se debe a que esta variedad produce mayor número de hojas, que son las encargadas de la producción de reservas para el ciclo siguiente.

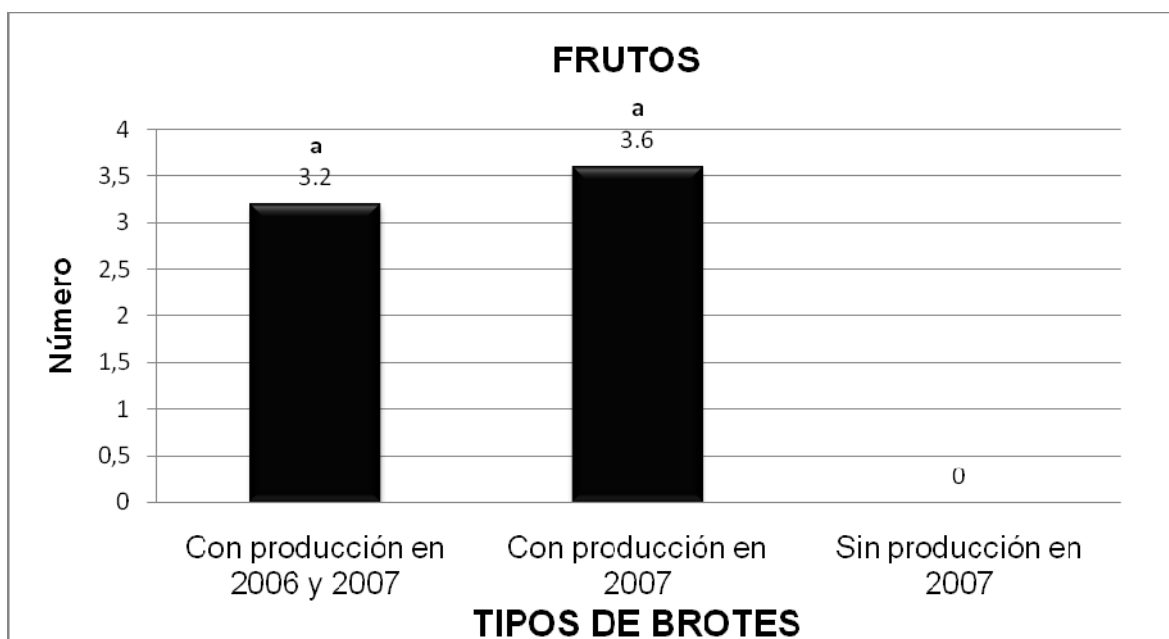


**Figura 4.6 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre el número de frutos por brote, en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

En la Figura 4.6 se observa que para el número de frutos, las diferentes longitudes de brotes, mostraron que estadísticamente existe diferencia significativa entre las diferentes longitudes de brotes, (ver Cuadro 7.3.A).

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

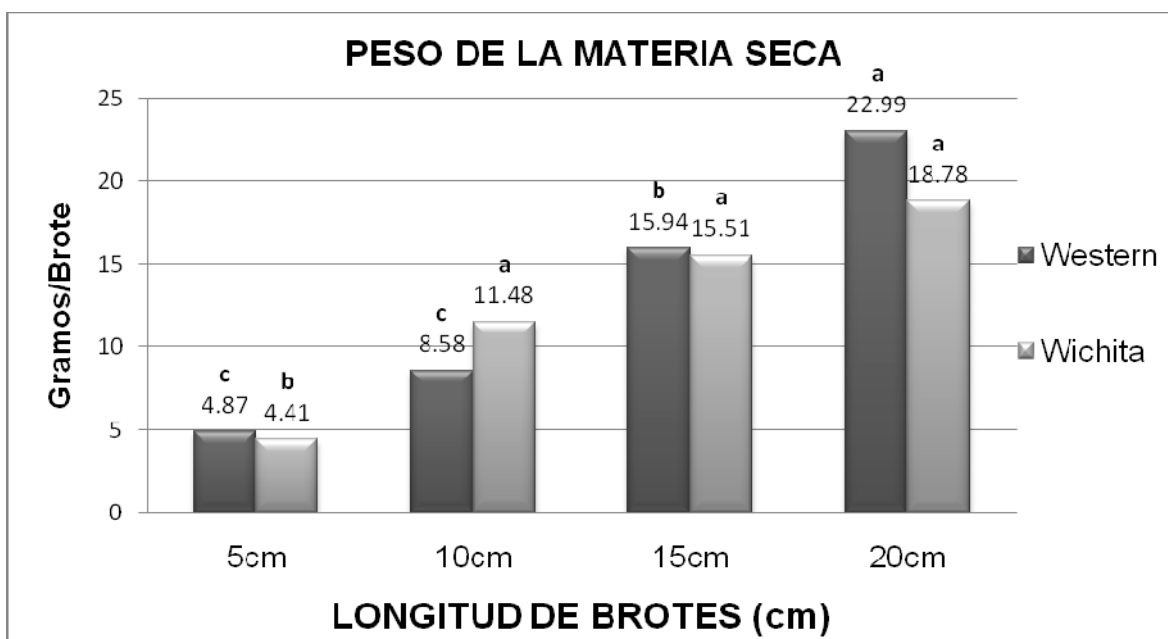
Estos resultados están relacionados con los que se describen en la Figura 4.1, donde nos muestra que para la variable número de hojas, los mejores brotes son los de 15 y 20cm. Entonces si tenemos mayor número de hoja mayor será el número de frutos. Según los resultados obtenidos se necesitan 4 hojas para producir 1 fruto.



**Figura 4.7 Efecto de los diferentes tipos de brotes sobre el número de frutos, en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

En la Figura 4.7 se observa que para el número de frutos, los diferentes tipos de brotes no mostraron diferencia significativa, siendo igual el número de frutos para los brotes con producción en 2006 y 2007 y brotes con producción en 2007, (ver Cuadro 7.3.A).

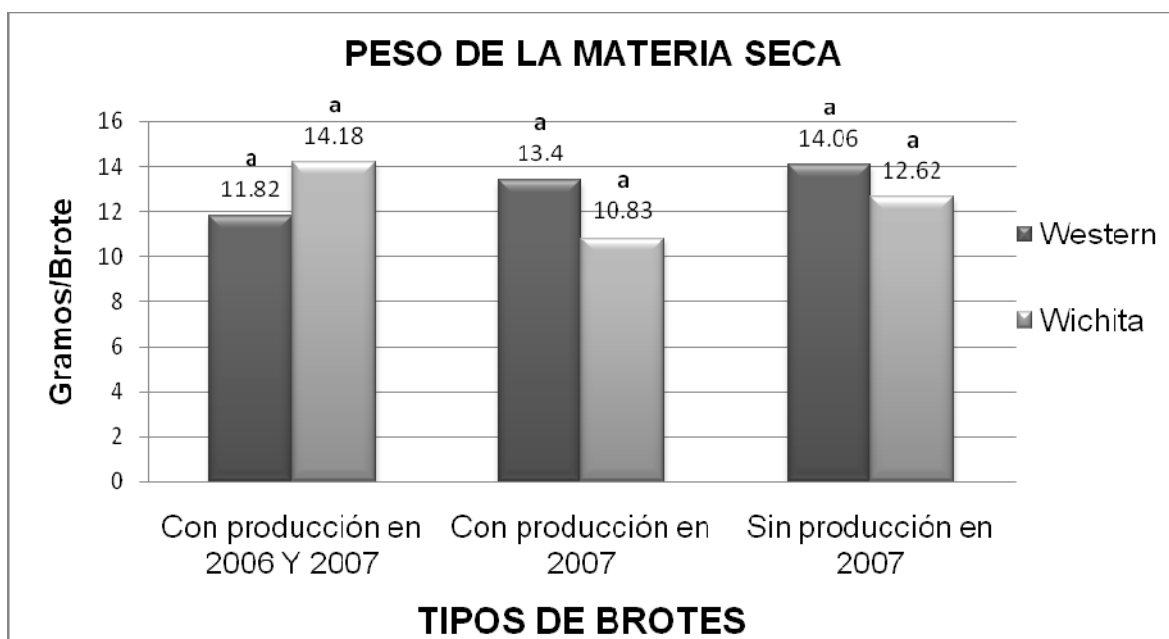
Estos resultados nos indican que los brotes que producen en años consecutivos y los brotes que producen solo en un año, no se ven afectados con respecto al número de frutos que producen.



**Figura 4.8 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre el peso de la materia seca en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

En la Figura 4.8 se observa que para el peso de la materia seca, las diferentes longitudes de los brotes si mostraron diferencia significativa entre los brotes y las variedades utilizadas. Los resultados indican que los brotes de 20cm son los mejores para la variedad Western. Pero también se observa que para la variedad Wichita los mejores brotes son los de 15 y 20cm, (ver Cuadro 7.4.A).

La figura también nos muestra que entre las dos variedades utilizadas Western y Wichita, encontramos que la mejor es la variedad Wichita, siendo la que produce mayor materia seca. Entonces necesitamos brotes mayores de 15cm para tener una buena producción de materia seca, las cuales producen las reservas de carbohidratos y nitrógeno, que la planta necesita para la producción del ciclo siguiente.



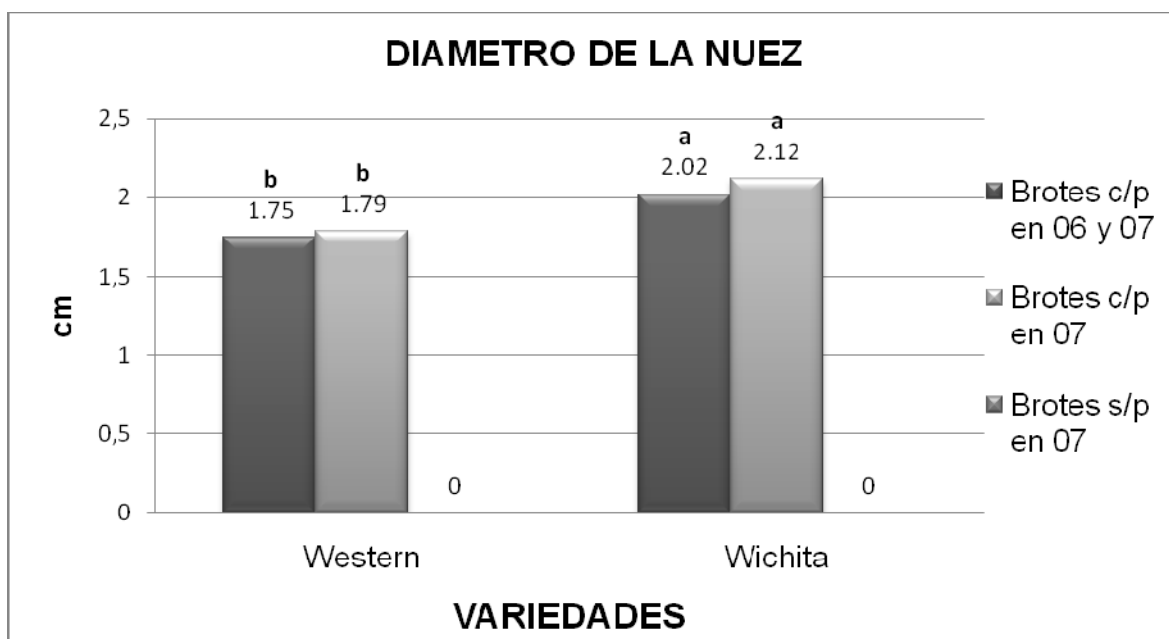
**Figura 4.9 Efecto de los diferentes tipos de brotes sobre el peso de la materia seca en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

En la Figura 4.9 se observa que para el peso de la materia seca, las diferentes longitudes de los brotes no mostraron diferencia significativa, al igual que para las dos variedades utilizadas Western y Wichita la producción de materia seca estadísticamente es igual, (ver Cuadro 7.4.A).

Lo anterior está relacionado con la longitud de las hojas, ya que en la (figura 4.4) nos indica que en los diferentes tipos de brotes, las longitudes de las hojas son estadísticamente iguales.

Si el número y tamaño de las hojas son iguales, la producción de materia seca no varía.



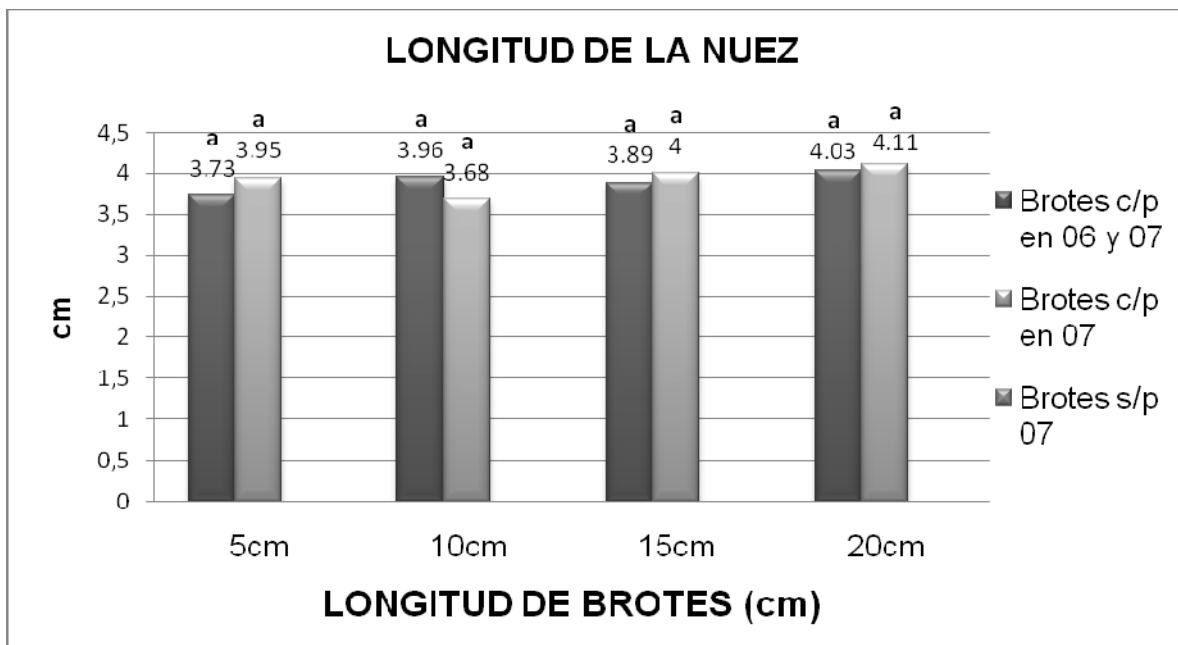


**Figura 4.10 Efecto de las variedades Western y Wichita sobre el diámetro de la nuez en los diferentes tipos de brotes en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

En la Figura 4.10 se observa el resultado del efecto que tuvieron las dos variedades sobre el diámetro de la nuez, mostraron que estadísticamente existe diferencia significativa, al igual para los diferentes tipos de brotes, (ver Cuadro 7.5.A).

Los resultados nos indican que para la variedad Wichita, se observa un mayor diámetro de la nuez, esto se debe a las características propias de la variedad.

También podemos observar en los resultados, que los brotes con producción en 2006 y 2007, y los brotes con producción solo en 2007, tienden las nueces a tener un mayor diámetro, en la variedad Wichita.

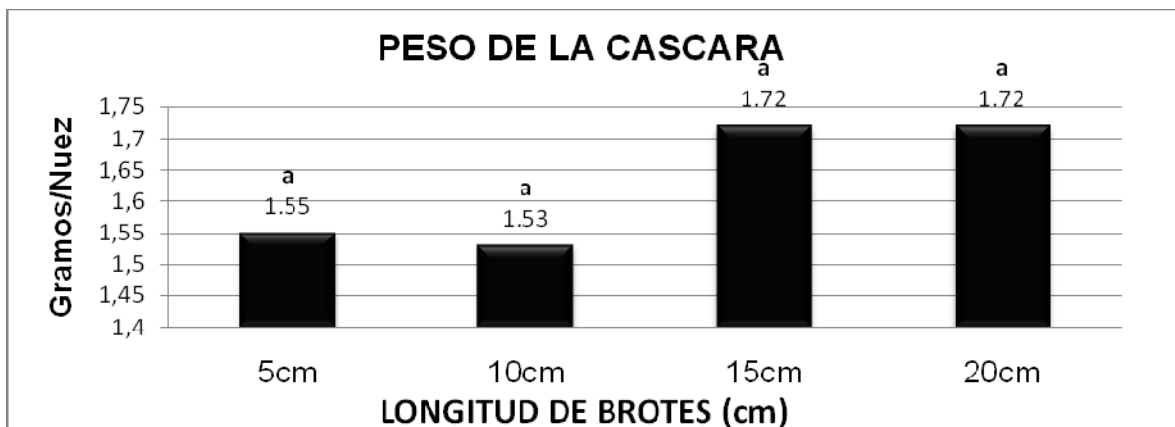


**Figura 4.11 Efecto de las diferentes longitudes de brotes sobre la longitud de la nuez en los diferentes tipos de brotes en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

En la Figura 4.11 se observa el resultado del efecto que tuvieron las diferentes longitudes de los brotes sobre la longitud de la nuez, mostraron que estadísticamente no existe diferencia significativa, al igual para los diferentes tipos de brotes, (ver Cuadro 7.6.A).

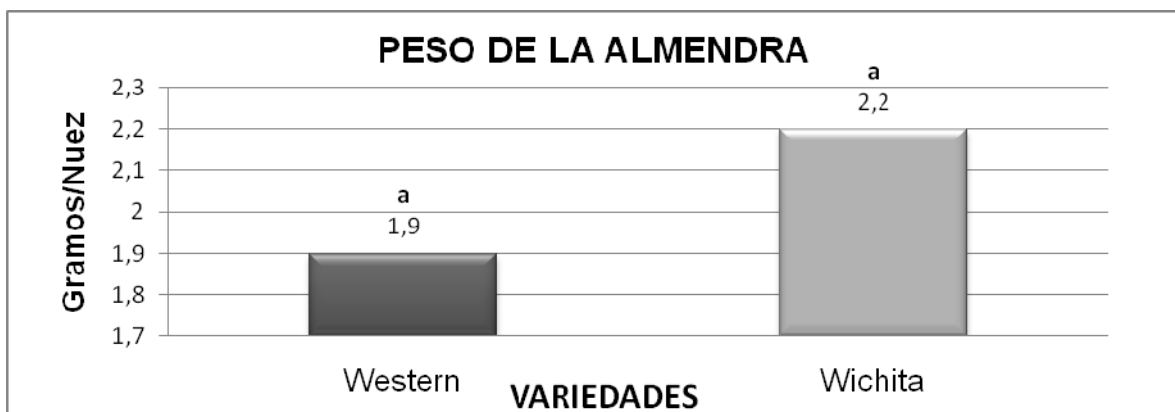
Los resultados nos indican que la longitud de la nuez, estadísticamente hablando es la misma en relación al tipo de brotes y longitud de brotes.

La longitud del brote y el tipo de brote no afectan, a la longitud de la nuez



**Figura 4.12 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre el peso de la cascara en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

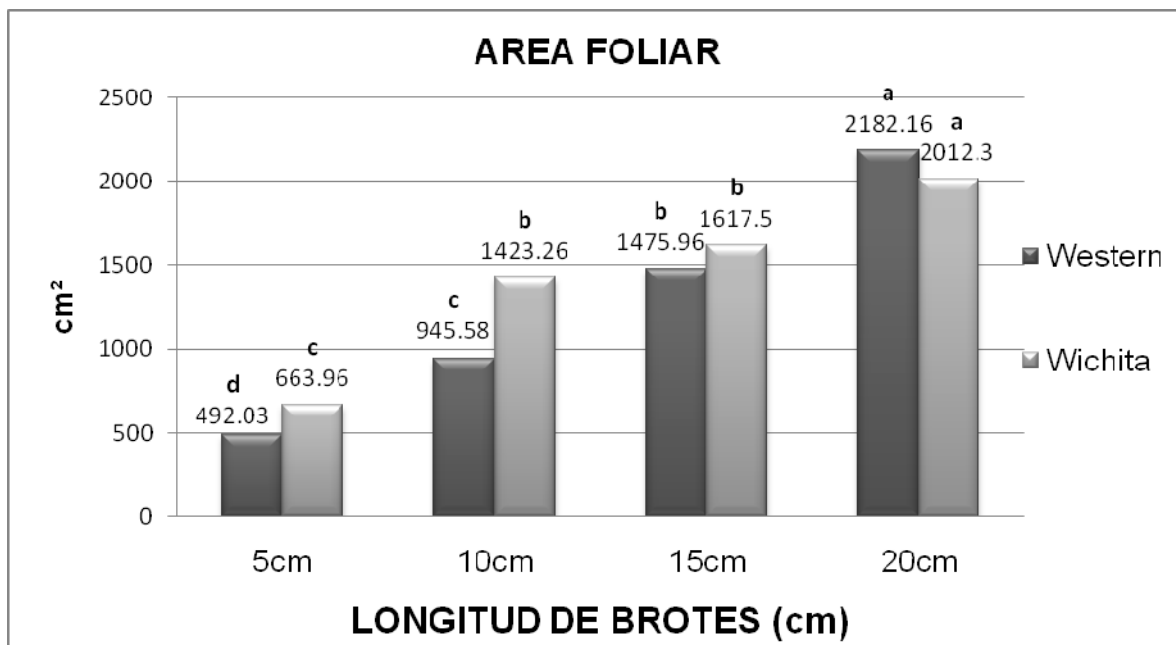
En la Figura 4.12 se observa que para el peso de la cascara, las diferentes longitudes de los brotes no mostraron diferencia significativa, esto nos indica que las longitudes de los brotes no afectan al peso de la cascara, (ver Cuadro 7.7.A).



**Figura 4.13 Efecto de las variedades sobre el peso de la almendra en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

En la Figura 4.13 se observa que para el peso de la almendra, las diferentes longitudes de los brotes no existe diferencia significativa. Los resultados indican que

las dos variedades son iguales en cuanto a la producción de almendra, (ver Cuadro 7.8.A).

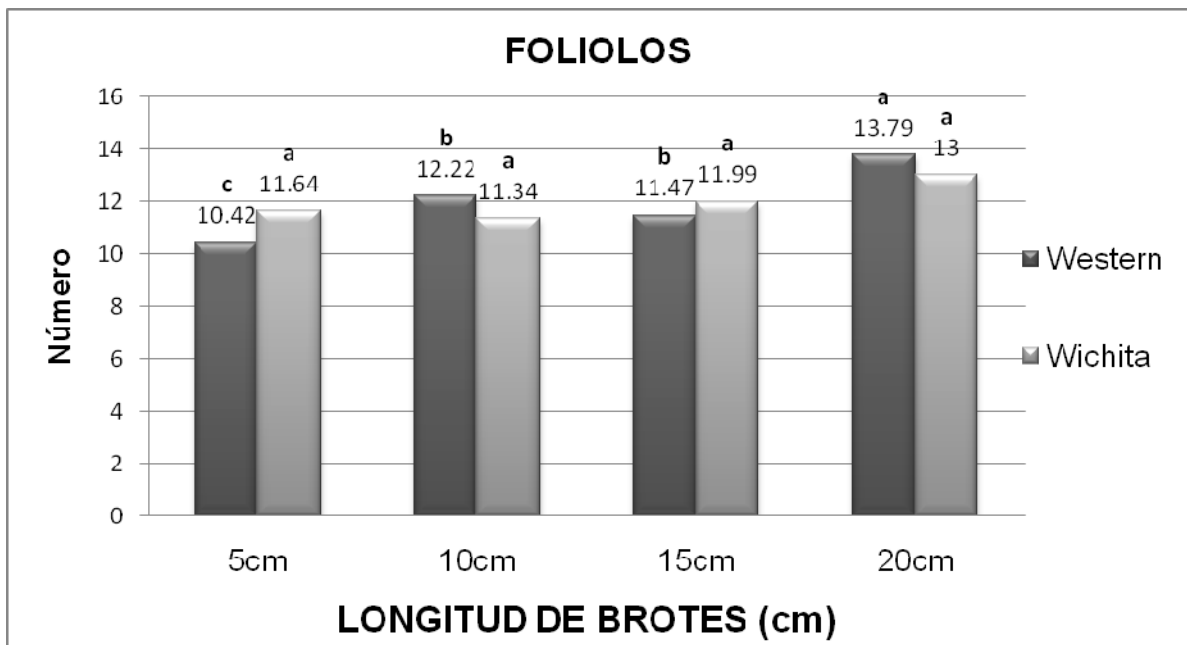


**Figura 4.14 Efecto de las diferentes longitudes de brotes sobre el área foliar en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

En la Figura 4.14 se observa que para el área foliar, las diferentes longitudes de los brotes si muestran diferencia significativa, siendo los brotes de 20cm los mejores en las dos variedades estudiadas Western y Wichita, pero podemos observar que la variedad Wichita es la que produce más cm<sup>2</sup> de área foliar, (ver Cuadro 7.9.A).

Los resultados indica que entre mayor sea la longitud de los brotes, mayor será el área foliar de las hojas.

Con estos resultados podemos indicar que para una buena producción de área foliar es necesario tener un mayor porcentaje de brotes de 20cm o mayores, esto con el fin de tener una mayor producción de materia seca, para proveer al árbol de reservas alimenticias para la producción del año siguiente.

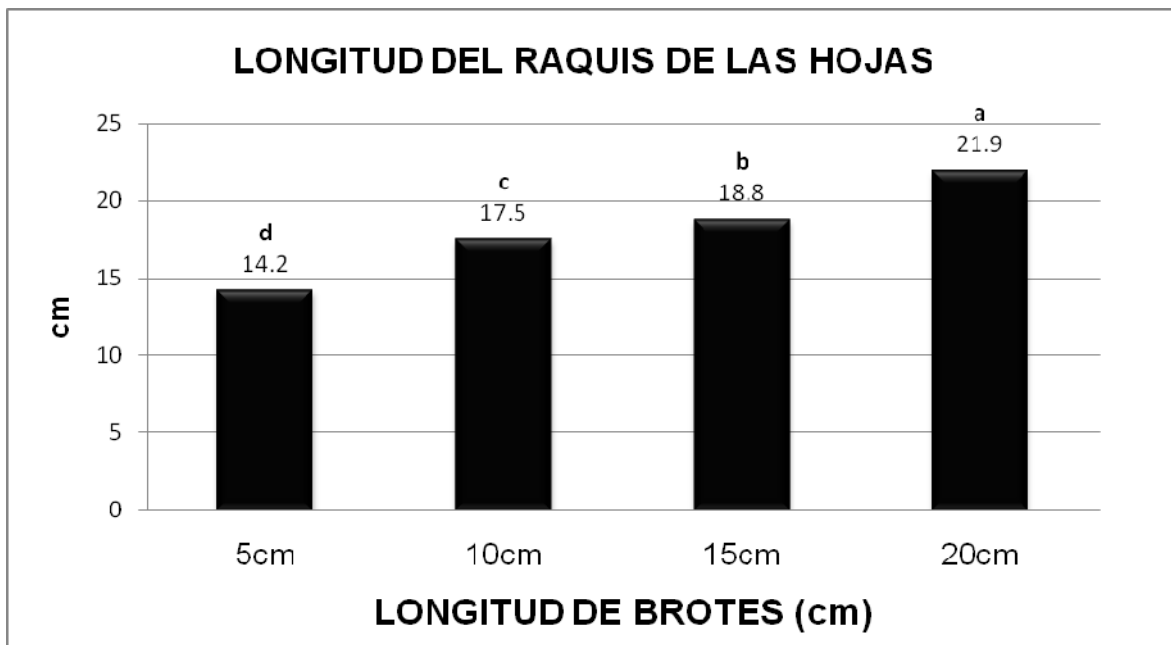


**Figura 4.15 Efecto de las diferentes longitudes de brotes sobre el numero de foliolos en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

En la Figura 4.15 se observa que para el número de foliolos, las diferentes longitudes de los brotes si mostraron diferencia significativa para la variedad Western, pero podemos observar que para la variedad Wichita no hay diferencia significativa con respecto al número de foliolos, (ver Cuadro 7.10.A).

Los resultados indican que para la variedad Western los brotes de 20cm son los que producen mayor número de foliolos. Estos resultados están relacionados con la producción de área foliar de las hojas, ya que entre mayor sea el numero de foliolos mayor será el área foliar.

También podemos observar en la Figura 4.15, que las diferentes longitudes de los brotes no afectan al número de foliolos que se producen en la variedad Wichita.

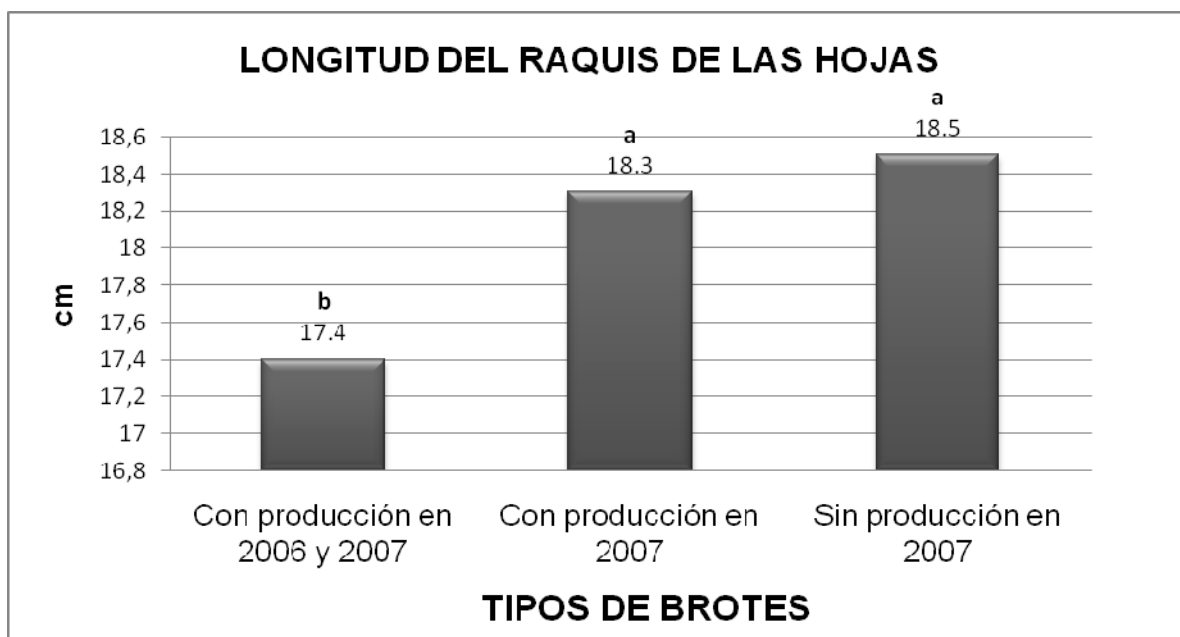


**Figura 4.16 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre la longitud del raquis de las hojas en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

En la Figura 4.16 se observa que para la longitud del raquis de las hojas, las diferentes longitudes de brotes, mostraron que estadísticamente hablando si existe diferencia significativa entre ambos brotes, (ver Cuadro 7.11.A).

Los resultados nos muestran que entre mayor sea la longitud de los brotes, mayor será la longitud del raquis de las hojas. Los mejores brotes son los que miden 20 y 15cm.

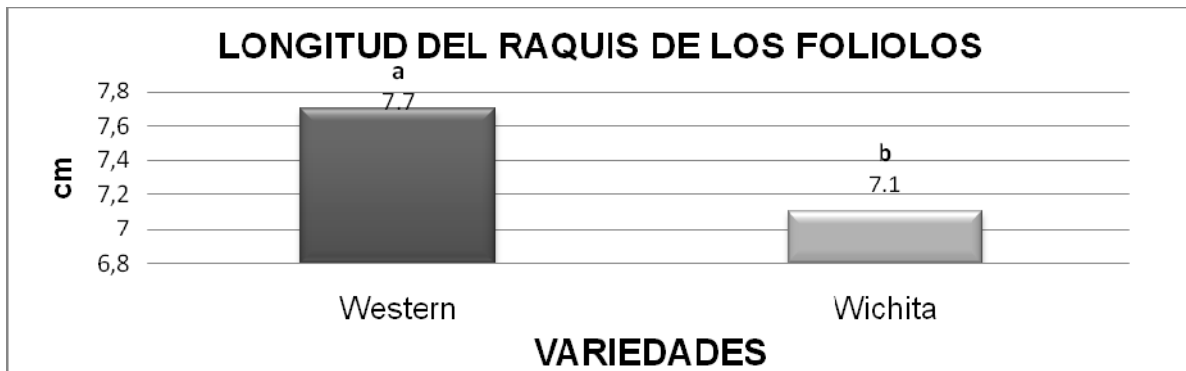
Estos resultados están relacionados con los resultados que se obtuvieron en las variables número de hojas, número de folíolos, número de frutos, área foliar y peso de la materia seca; ya que para todas estas variables los mejores brotes son los de 20 y 15cm, todas estas variables se reflejan en la producción de nuez.



**Figura 4.17 Efecto de los diferentes tipos de brotes sobre la longitud del raquis de las hojas en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

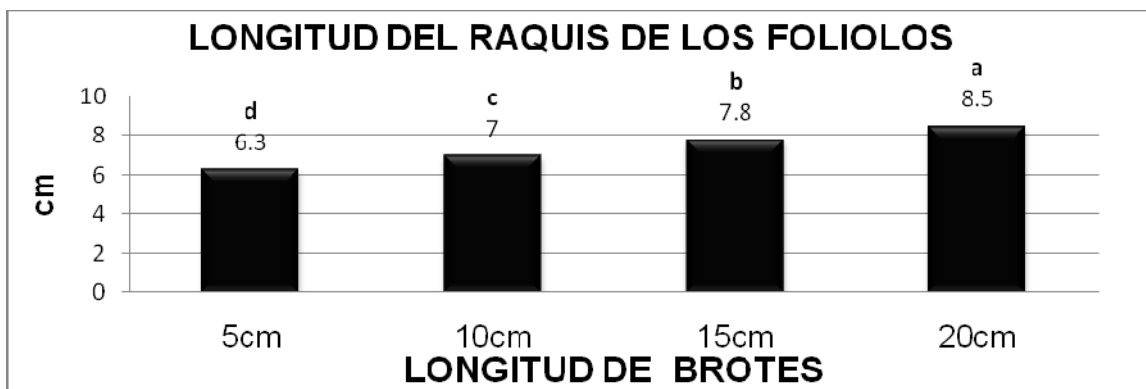
En la figura 4.17 se observa que para la longitud del raquis de las hojas, los diferentes tipos de brotes, mostraron que para los brotes con producción en 2007 y los brotes sin producción en 2007 no existe diferencia significativa, pero si comparados con los brotes con producción en 2006 y 2007, (ver Cuadro 7.11.A).

Estos resultados nos indican que los brotes que tienden a producir en dos años consecutivos, el raquis de las hojas son más pequeños ya que se debe a que las reservas de este brote son escasas, es aquí donde se ve reflejado el fenómeno de la alternancia.



**Figura 4.18 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre la longitud del raquis de los foliolos en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

En la Figura 4.18 se observa que para la longitud del raquis de los foliolos, las variedades estudiadas Western y Wichita, mostraron que estadísticamente hablando si existe diferencia significativa entre ambas. Los resultados nos muestran que la variedad Western tiende a ser mejor en producción de foliolos, (ver Cuadro 7.12.A).

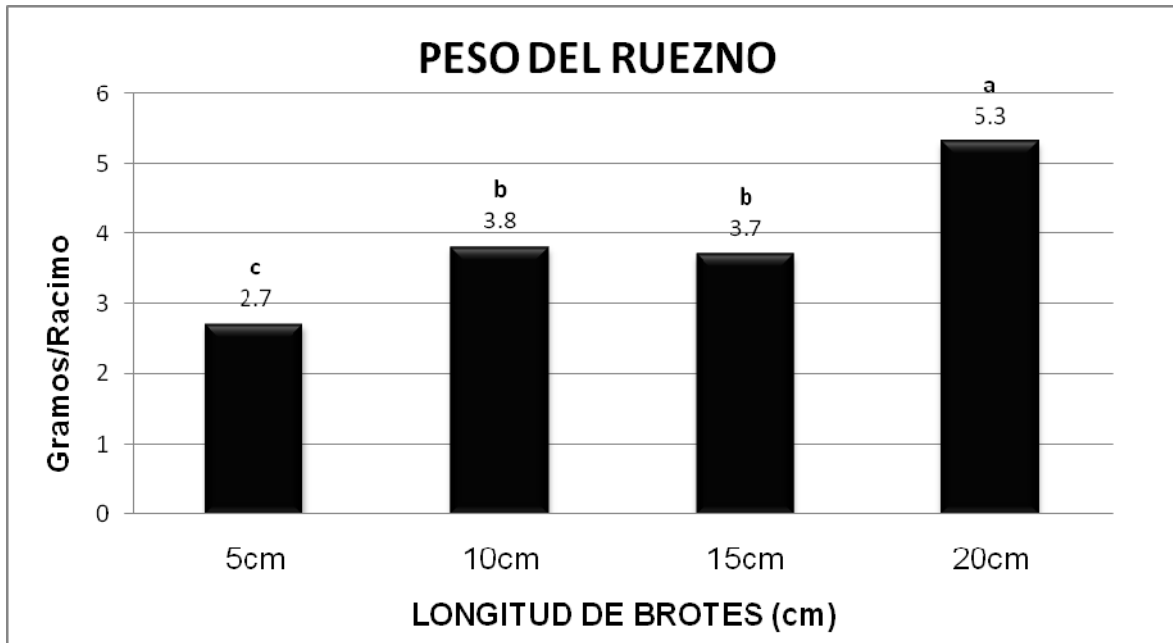


**Figura 4.19 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre la longitud del raquis de los foliolos en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2008.**

En la figura 4.19 se observa que para la longitud del raquis de los foliolos, las diferentes longitudes de brotes, mostraron que estadísticamente hablando si existe diferencia significativa entre ambos brotes. Los resultados nos muestran que entre mayor sea la longitud de los brotes, mayor será la longitud del raquis de los foliolos.



Los brotes que producen mayor número de foliolos son 20 y 15cm, (ver Cuadro 7.12.A).



**Figura 4.20 Efecto de las diferentes longitudes de los brotes sobre el peso del ruezno en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.**

En la figura 4.20 se observa que para el peso del ruezno, las diferentes longitudes de brotes, mostraron que si existe diferencia significativa entre las diferentes longitudes de los brotes, (ver Cuadro 7.13.A).

Los resultados nos muestran que entre mayor sea la longitud de los brotes, mayor será el peso del ruezno. Los mejores brotes son los que miden 20cm.

Estos resultados están relacionados con la variable número de frutos (figura 4.6), ya que en ella se muestra que el mayor número de frutos lo producen los brotes de 20cm. Esto indica que entre mayor sea el numero de frutos por brote, mayor será el peso del ruezno.

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

1.- De cada una de las longitudes de los brotes nos indica que las variedades son iguales en su repuesta, los brotes de 15 y 20cm son los mejores en producción de hoja.

2.- El área foliar y la producción de materia seca en los brotes fructíferos de nogal pecanero es igual para las dos variedades, esta producción aumenta en brotes de mayor longitud.

3.- Los brotes fructíferos con producción en 2 años consecutivos comparados con brotes que producen cada 2 años y con los brotes sin producción, producen menor cantidad de materia seca que los 2 últimos que se mencionan.

4.- La producción de frutos es diferente con 0.6 frutos, superior Wichita de Western.

Se recomienda seguir evaluando los factores de esta investigación, tres años consecutivos tomando datos cada año para obtener mayor información sobre el efecto que tienen los crecimientos fructíferos en relación a la producción de nueces, para definir la alternancia en el cultivo de nogal pecanero.

## VI. LITERATURA CITADA.

**Anónimo, 2003.** <http://www.inia.cl/platina/descarga/docs/documentos/D0015.pdf>. 5 de Septiembre del 2008.

**Anónimo, 2007.** [http://www.tecnoagro.com.mx/portal/html/cultivos\\_ext.php?a=263](http://www.tecnoagro.com.mx/portal/html/cultivos_ext.php?a=263). 10 de Septiembre del 2008.

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

**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

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

**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.

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

**Lagarda M.A. 2007.** Alternancia de producción en nogal pecanero. Memoria técnica 24. INIFAP. Seminario del Nogal Pecanero. Costa de Hermosillo, Sonora. Méx. Pp.5-8

- Madero E., Frusso E. A. y Casaubon E. 2007.** Manejo del Cultivo. Capitulo XII. Producción de pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina. Pp.1-10
- Márquez C. J. A., Núñez M.J.H y Martínez D. G. 2004.** Estudios de Luminosidad en Nogal Pecanero. Memoria Técnica num.2. Seminario de Nogal Pecanero. INIFAP. Hermosillo, Sonora. Pp.20
- Martínez O.A., Villegas V. Ma. A. 2001.** Efecto de la longitud y tipo de brote en rendimiento de nogal pecanero. Revista Chapingo serie Zonas Áridas. Vol. II núm. 2. URUZA, Bermejillo, Durango. Méx. Pp.74-76
- Medina M. Ma. Del Consuelo y Pedro Cano Ríos. 2002.** Tecnología de producción de nogal. INIFAP. Matamoros, Coah. Méx. Pp.1
- Medina M. Ma. Del Consuelo., Arreola A.J. 2006.** Prácticas para reducir la alternancia en la producción de nuez del nogal pecanero. Memoria Técnica. "2º. Día Demostrativo: Tecnología para la Producción de Nogal, Nazas, 2006". INIFAP. Campo Experimental La Laguna, Matamoros, Coahuila.
- Nava C.U., Ramírez D.M. 2002.** Manejo integrado de plagas del nogal. Libro Técnico No.3. Tecnología de Producción en Nogal Pecanero. CELALA, CIRNOC, INIFAP. Matamoros, Coah. Pp.159-162.
- Nigel Waistenholme B. 1997.** Chaper 1. Introduction. Climate. 1:13-17. In: Texas pecan handbook: Texas agricultural extension service college station, Texas.
- Noble, S.R. 2000.** Las mejores variedades de nogal para el sitio de Scott Landgraf Horticultura. <http://www.noble.org/>.

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

**Orozco A., Romo A., y Gardea A. 2007.** Influencia de la estructura de la copa en el sombreado de la nogalera. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Cuauhtémoc. Cuauhtémoc, Chih.

**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.

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

**Santamaría, J.C., Medina Ma. Del Consuelo., Rivera M.G Y Faz R.C. 2002.** Algunos Factores De Suelo, Agua Y Planta Que Afectan La Producción Y Alternancia Del Nogal Pecanero. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol.25 numero 002. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo México. Pp.1, 120-125

**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.

**Smith, R. 2003.** Pecans nut as integral part of healthy diet. Pecanland, Inc. Pp8

## VII.-APENDICES DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ESTE EXPERIMENTO.

**Cuadro 7.1.A. Análisis de varianza para la variable número hojas.**

FV	GL	SC	CM	FC	P>F	Significancia
TRAT	23	315.866	13.733	11.77	<.0001	**
REP	4					
VARI	1	93.633	93.633	80.26	<.0001	**
LB	3	148.466	49.488	42.42	<.0001	**
VARI*LB	3	9.633	3.211	2.75	0.0468	*
AÑOS	2	19.316	9.658	8.28	0.0005	**
VARI*AÑOS	2	20.816	10.408	8.92	0.0003	**
LB*AÑOS	6	21.283	3.547	3.04	0.0091	**
VARI*LB*AÑOS	6	2.716	0.452	0.39	0.8850	NS
Error	96	112.000	1.166			
Total correcto	119	427.86				
C.V.	12.6					

\* =Significativo al 0.05 \*\*=Altamente significativo al 0.05 NS=no significativo.

**Cuadro 7.2.A. Análisis de varianza para la variable longitud de las hojas.**

FV	GL	SC	CM	FC	P>F	Significancia
TRAT	23	1544.707	67.161	4.80	<.0001	**
REP	4					
VARI	1	7.752	7.752	0.55	0.4583	NS
LB	3	895.774	298.591	21.35	<.0001	**
VARI*LB	3	179.987	59.992	4.29	0.0069	**
AÑOS	2	48.990	24.495	1.75	0.1790	NS
VARI*AÑOS	2	239.233	119.616	8.55	0.0004	**
LB*AÑOS	6	65.085	10.847	0.78	0.5909	NS
VARI*LB*AÑOS	6	107.893	17.982	1.29	0.2710	NS
Error	96	1342.376	13.983			
Total correcto	119	2887.08				
C.V.	13.5					

\* =Significativo al 0.05 \*\*=Altamente significativo al 0.05 NS=no significativo.

**Cuadro 7.3.A. Análisis de varianza para la variable número de frutos.**

FV	GL	SC	CM	FC	P>F	Significancia
TRAT	23	372.000	16.173	15.34	<.0001	**
REP	4					
VARI	1	10.800	10.800	10.25	0.0019	**
LB	3	19.866	6.622	6.28	0.0006	**
VARI*LB	3	0.666	0.222	0.21	0.8887	NS
AÑOS	2	319.850	159.925	151.71	<.0001	**
VARI*AÑOS	2	5.450	2.725	2.58	0.0806	NS
LB*AÑOS	6	10.483	1.747	1.66	0.1399	NS
VARI*LB*AÑOS	6	4.883	0.813	0.77	0.5937	NS
Error	96	101.200	1.054			
Total correcto	119	473.20				
C.V.	44.6					

\* =Significativo al 0.05 \*\*=Altamente significativo al 0.05 NS=no significativo.

**Cuadro 7.4.A. Análisis de varianza para la variable peso de la materia seca.**

FV	GL	SC	CM	FC	P>F	Significancia
TRAT	23	5136.815	223.339	18.61	<.0001	**
REP	4					
VARI	1	9.020	9.020	0.75	0.3882	NS
LB	3	4446.015	1482.005	123.46	<.0001	**
VARI*LB	3	189.710	63.236	5.27	0.0021	**
AÑOS	2	31.974	15.987	1.33	0.2688	NS
VARI*AÑOS	2	133.867	66.933	5.58	0.0051	**
LB*AÑOS	6	153.611	25.601	2.13	0.0564	NS
VARI*LB*AÑOS	6	172.616	28.769	2.40	0.0335	*
Error	96	1152.369	12.00			
Total correcto	119	6289.18				
C.V.	27.01					

\* =Significativo al 0.05 \*\*=Altamente significativo al 0.05 NS=no significativo.

**Cuadro 7.5.A. Análisis de varianza para la variable diámetro de la nuez.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
TRAT	23	100.844	4.384	222.94	<.0001	**
REP	4					
VARI	1	1.200	1.200	61.02	<.0001	**
LB	3	0.088	0.029	1.50	0.2188	NS
VARI*LB	3	0.152	0.050	2.59	0.0575	NS
AÑOS	2	98.402	49.201	2501.75	<.0001	**
VARI*AÑOS	2	0.618	0.309	15.71	<.0001	**
LB*AÑOS	6	0.137	0.022	1.16	0.3321	NS
VARI*LB*AÑOS	6	0.245	0.040	2.08	0.0627	NS
Error	96	1.888	0.019			
Total correcto	119	102.73				
C.V.	10.95					

\* =Significativo al 0.05 \*\*=Altamente significativo al 0.05 NS=no significativo.

**Cuadro 7.6.A. Análisis de varianza para la variable longitud de la nuez.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
TRAT	23	412.269	17.924	262.47	<.0001	**
REP	4					
VARI	1	0.002	0.002	0.03	0.8617	NS
LB	3	0.534	0.178	2.61	0.0558	NS
VARI*LB	3	0.023	0.007	0.12	0.9511	NS
AÑOS	2	410.060	205.030	3002.27	<.0001	**
VARI*AÑOS	2	0.092	0.046	0.67	0.5117	NS
LB*AÑOS	6	0.989	0.164	2.42	0.0323	*
VARI*LB*AÑOS	6	0.567	0.094	1.38	0.2288	NS
Error	96	6.556	0.068			
Total correcto	119	418.82				
C.V.	9.9					

\* =Significativo al 0.05 \*\*=Altamente significativo al 0.05 NS=no significativo.



**Cuadro 7.7.A. Análisis de varianza para la variable peso de la cascara.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
TRAT	23	166.825	7.253	31.95	<.0001	**
REP	4					
VARI	1	0.000	0.000	0.00	0.9619	NS
LB	3	1.002	0.334	1.47	0.2269	NS
VARI*LB	3	1.194	0.398	1.75	0.1611	NS
AÑOS	2	160.553	80.276	353.64	<.0001	**
VARI*AÑOS	2	0.360	0.180	0.79	0.4547	NS
LB*AÑOS	6	2.036	0.339	1.50	0.1879	NS
VARI*LB*AÑOS	6	1.676	0.279	1.23	0.2975	NS
Error	96	21.792	0.227			
Total correcto	119	188.61				
C.V.	29.1					

\* =Significativo al 0.05 \*\*=Altamente significativo al 0.05 NS=no significativo.

**Cuadro 7.8.A. Análisis de varianza para la variable peso de la almendra.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
TRAT	23	280.167	12.181	18.32	<.0001	**
REP	4					
VARI	1	2.655	2.655	3.99	0.0485	*
LB	3	0.956	0.318	0.48	0.6971	NS
VARI*LB	3	2.929	0.976	1.47	0.2279	NS
AÑOS	2	258.136	129.068	194.16	<.0001	**
VARI*AÑOS	2	1.333	0.666	1.00	0.3705	NS
LB*AÑOS	6	6.216	1.036	1.56	0.1677	NS
VARI*LB*AÑOS	6	7.940	1.323	1.99	0.0744	NS
Error	96	63.815	0.664			
Total correcto	119	343.98				
C.V.	39.5					

\* =Significativo al 0.05 \*\*=Altamente significativo al 0.05 NS=no significativo.

**Cuadro 7.9.A. Análisis de varianza para la variable área foliar.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt;F</b>	<b>Signifi- cancia</b>
TRAT	23	408740.16	1777132.40	19.70	<.0001	**
REP	4					
VARI	1	723736.84	723737.84	8.02	0.0056	**
LB	3	36613515.78	12204505.26	135.3	<.0001	**
VARI*LB	3	1575979.21	525326.40	5.82	0.0011	**
AÑOS	2	2498.43	1249.21	0.01	0.9862	NS
VARI*AÑOS	2	327711.33	163855.66	1.82	0.1681	NS
LB*AÑOS	6	776714.47	129452.41	1.44	0.2092	NS
VARI*LB*AÑOS	6	853889.10	142314.85	1.58	0.1619	NS
Error	96	8659044.25	90198.38			
Total correcto	119	49533089.41				
C.V.	22.2					

\* =Significativo al 0.05 \*\*=Altamente significativo al 0.05 NS=no significativo.

**Cuadro 7.10.A. Análisis de varianza para la variable número de folíolos.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
TRAT	23	177.031	7.697	5.05	<.0001	**
REP	4					
VARI	1	0.013	0.013	0.01	0.9266	NS
LB	3	90.422	30.140	19.76	<.0001	**
VARI*LB	3	23.775	7.925	5.20	0.0023	**
AÑOS	2	20.263	10.131	6.64	0.0020	**
VARI*AÑOS	2	5.075	2.537	1.66	0.1948	NS
LB*AÑOS	6	19.961	3.326	2.18	0.0513	NS
VARI*LB*AÑOS	6	17.518	2.919	1.91	0.0862	NS
Error	96	146.418	1.525			
Total correcto	119	323.44				
C.V.	10.3					

\* =Significativo al 0.05 \*\*=Altamente significativo al 0.05 NS=no significativo.

**Cuadro 7.11.A. Análisis de varianza para la variable longitud del raquis de las hojas.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
TRAT	23	1042.648	45.332	10.95	<.0001	**
REP	4					
VARI	1	3.310	3.310	0.80	0.3736	NS
LB	3	912.975	304.325	73.48	<.0001	**
VARI*LB	3	28.088	9.362	2.26	0.0863	NS
AÑOS	2	29.934	14.967	3.61	0.0307	*
VARI*AÑOS	2	11.334	5.667	1.37	0.2594	NS
LB*AÑOS	6	30.100	5.016	1.21	0.3072	NS
VARI*LB*AÑOS	6	26.904	484	1.08	0.3784	NS
Error	96	397.612	4.141			
Total correcto	119	1440.26				
C.V.	11.2					

\* =Significativo al 0.05 \*\*=Altamente significativo al 0.05 NS=no significativo.

**Cuadro 7.12.A. Análisis de varianza para la variable longitud del raquis de los folíolos.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
TRAT	23	105.770	4.598	6.74	<.0001	**
REP	4					
VARI	1	14.262	14.262	20.92	<.0001	**
LB	3	78.360	26.120	38.31	<.0001	**
VARI*LB	3	3.293	1.097	1.61	0.1921	NS
AÑOS	2	0.609	0.304	0.45	0.6407	NS
VARI*AÑOS	2	0.621	0.310	0.46	0.6352	NS
LB*AÑOS	6	1.767	0.294	0.43	0.8559	NS
VARI*LB*AÑOS	6	6.855	1.142	1.68	0.1352	NS
Error	96	65.456	0.681			
Total correcto	119	171.22				
C.V.	11.0					

\* =Significativo al 0.05 \*\*=Altamente significativo al 0.05 NS=no significativo.

**Cuadro 7.13.A. Análisis de varianza para la variable peso del ruezno.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt;F</b>	<b>Significancia</b>
TRAT	23	1161.841	50.514	11.46	<.0001	**
REP	4					
VARI	1	2.385	2.385	0.54	0.4638	NS
LB	3	98.945	32.981	7.48	0.0002	**
VARI*LB	3	23.942	7.980	1.81	0.1505	NS
AÑOS	2	922.040	461.020	104.57	<.0001	**
VARI*AÑOS	2	11.708	5.854	1.33	0.2699	NS
LB*AÑOS	6	73.456	12.242	2.78	0.0156	*
VARI*LB*AÑOS	6	29.362	4.893	1.11	0.3624	NS
Error	96	418.824	4.408			
Total correcto	119	1580.66				
C.V.	53.8					

\* =Significativo al 0.05 \*\*=Altamente significativo al 0.05 NS=no significativo.