

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO.**



**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA NUEZ PECANERA AL INICIO
DE FRUCTIFICACIÓN EN ALTAS DENSIDADES (*Carya illinoensis* Koch) EN LA
VARIEDAD WESTERN SCHLEY.**

POR

ORIEL RODRÍGUEZ BORRALLAS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón Coahuila, México

Diciembre de 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA NUEZ PECANERA AL INICIO
DE FRUCTIFICACIÓN EN ALTAS DENSIDADES (*Carya illinoensis* Koch) EN
LA VARIEDAD WESTERN SCHLEY.

TESIS DE:

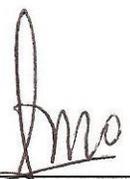
ORIEL RODRÍGUEZ BORRALLAS

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

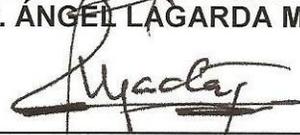
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL


DR. ÁNGEL LAGARDA MURRIETA

ASESOR

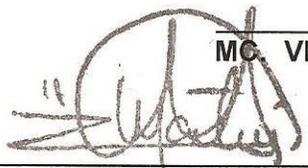

DR. EDUARDO MADERO TAMARGO

ASESOR


DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

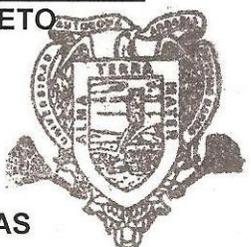
ASESOR


MC. VICTOR MARTÍNEZ CUETO


MC. VICTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA. MÉXICO


Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas
DICIEMBRE 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA NUEZ PECANERA AL INICIO
DE FRUCTIFICACIÓN EN ALTAS DENSIDADES (*Carya illinoensis* Koch) EN
LA VARIEDAD WESTERN SCHLEY.

TESIS DE:

ORIEL RODRÍGUEZ BORRALLAS

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

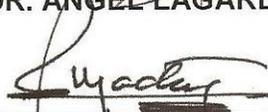
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

PRESIDENTE


DR. ÁNGEL LAGARDA MURRIETA

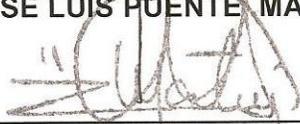
PRIMER VOCAL


DR. EDUARDO MADERO TAMARGO

SEGUNDO VOCAL

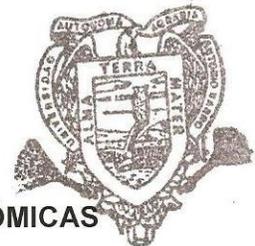

DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRIQUEZ

VOCAL SUPLENTE


MC. VICTOR MARTÍNEZ CUETO


MC VICTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA. MÉXICO

DICIEMBRE 2008

AGRADECIMIENTOS

A Dios por el hecho de prestarme la vida, y nunca abandonarme en los tiempos más difíciles que he pasado en la trayectoria de mi vida.

A mis padres por traerme al mundo, por todo el sacrificio que ellos han hecho para brindarme el estudio, por todo lo que me han dado sin esperar nada a cambio, por la confianza que me han tenido por esto y por muchas cosas más Gracias.

A mi “ALMA TERRA MATER” por permitirme crecer dentro de sus aulas, por la formación que me brindo como estudiante durante nueve semestres y poder ser un profesionalista, a todos mis profesores que me brindado sus conocimientos enseñados y aprendidos para todos ellos mis respetos y admiración.

Al Ph. Dr. Ángel Lagarda Murrieta le agradezco la confianza que me tubo para poder realizar esta investigación, por su dedicación, apoyo, por sus acertadas correcciones, por su amistad brindada y por toda su paciencia.

Al Ph. Dr. Eduardo Madero Tamargo por su noble colaboración, amistad y paciencia que tuvo para pudiera realizar este trabajo incondicionalmente.

Al Dr. Puentes Manríquez por su grandiosa amistad y su colaboración incondicional en este proyecto de investigación.

Al Ing. Víctor Martínez Cueto por su grandioso apoyo que me brindo, por su gran amistad y dedicación durante el desarrollo de este trabajo.

A mis hermanos Fani, Kareli y Uriber por formar parte de mi familia y por dejar que yo forme parte de ellos, por querer siempre lo mejor para mí, por darme la oportunidad de brindarle mi confianza en ellos, por creer en mí y tener fe que cambiara y pudiera realizar mi sueño.

A mi cuñado Adrian por su apoyo ya amistad y sobre todo por formar parte de mi familia.

A mis sobrinos Adrian de Jesús y Estefanía por darme momentos de alegría en mi vida e inspirarme a salir adelante.

A todos mis familiares mis abuelos Sergio, Epigmenio (†), Paula (†), Amanda (†), tíos, tías, primos y primas por su confianza, apoyo y sus sabios consejos que en su momento me dieron.

A mis compañeros del grupo de (AA) que me regalaron sus experiencias y me enseñaron a conducirme en la vida en especial a Cheche, Daniel, Ezequiel, Tello.

A mis compañeros de grupo por compartir con ellos nueve semestres de mi carrera, al pausas, chao, Miriam, el tachis, el cabe, Marco, el rusi, Benja, Ciro, Rolfi,

A mis cuates que estuvieron en las buenas y en las malas en especial a Argenis, Lileyni, Jonatán el buki, Jose el Abuelo, Julio el Toluca, Adán el pechos, Juan Pablo el foro, Jovani el chevo, Isidro, Gladys.

A todas las mujeres que he conocido y que han dejado huella en mi vida.

DEDICATORIAS

A mi Dios por a verme puesto en mi camino muchas cosas tantas buenas como malas y que en su momento fueron difíciles pero pude superarlas, que nunca me dejo solo y por ser tan benévolo con migo.

A mi abuela Paula (†) que en paz descansa por ser un ejemplo de fe y por poder compartir con ella una parte de mi niñez.

A mi padre el Sr. *Deriver Rodríguez* por ser un gran hombre que admiro y respeto es un ejemplo a seguir, por enseñarme a trabajar, por regalarme sus sabios consejos que me han servido de mucho, por el esfuerzo tan grande que ha hecho para que me supere y por querer lo mejor para mí.

A mi madre la señora *Graciela Borrassas* por toda la paciencia que tiene con migo, por la fe que tuvo para que me superara, por su gran cariño, por ser una gran mujer a la que admiro y respeto, por su tolerancia, paciencia y mucha dedicación que nos tiene a mis hermanos y a mí.

A mis hermanos, mi cuñado y todos mis sobrinos por ser parte de mi familia.

RESUMEN

El presente experimento tiene como objetivo conocer el comportamiento de fructificación, el crecimiento vegetativo en árboles de 5 años en el año 2007, en árboles plantado en altas densidades de la variedad Western Schley.

Se realizó esta investigación en el municipio de Parras que se localiza en la parte central del sur del estado de Coahuila.

El pecán (*Carya illinoensis*) pertenece a la familia de las Juglandáceas al Género *Carya* y a la Especie *illinoensis*. Es uno de los frutales caducifolios de mayor importancia en el norte de México y sur de los Estados Unidos. El nombre común es nuez pecan o pecan. El árbol alcanza una altura de 30 m y llega a una edad superior a los 100 años produciendo en ese momento más de 100 Kg. de nueces por planta, por lo que eleva los costos de producción ya que los árboles crecen demasiado y esto hace más difícil su manejo. En la actualidad las plantaciones de nogal pecanero se establecen en un margen de plantación de 10 x 10 mts en los que es muy difícil su manejo una alternativa de solución es establecer huertas de nogal a altas densidades 6 x 6 mts. Por lo que en este trabajo se estudio el comportamiento de fructificación que tiene un árbol de nogal establecidos en estas densidades.

Las variables que se evaluaron en este experimento fueron de tres vigores de planta (árboles altos, medianos y bajos) en donde las plantas chicas se tomaron como testigo ya que no fueron tratadas a diferencia de las plantas medianas y grandes, de los cuales se midieron el Área seccional del tronco, Longitud de brote, número de

racimos por planta, número de nueces por racimo, hojas por brote, de la variedad Western Schley.

En donde pudimos observar que el área seccional del tronco es de gran interés saber cómo se comporta, ya que tiene una gran relación conforme al comportamiento del árbol, tanto productivo como vegetativamente, por lo que las comparaciones se hicieron al área seccional del tronco con relación a la producción total que influye en gran consecuencia para todos los procesos fisiológicos, además que se puede acortar el periodo improductivo a 4 años, porque en huertas establecidas tradicionalmente de 10m. x 10m. comienzan hacer sus primero ensayos de producción aproximadamente de 9 a 10 años sin llegar a su máxima producción pero en este trabajo se puede ver que en huertas establecidas en alta densidad de 6 x 6 metros teniendo 276 árboles por hectárea , en primera adelantamos la producción por que en árboles de 5 años tenemos una producción en gramos de nuez de 121 no la deseada pero observamos que si se puede adelantar, que en árboles plantados tradicionalmente lo empiezan a producir a los 10 años a demás de que estos árboles tienen un porte bajo no muy alto en comparación con los de las huertas tradicionales, si seguimos controlando el tamaño del árbol tendremos arboles siempre jóvenes en donde los nutrientes de la planta se dedicara a utilizar sus nutrientes a la producción y no al crecimiento vegetativo además que los arboles no tendrán problemas con la competencia por la radiación solar y con esto contralamos la viviparidad.

Palabras clave: Comportamiento, altas densidades del pecán.

	ÍNDICE DE CONTENIDOS	PAGINA.
AGRADECIMIENTOS		i
DEDICATORIAS		iii
RESUMEN		iv
ÍNDICE DE CONTENIDO		vi
ÍNDICE DE CUADROS		viii
ÍNDICE DE FIGURAS		ix
ÍNDICE DE APÉNDICE		x
I INTRODUCCIÓN		1
1.1	Objetivos	6
1.2	Metas	6
1.3	Hipótesis	6
II REVISION DE LITERATURA		7
2.1	Antecedentes históricos del cultivo	7
2.1.1	Características nutricionales	9
2.2	Marco de plantación	11
2.2.1	Establecimiento de huertas de nogal en alta densidad	13
2.2.2	Altas densidades de plantación y su manejo en el cultivo de nogal pecanero	13
2.3	Frutos y área foliar	18
2.4	Producción	21
2.5	Descripción de variedades	24
2.5.1	Western Schley	24
2.5.1.1	Wichita	24
2.5.1.2	Choctaw	25
2.5.1.3	Cheyenne	25
2.6	Fitohormonas	26
2.6.1	Uso de reguladores de crecimiento	27
III MATERIALES Y MÉTODOS		30
3.1	Localización geográfica de Parras Coahuila	31
3.1.1	Características y localización de la entidad	31
3.1.2	Variedad evaluada	31
3.1.3	Diseño experimental	32
3.1.4	Análisis estadístico	32
3.1.5	Variantes evaluadas	32
3.1.6	Factores evaluados	33
3.1.6.1	Área seccional del tronco	33
3.1.6.2	Numero de racimos por árbol	33
3.1.6.3	Numero de nueces por racimo	33
3.1.6.4	Numero de hojas por brote fructífero	33

3.1.6.5	Numero de nueces por árbol	34
3.1.6.6	Numero de nueces por área seccional del tronco	34
3.1.6.7	Longitud de brotes fructíferos	34
3.1.6.8	Numero de hojas de brote fructífero por árbol	35
3.1.6.9	Material utilizado	35
3.4	Uso de reguladores de crecimiento	35
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN		36
4.1	Área seccional del tronco	36
4.2	Efecto del área seccional del tronco en relación con la longitud de brote fructífero	37
4.3	Número total de hojas en brotes fructíferos	38
4.4	Numero de racimos por planta	40
4.5	Nueces por árbol	41
4.6	Racimos por planta en relación a la longitud de brote fructífero	43
4.7	Nueces por racimo en relación con la longitud de brote fructífero	44
4.8	Producción de gramos de nuez por árbol	46
4.9	Hojas por racimo en relación a la longitud de brote fructífero	47
4.10	Hojas por nuez	48
V CONCLUSIONES		50
VI BIBLIOGRAFIA		51
VII APENDICE		55

INDICE DE CUADROS

	Paginas
Cuadro N°. 1. Relación edad del pecan/ altura del árbol	9
Cuadro N°.2. Relación de la producción de nuez potencial con la superficie de área seccional del tronco.	15
Cuadro N°.3. Integración de actividades para el control de árboles de nogal bajo diferentes densidades de plantación.	16
Cuadro N°.4. Tamaño Optimo del Árbol para Intercaptar 50% de Luz en el suelo Bajo las Condiciones de la Comarca Lagunera.	17
Cuadro N°.5. Fructificación en Brotes de Nogal de Diferentes Longitudes Bajo Condiciones de la Comarca Lagunera.	20
Cuadro N°.6. Tipo y vigor de brotes y Capacidad productiva al Año Siguiente	21

INDICE DE FIGURAS

	PAGINAS
Figura n°. 1. Crecimiento del área seccional del tronco en los tres vigores de plantas evaluadas grandes, medianas y chicas. UAAAN U-L 2008.	36
Figura n°.2. Área seccional del tronco en relación con la longitud del brote fructíferos en plantas medianas y grandes en arboles de nogal pecanero. UAAAN U-L 2008.	37
Figura n°.3. Cantidad de hojas en brotes fructíferos en relación con el área seccional. UAAAN U-L 2008.	38
Figura n°.4. Relación del área seccional del tronco con el número de racimos por planta en el cultivo del nogal pecanero de la variedad western Schley establecidos en alta densidad (276 árboles por hectárea) en su primera producción. UAAAN U-L 2008.	40
Figura n°.5. Tendencia de la producción de nueces por árbol en relación del área seccional del tronco del cultivo de nogal pecanero en su primera producción en arboles de 5 años de edad. UAAAN U-L 2008.	41
Figura n°.6. Relación del número de racimos con nueces totales del árbol con respecto a la longitud de brote fructífero en árboles con diferente vigor de la variedad western. UAAAN U-L 2008.	43

Figura n°.7.	Comportamiento de la longitud de brote en relación con la producción de nueces por racimo en el brote de plantas medianas y grandes UAAAN U-L 2008.	44
Figura n°.8.	Producción del árbol de nogal pecanero de la variedad western en gramos en relación al área seccional del tronco en plantas grandes y medianas. UAAAN U-L 2008.	46
Figura n°.9.	Relación con el número de hojas por racimo fructífero de la longitud de brote en plantas con vigores fuertes, medianos y bajos. UAAAN U-L 2008.	47
Figura n°.10.	Cantidad de hojas para producir una nuez en relación con el área seccional del tronco en plantas medianas y plantas grandes. UAAAN U-L 2008.	48

INDICE DE APÉNDICE

	Paginas.	
Apéndice 1	Análisis de varianza para la variable del área seccional del tronco en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008	55
Apéndice 2	Análisis de varianza para la variable de número de racimos por planta en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008	55
Apéndice 3	Análisis de varianza para la variable de nuez por racimo por planta en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008	56
Apéndice 4	Análisis de varianza para la variable hojas por racimo por planta en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008	56
Apéndice 5	Análisis para la variable longitud de brote fructífero por planta en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008	57
Apéndice 6	Análisis para la variable nueces por árbol en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008	57
Apéndice 7	Análisis para la variable nuez por área seccional del tronco por árbol en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008	58
Apéndice 8	Análisis para la variable de hojas fructíferas por árbol en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008.	58
Apéndice 9	Análisis de varianza de la variable hojas por nuez en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008	59

INTRODUCCIÓN

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

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

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

Las plantaciones ultra intensivas son las que tienen un mayor número de árboles por hectárea con una distancia de 6 m entre planta con una densidad de 276 árboles/ha, con el propósito de mantener el mayor número de árboles en una menor superficie en mayor tiempo posible sin que exista una competencia por la energía solar, que es muy necesaria para la fotosíntesis, proceso en el cual a partir del bióxido de carbono más agua más energía solar se procesan los carbohidratos necesarios para el desarrollo y la fructificación de los árboles; por

esta razón es prudente considerar una plantación de mas árboles por hectárea en “ marco real” con una distancia menor entre árboles (Mc Earchem G.R., 1997, Herrera E., 1993).

El concepto de establecer ultra-altas densidades de plantación a distancias de 6m entre árbol es con el fin de lograr una recuperación más rápida de la inversión y aprovechar al máximo el recurso agua luz por lo cual es importante que las nuevas plantaciones consideren el uso de riego presurizado, el cual ayuda a mejorar la precocidad en desarrollo y producción. Los árboles de nogal son de porte grande que pueden llegar a alcanzar hasta 20m de altura y 2 m de diámetro de tronco (100 años de edad) (Wood, B 2000b).

La estrategia de plantación con densidades de mayor distanciamiento entre árboles obedecía a que de esta manera los nogales se producen fácilmente y con poco trabajo. Sin embargo, la producción de nuez se va limitando (1500Kg. / ha con una densidad de 50 árboles/ ha.) y la calidad de la almendra también se reduce (55% a la baja) así como también se aumenta la probabilidad de incrementar el porcentaje de nuez germinada. (Brison1973, Lagarda 1978).

El tamaño de árbol ideal es aquél que tenga una superficie de área seccional de tronco de 200 – 250 cm² ast (área seccional del tronco del árbol) y que sea capaz de producir 10 – 12 Kg. /árbol. Estos árboles, según la densidad de plantación, serán capaces de generar 2 ha. de superficie foliar bien iluminada para cuando alcancen los 6m² de ast/ha. A los 7 años, con 276 árboles/ ha.; a los 9años con150 árboles / ha; y a los 11 años con 100 árboles por ha, con lo que podrán

producir para entonces alrededor de 2600 Kg/ha de nuez. (Brisson1973, Lagarda 1978).

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

Los estudios sobre el comportamiento de la producción de nuez con las diversas variedades donde se ha demostrado que el nogal pecanero tiene una capacidad productiva de 20 – 45 gr. /cm² de área seccional del tronco en árboles adultos, nos permiten desarrollar nuevos enfoques de producción y lograr mejores rendimientos (3000 Kg./ha.). Además, esto resulta en una menor alternancia y un menor riesgo de germinación de la nuez, con la utilización de nuevas técnicas de control de tamaño del árbol que nos permiten mantener el tamaño del árbol con una mejor distribución del follaje y también con una mejor relación de hojas por fruto; como ocurre en los tiempos de máxima producción de las huertas actuales (10 – 13 años) (Lagarda 2005a).

El control de tamaño de los árboles se realiza mediante la aplicación de podas intensivas, para mantener el tamaño correspondiente de los árboles a la densidad seleccionada y las podas pueden ser con despuntes o podas mecánicas o con la selección de ramas para podarlas, manteniendo como poda base la presentación

de un tronco líder, a partir del cual toda la estructura productiva se expone a la luz. (Wood 2000, Wood 1999, Reid 2006, Lagarda 2005b).

Además de la poda del árbol también se pueden usar fitorreguladores de crecimiento, los reguladores de crecimiento son sustancias que inhiben el crecimiento en las plantas, principalmente en el alargamiento, provocando no por regla general deformaciones y otros efectos fitotóxicos al usarlas a concentraciones adecuadas. Las primeras informaciones de estas sustancias provienen del año 1994. Los compuestos que investigaron fueron los derivados de la nicotina, actualmente ya no utilizados como retardadores. Poco después, gracias a la aplicación en los Estados Unidos. De pruebas masivas de compuestos químicos por sus propiedades de regular el crecimiento se descubrió que la habilidad de inhibir el crecimiento los muestran algunos derivados del amonio (Leszek S., 2003).

La aplicación de los inhibidores en las plantas provoca que el tamaño sea pequeño y sus copas por igual, por ejemplo en los árboles frutales, son más densas y compactas, el área foliar a veces también se disminuye. El crecimiento de las raíces por lo general no es inhibido aunque se reporta que en algunos casos la utilización de los reguladores de crecimiento estimula su crecimiento, por lo que la relación de la masa de las raíces con la parte aérea aumenta (Leszek S., 2003).

Paclobutrazol. El PBZ es una triazina cuyas respuestas son ampliamente reportadas por la disminución de la longitud de entre nudos y el tamaño de las

hojas. Este producto se diferencia porque es muy notoria su acción en las plantas especialmente en el caso de los árboles frutales (Lemus, 2002).

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

El paclobutrazol es un nuevo biorregulante prometedor para tratar en el futuro a los árboles con una proporción alta de frutos (Lemus, 2002).

1.1 Objetivos

Describir el comportamiento de fructificación y el vigor de los arboles jóvenes de nogal pecanero de la variedad Western Schley.

Evaluar la capacidad productiva en árboles establecidos en alta densidad en su primera producción.

1.2 Metas

Conocer el comportamiento de fructificación que tiene un árbol joven de Western Schley en relación con el vigor de los arbolitos en base al área seccional del tronco, número de brotes, longitud de brotes, número de hojas por brote, número de nueces por racimo.

1.3 Hipótesis

Si establecemos una huerta de nogal pecanero en alta densidad establecidas de 6 por 6 metros tendremos árboles pequeños produciéndonos de 10 a 11 kilogramos por planta para obtener una producción de 3 toneladas por hectárea, sin problemas de alternancia ya que tendremos arboles siempre jóvenes, a demás los árboles tendrán un mejor aprovechamiento de la luz solar y con esto podremos controlar la viviparidad ya que el sombreado entre árboles es uno de los factores principales que existe en las huertas tradicionales , y así poder obtener la producción a la que queremos llegar.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes históricos del cultivo

El pecán 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, su madera por las características que presenta puede ser utilizada en ebanistería y parquets, entre otros. (www.propecan.com.ar)

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

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

En México, las zonas productoras de nuez se localizan en los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango y Sonora. La superficie establecida con este cultivo es de aproximadamente 60 mil hectáreas, de las cuales 97% es regada con agua del subsuelo por el método superficial. Para las condiciones de clima de estas zonas productoras de nuez, un rendimiento promedio de 2 a 2.2 toneladas por hectárea es más cercano al límite superior que el árbol pueden

producir con una almendra aceptable; por arriba de ese valor, el porcentaje de almendra y el tamaño de la nuez invariablemente disminuyen, incrementando significativamente la presencia de nuez germinada y ruezno pegado (Godoy et al., 1999).

Características botánicas

Reino: vegetal

División: espermatofitas

Familia: Juglandáceas

Género: *Carya*

Especie: *illinoensis* (koch)

(www.propecan.com.ar)

El pecan (*Carya illinoensis*) pertenece a la familia de las Juglandáceas al Género *Carya* y a la Especie *illinoensis*. El nombre común es nuez pecan o pecan. El árbol alcanza una altura de 30 m y llega a una edad superior a los 100 años produciendo en ese momento más de 100 kg. de nueces por planta. La tabla 1 muestra la evolución de la altura de la planta con la edad. (Madero. E.,2008.)

CUADRO 1. Relación edad del pecán/altura del árbol

Edad (años)	Altura(m)
2	0,9
10	8-10
20	15-20

2.1.1 Características nutricionales

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

Es un producto natural de alta calidad y de delicioso sabor con altos contenidos de Calcio, Potasio, Fósforo, Hierro, Vitaminas A, B1(tiamina), B2 (riboflavina), B3 (niacina) y C (ácido ascórbico). (Madero. E.,2008.)

Composición Química (cada 100 gr):

Calcio (mg)	73
Fósforo (mg)	289
Hierro (mg)	2,4
Potasio (mg)	603
Magnesio (mg)	142
Sodio (mg)	Trazas
Tiamina B1 (mg)	0,86
Riboflavina B2 (mg)	0,13
Niacina B3 (mg)	0,90
Vitamina C (mg)	2,00
Vitamina A	130
Proteínas Totales	9,2%
Total de Carbohidratos	14,6%
Fibras	2,3%
Aceites	73,2%
Agua	3,4%
Calorías	687

Fuente: Handbook of the Nutritional Contents of Foods preparado por el U.S.Department of Agriculture, 1975

Es un excelente proveedor de fibras naturales y de aceites no saturados que el cuerpo humano requiere. (Madero.E.2008)

De acuerdo con lo expresado por los investigadores de la Universidad de North Carolina (EE.UU.), el Pecan contiene también Vitamina E, un poderoso antioxidante vitamínico que previene afecciones cardiacas, algunos tipos de cáncer, el mal de Parkinson y afecciones como cataratas. (Madero.E.2008)

Contiene generosas cantidades de ácidos grasos no saturados en una alta proporción (65 a 70%) y solo un muy bajo porcentaje de ácidos grasos saturados. (Madero.E.2008)

Aproximadamente el 73% de esos ácidos grasos son Monosaturados (Oleico) y un 17% son ácidos grasos Poliinsaturados (Linoleico). El oleico es el mismo que puede encontrarse en el aceite de oliva y que ha sido ampliamente reconocido por su efectividad para reducir afecciones cardíacas. Se ha demostrado que una dieta rica en ácidos grasos poliinsaturados reduce los niveles de colesterol LDL y HDL. (Madero.E.2008)

EE.UU. es el principal consumidor y allí se elaboran distintos productos en base a la nuez pecán que van desde la producción de helados hasta galletitas o distintas formas de golosinas. (Madero.E.2008)

2.2 Marcos de plantación

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

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

(Mc Earchem G.R., 1997, Herrera E., 1993).

Las plantaciones intensivas requieren una densidad de 100 a 140 árboles por hectárea a un marco que varía entre los 9 x 8 m a los 10 x 10 m. estos marcos permiten un buen desarrollo y producción de los árboles (Mc Earchem G.R., 1997, Herrera E., 1993).Las plantaciones muy intensivas, destinadas a la producción de frutos, requieren una fuerte densidad de árboles (150-200 árboles/ha), a un marco

de 7 x 7 o de 8 x 8 m. se pretende conseguir un máximo de producción en un tiempo muy corto (Mc Earchem G.R., 1997, Herrera E., 1993).

Las plantaciones ultra intensivas son las que tienen un mayor número de árboles por hectárea con una distancia de 6m entre planta con una densidad de 276 arboles/ha, con el propósito de mantener el mayor número de árboles en una menor superficie en mayor tiempo posible sin que exista una competencia por la energía solar, que es muy necesaria para la fotosíntesis, proceso en el cual a partir del bióxido de carbono más agua más energía solar se procesen los carbohidratos necesarios para el desarrollo y la fructificación de los árboles; por esta razón es prudente considerar una plantación de mas árboles por hectárea en “ marco real” con una distancia menor entre árboles (Mc Earchem G.R., 1997, Herrera E., 1993).

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

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

2.2.1 Establecimiento de huertas de nogal pecanero en alta densidad

El concepto de establecer ultra-altas densidades de plantación a distancias de 6m entre árbol es con el fin de lograr una recuperación más rápida de la inversión y aprovechar al máximo el recurso agua luz por lo cual es importante que las nuevas plantaciones consideren el uso de riego presurizado, el cual ayuda a mejorar la precocidad en desarrollo y producción. Los árboles de nogal son de porte grande que pueden llegar a alcanzar hasta 20m de altura y 2 m de diámetro de tronco (100 años de edad) (Wood, B 2000a).

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

2.2.2 Altas densidades de plantación y su manejo en el cultivo de nogal pecanero

En México las primeras plantaciones se iniciaron considerando densidades desde 50 hasta llegar a los 100 árboles por hectárea, como estrategia para una explotación más rápida de la huerta, pero con el propósito de eliminar árboles después de los 15 años de plantados, para evitar la caída de producción por falta de luz y así hasta que se llegaba a los 50 árboles por hectárea. (Brisson1973, Lagarda 1978)

La estrategia de plantación con densidades de mayor distanciamiento entre árboles obedecía a que de esta manera los nogales se producen fácilmente y con poco trabajo. Sin embargo, la producción de nuez se va limitando (1500 kg. /Ha con una densidad de 50 árboles/ ha.) y la calidad de la almendra también se reduce (55% a la baja) así como también se aumenta la probabilidad de incrementar el porcentaje de nuez germinada (12%). (Brison1973, Lagarda 1978)

Los estudios sobre el comportamiento de la producción de nuez con las diversas variedades donde se ha demostrado que el nogal pecanero tiene una capacidad productiva de 20 – 45 gr. /cm² en árboles adultos, nos permiten desarrollar nuevos enfoques de producción y lograr mejores rendimientos (3000 kg./ha.). Además, esto resulta en una menor alternancia y un menor riesgo de germinación de la nuez, con la utilización de nuevas técnicas de control de tamaño del árbol que nos permiten mantener el tamaño del árbol con una mejor distribución del follaje y también con una mejor relación de hojas por fruto; como ocurre en los tiempos de máxima producción de las huertas actuales (10 – 13 años) (Lagarda 2005a).

La producción máxima en las plantaciones de nogal pecanero se logra en los primeros años de producción de los nogales (10 - 15avo año) cuando la relación de hojas y fruto es alta (6-10 hojas por nuez). Sin embargo, se ha observado que la producción por hectárea en ésta región está por debajo de los potenciales productivos que puede tener el nogal, como lo podemos observar en el cuadro 2. (Lagarda 2005a).

Cuadro 2.- Relación de la producción de nuez potencial con la superficie de área seccional del tronco. (Lagarda 2005a).

M2 ast/ha	2	4	6	8	10	12	13
Kg.nuez/ha	500	1600	2600	3400	3950	4123	2692
Gr.nuez/cm2 ast*	25	26.2	43.3	42.8	39.5	34.35	20.7

La producción potencial de la nuez se logra al momento en que los árboles logran tener su máxima exposición de follaje a la luz y por ello logran su máxima eficiencia productiva de alrededor de 42 gr/cm² ast. Por lo tanto, el objetivo es buscar las prácticas de manejo que nos permitan mantener el tamaño de los árboles en esa condición, y lograr la exposición de las hojas a la luz y que además el árbol no gaste más que lo suficiente en crecimiento para así permitirle expresar su máxima eficiencia productiva. (Lagarda 2005a).

El tamaño de árbol ideal es aquel que tenga una superficie de área seccional de tronco de 200 – 250 cm² ast/árbol y que sea capaz de producir 10 – 12 kg. /árbol. Estos árboles, según la densidad de plantación, serán capaces de generar 2 ha. de superficie foliar bien iluminada para cuando alcancen los 6m² de ast/ha. A los 7 años, con 276 árboles/ ha.; a los 9 años con 150 árboles / ha; y a los 11 años con 100 árboles por ha., con lo que podrán producir para entonces alrededor de 2600Kg/Ha de nuez.(Lagarda M.A.1978)

La conservación del tamaño de los árboles en alta densidad dependerá principalmente del número de árboles que se planten, ya que la presión de competencia será mayor entre mas árboles se planten. Por lo tanto, se sugiere ir

de 100 – 276 árboles por hectárea, donde se logrará un adelanto de la producción de 4 años sobre los 100 árboles por hectárea. (Lagarda 2005a).

La utilización de técnicas de poda intensiva, control del crecimiento de brotes y la inducción de la producción temprana, es importante para mantener los árboles dentro del tamaño deseado, como se indica en el cuadro 3. (Lagarda 2005b)

Cuadro 3.-Integración de actividades para el control de árboles de nogal bajo diferentes densidades de plantación. (Wood 2000, Wood 1999, Reid 2006, Lagarda 2005).

Árboles/ha	Kg.de nuez/árbol, 6m ² ast	% altern.	%Germinación	Poda %/años	Control crecimiento	Años improd.
100	25	50	7	15/4	0	9
150	17	40	5	10/1	1/5	7
200	13	30	4	15/1	1/3	6
276	12	20	3	20/1	½	5

El control de tamaño de los árboles se realiza mediante la aplicación de podas intensivas, para mantener el tamaño correspondiente de los árboles a la densidad seleccionada y las podas pueden ser con despuntes o podas mecánicas o con la selección de ramas para podarlas, manteniendo como poda base la presentación de un tronco líder, a partir del cual toda la estructura productiva se expone a la luz. (Wood 2000a, Wood 1999, Reid 2006, Lagarda 2005a).

El desarrollo de la copa del árbol de nogal es un proceso dinámico que tiene marcada influencia sobre la distribución de la luz en el árbol, la cual de acuerdo a la edad y densidad de plantación define el tamaño óptimo del árbol. Para las nogaleras en etapa productiva de la Comarca se han estimado los tamaños

óptimos de copa con los cuales se puede interceptar el 50% de luz en el suelo (cuadro 4). (Sparks, 1974).

Cuadro 4. Tamaño Óptimo del Árbol para Interceptar 50% de Luz en el suelo Bajo las Condiciones de la Comarca Lagunera. CELALA 1995(Sparks, 1974).

Densidad de Arboles/Ha	Diámetro de Copa	Separación Entre Copas (m)
100	8.0	2.0
70	9.5	2.5
44	12.0	3.0

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

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

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

2.3 Frutos y área foliar

Moore (1965) empleó el análisis de componentes para cuantificar la interacción de los componentes de rendimiento en manzano (*Malus domestica* Bork), en los cultivares Cox's Orange Pippin y Worcester; encontró que el primer componente principal, interpretado como un factor de vigor vegetativo, explicó 57 % y 53 % de la variabilidad del rendimiento en cada cultivar. El segundo componente, identificado como el factor reproductivo o de fructificación, explicó aproximadamente 30 % de la variabilidad en ambos cultivares, y el tercer componente explicó 11 % y 13 % de la variabilidad en cada cultivar, respectivamente, y representó el balance entre el brote fructífero y el peso del fruto.

Jennings, citado por Amy F, P Marvin (1991) investigó en frambuesas (*Rubus idaeus* L.) la relación entre el diámetro de la caña, el desarrollo de brotes laterales y el de nudos fructíferos. Mediante el análisis de componentes se identificó al primer componente principal como un indicador de vigor. El segundo componente identificó como el de compensación, y describió la tendencia de un fuerte desarrollo de brotes laterales favorecido por un mayor diámetro de cañas, asociado con un desarrollo reducido de los nudos fructíferos.

Por otro lado, Dale, citado por Amy y Marvin (1991), para características de brotes laterales de genotipos de frambuesa (obtenidas por cruces dialélicas), obtuvo tres componentes principales: el vigor lateral general, el vigor reproductivo y el vigor

potencial no alcanzado. Con estas nuevas variables llevó a cabo un análisis de varianza para extraer las aptitudes combinatorias específicas y generales; encontró que el vigor general lateral estuvo linealmente asociado con la época de maduración. Fils-Licaon *et al.*(1988) emplearon el ACP para describir los procesos de maduración del fruto de cereza (*Prunus avium L.*) e identificaron las variables más importantes que caracterizan las etapas de maduración; de esa manera pudieron separar los frutos maduros, inmaduros y los sobremadurados. El fruto maduro fue caracterizado por tener bajo pH, peso máximo y alto contenido de fenoles totales.

En nogal pecanero, Worley *et al.* (1972) encontraron que el rendimiento está correlacionado negativamente con el del año anterior, pero positivamente con el rendimiento acumulado en varios años. El crecimiento del brote terminal y número de nueces por libra variaron de manera similar al rendimiento, calidad de nuez o crecimiento del árbol (circunferencia de tronco). El grado de retención de las hojas en un año de alta producción, correlacionó positivamente con el rendimiento de la siguiente estación. La influencia de los riegos sobre la producción y la 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 a 25 días influyen en la producción de fruto. Por su parte, Faz *et al.* (1989) y Miyamoto *et al.* (1986) indicaron que la salinidad o sodicidad de los suelos influyen en forma negativa en la producción del nogal

Para producir nueces de calidad, a través de los años, es importante tener una relación adecuada hojas: fruto (6 hojas fruto⁻¹) y sostener una alta eficiencia fotosintética de estas hojas, para abastecer de carbohidratos a los frutos que se

desarrollan durante el año, y almacenar una cantidad adecuada de éstos, que sostendrán la producción del siguiente año (Worthington *et al.*, 1992; Sparks, 1996; Worley y Mullinix, 1996; Godoy *et al.*, 1999).

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

Cuadro 5. Fructificación en brotes de nogal de diferentes longitudes bajo condiciones de la Comarca Lagunera. CELELA 1995(Arreola, 1990)

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

Los brotes que fructifican tienen una relación de 2-5 hojas por fruto y en consecuencia una producción de frutos al año siguiente en relación a los brotes sin frutos (Cuadro 5); debido al estrés ocasionado por el número de frutos sobre el

área foliar que inducen una baja acumulación de reservas para la floración al año siguiente. (Arreola, 1990)

Cuadro 6. Tipo y vigor de brotes y capacidad productiva al Año Siguiente

Porcentajes de Brotes con Producción de frutos al Año Siguiente-		
Longitud de Brote (cm)	Fructífero	No Fructífero
4-6	20	60
8-12	40	60
14-20	50	100
21-29	50	80
30-36	50	90

Nogal Western Bajo las condiciones de la Comarca Lagunera. CELALA 1995(Arreola, 1990)

La incidencia del 30 al 40% de luz solar en el suelo entre árboles puede ser satisfactoria para una óptima producción de nuez (Malstrom y Ri Ley, 1982), aunque se ha establecido como regla que 50% de luz entre árboles es recomendable para mantener un balance adecuado de producción.

2.4 Producción

La producción de nueces y la precocidad en la entrada en producción cambiará en función del sistema de manejo que emplee el productor y el sitio, así como de la variedad implantada y la calidad de la planta. El tamaño de la nuez se desarrolla desde noviembre a enero y la almendra desde enero hasta abril-mayo.

Es necesario para un buen cuajado y desarrollo de la nuez en primavera, y para la posterior elaboración de hidratos de carbono de reserva, mantener las hojas en perfecto estado sanitario hasta la cosecha.(Madero. E.,2008.)

Los hidratos de carbono de reserva son almacenados en el tronco y raíces de las plantas para ser utilizados en la primavera siguiente en la formación de brotes y flores. De esta forma se mejora la tendencia natural de ciclos de producción alternada de fruta, con años de producción aceptable y otros de baja producción como consecuencia de una poca producción de hidratos de carbono de reserva; los rendimientos que se mencionan a continuación son solo de carácter estimativo y orientativo. .(Madero. E., 2008.)

Las plantas comienzan a producir nueces a partir del 5º ó 6º año de 40 a 80 kg por ha. .(Madero. E., 2008.)

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

A los 10 años se puede esperar una producción del orden de 900 a 1.000 kg. / ha. con una producción por planta de 14 a 15 kg., mientras que a los 15 años se estima una producción de 1.400 a 1500 kg. / ha. con una producción por planta de 20 a 24 kg.(Madero. E., 2008.)

A partir del 10º año deberá analizarse la .necesidad de podas de aclareo con el objetivo de evitar el ensombrecimiento del monte y la consecuente pérdida de producción.(Madero. E.,2008.)

La producción seguirá creciendo de año en año llegando a los 2.000 a 2.500 kg. / ha. a los 20 a 25 años. Con una producción por planta de 35 a 40 kg. .(Madero. E.,2008.)

Si bien la producción es creciente a medida que las plantas aumentan su edad, es necesario suministrarles los nutrientes que requieran así como aumentar la distancia entre árboles para evitar la competencia por luz solar, agua y compuestos químicos tales como nitratos, fosfatos, óxidos de potasio, Zn, entre otros, y el cruce de sus raíces. (Madero. E.,2008.)

Dada su amplia distancia de plantación, este cultivo permite la integración de otras actividades intercalares (agricultura, huerta, apicultura, conejos, ganadería ovina, pasturas, etc.) lo que permite mejorar sensiblemente los flujos de caja iniciales permitiendo al productor realizar actividades de corto plazo o continuar con su actividad hasta que el Pecán entre en la etapa de producción comercial. .(Madero. E.,2008.)

La demanda de nuez pecán en nuestro país viene en crecimiento y solamente limitada por la falta de una oferta regular. (www.propecan.com.)

2.5 Descripción de Variedades

2.5.1

Western Schley

Es el árbol más popular y preferido por los productores en el estado de Coahuila y otras regiones del norte del país (Núñez, 2001).

Es una selección nativa de gran adaptación a las zonas desérticas y semidesérticas (Núñez, 2001).

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. (Núñez, 2001).

Necesita la presencia de la variedad Wichita para una buena polinización.

Árboles vigorosos con una buena ramificación con un buen ángulo de apertura (Núñez, 2001).

2.5.1.1

Wichita

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

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

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

2.5.1.2

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)

2.5.1.3

Cheyenne

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

2.6 Fitohormonas

Generalmente se admite que las hormonas vegetales son poco específicas respecto a los componentes bioquímicos sobre los que actúan y que su especificidad para una acción determinada se debe más bien a su concentración en un momento determinado. También se admite de manera general que las hormonas son agentes primarios desencadenados de la germinación, pero se sabe muy poco de su forma de actuación (Lira, 1994).

Es por ello que la mayoría de las investigaciones sobre efectos de las hormonas exógenas y no se conocen hasta qué punto los efectos reflejan procesos fisiológicos reales debido a las mismas hormonas cuando estas tienen un origen endógeno. Las principales hormonas que intervienen en los procesos fisiológicos que tienen lugar en las semillas en la germinación son giberelinas, citocininas, abscisininas y auxinas; el etileno ejerce un efecto hormonal importante (Saavedra y Rodríguez, 1993).

Las fitohormonas pertenecen a cinco grupos conocidos de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe propiedades fuertes de regulación del crecimiento de plantas. Se incluye el etileno, auxinas, giberelinas, citocininas y ácido abscísico, cada uno con su estructura particular y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta (www.fitohormonas.com).

Los fitorreguladores más utilizados tienen moléculas iguales o muy similares a las hormonas naturales, por lo que se consideran hormonas sintéticas. La acción de los fitorreguladores hormonales es la misma, o muy parecida a la de las hormonas

naturales; existen réplicas sintéticas de los principales grupos (www.fitohormonas.com).

2.6.1 Uso de reguladores de crecimiento

Los reguladores de crecimiento son sustancias que inhiben el crecimiento en las plantas, principalmente en el alargamiento, provocando no por regla general deformaciones y otros efectos fitotóxicos al usarlas a concentraciones adecuadas. Las primeras informaciones de estas sustancias provienen del año 1994. Los compuestos que investigaron fueron los derivados de la nicotina, actualmente ya no utilizados como retardadores. Poco después, gracias a la aplicación en los Estados Unidos. De pruebas masivas de compuestos químicos por sus propiedades de regular el crecimiento se descubrió que la habilidad de inhibir el crecimiento los muestran algunos derivados del amonio (Leszek S., 2003). (Leszek S., 2003).

La influencia de los reguladores de crecimiento sobre las plantas consiste principalmente en que inhiben el alargamiento de los entre nudos, aunque el número de los entre nudos y el número de hojas por lo general no cambian.

La aplicación de los inhibidores en las plantas provoca que el tamaño de las plantas sea pequeño y sus copas por igual, por ejemplo en los árboles frutales, son más densas y compactadas, el área foliar a veces también se disminuye. El crecimiento de las raíces por lo general no es inhibido aunque se reporta que en algunos casos la utilización de los reguladores de crecimiento estimula su

crecimiento, por lo que la relación de la masa de las raíces con la parte aérea aumenta (Leszek S., 2003).

Los reguladores de las plantas se definen como compuestos orgánicos diferentes de los nutrientes que, en pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican de alguna forma cualquier proceso fisiológico vegetal. Los nutrientes se definen como aquellos materiales que proporcionan energía o elementos minerales esenciales para los vegetales. Las hormonas de las plantas son reguladores producidas por ellas mismas, que, en bajas concentraciones, regulan sus procesos fisiológicos. Normalmente, las hormonas se desplazan por el interior de las plantas, de un lugar de producción a un sitio de acción (Saavedra y Rodríguez, 1993).

El término hormona se aplica exclusivamente a los productos naturales de las plantas; sin embargo, el término “regulador” no se limita a los compuestos sintéticos, si no que puede incluir también hormonas. Dicho término cubre aspectos muy amplios; puede aplicarse a cualquier material que pueda modificar los procesos fisiológicos de cualquier planta y debería utilizarse en lugar de “hormona”, al referirse a productos químicos agrícolas que se utilicen en el control de cultivos. Incluso, puede definirse mejor si se agrega el nombre del proceso en que influye; por ejemplo, los reguladores de crecimiento (es decir, sustancias del crecimiento) que afectan al desarrollo de las plantas (Lira, 1994).

Paclobutrazol. El PBZ es una triazina cuyas respuestas son ampliamente reportadas por la disminución de la longitud de entre nudos y el tamaño de las

hojas. Este producto se diferencia porque es muy notoria su acción en las plantas especialmente en el caso de los árboles frutales (Lemus, 2002).

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

El PBZ en experimentos con otros frutales adelanta la cosecha entre 1 a 3 meses en comparación con los testigos, lo cual permite obtener cosechas tempranas. El peso de los frutos obtenidos con los tratamientos de PBZ es menor, pero no afecta al calibre o tamaño exigido en el mercado en época de escasez, cuando se obtienen los mayores precios (Voon y Pitakpaiváns, 1993).

Los posibles avances por usar PBZ para mejorar la producción en frutos son muchos e incluyen los siguientes:

- a) Aumento de número de frutos pero disminuye el peso en forma individual.
- b) Supresión en el crecimiento del retoño.
- c) Menos poda.
- d) Más vigoroso.
- e) El uso de más eficaz del fertilizante de Nitrógeno.
- f) Mejora la calidad del fruto controlando el crecimiento del retoño excesivo y permitiendo la penetración de luz del sol, a lo largo del árbol.
- g) Una incidencia más baja de desordenes en la fruta.

Lo anterior se presenta en la pera (Zertuche y Storey, 1983).

El paclobutrazol es un nuevo biorregulante prometedor para tratar en el futuro a los árboles con una proporción alta de frutos (Lemus, 2002).

Lever y Luckwill (1985) mencionan: Sin dejar por desapercibido que las aplicaciones en cantidades no adecuadas, en dado caso pudieran ocasionar daños irreversibles, como malformaciones, daños físicos o mecánicos, etc. Por lo que se requiere tomar las medidas necesarias para obtener resultados esperados. El PBZ puede ser la solución al problema de la germinación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica de parras Coahuila

El municipio de Parras se localiza en la parte central del sur del estado de Coahuila, en las coordenadas 102°11'10" longitud oeste y 25°26'27" latitud norte, a una altura de 1,520 metros sobre el nivel del mar. (Enciclopedia de los Municipios de México 2005)

3.1.1 Características y localización de la entidad

Limita al norte con el municipio de Cuatro ciénegas; al noreste con el de San Pedro; al sur con el estado de Zacatecas; al este con los municipios de General Cepeda y Saltillo; y al oeste con el municipio de Viesca. Se divide en 175 localidades. (Enciclopedia de los Municipios de México 2005)

Se localiza a una distancia aproximada de 157 kilómetros de la capital del estado. (Enciclopedia de los Municipios de México 2005)

3.1.2 Variedad evaluada

En este experimento se evaluaron arboles de la variedad Western en el ciclo 2007, plantadas bajo un marco de plantación de 6mx6m con una densidad de 276 plantas por hectárea (sistema intensivo)

3.1.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 15 repeticiones donde la unidad experimental constituye un árbol. Los tratamientos evaluados fueron en base al vigor de la planta 1) plantas chicas, 2) plantas medianas y 3) plantas grandes.

3.1.4 Análisis estadístico

Se utilizó el paquete estadístico "SAS", para la evaluación de los datos tomados en campo. Que consistió en un diseño completamente al azar con 3 tratamientos con 15 repeticiones.

3.1.5 Variantes evaluadas

Para este experimento se evaluaron tres variantes concernientes al vigor de los árboles:

_ Árboles de vigor grande (115.84 a 827.92 cm² de área seccional)

_ Árboles de vigor mediano (114.90 a 484.14 cm² de área seccional)

_ Árboles de vigor chico (25.78 a 91.99 cm² de área seccional del tronco)

3.1.6 Factores evaluados

Para cada variante se evaluaron los siguientes factores:

3.1.6.1 Área seccional del tronco (AST)

Se tomó con una cinta métrica el perímetro del tronco a una altura de 30 cm sobre el nivel del suelo y a través de la fórmula matemática ($p = \pi r$ y $a = \pi r^2$) se obtuvo el área seccional del tronco en cm^2 . (Donde p = perímetro del tronco, r = radio del tronco y a = área del tronco)

3.1.6.2 Número de racimos por árbol

Para evaluar la cosecha y el potencial de los árboles en su primera producción se realizó un conteo del número de racimos de cada uno de los árboles evaluados en el año 2007 y en la época antes de la maduración de los mismos, una vez que se habría ocurrido la caída natural de frutos o sea durante el mes de agosto del año.

3.1.6.3 Número de nueces por racimo

Para evaluar la cosecha potencial de los arbolitos se realizó un conteo del número de nueces promedio por racimo de cada uno de los árboles evaluados en el año 2007 y en la época antes de la maduración de los mismos.

3.1.6.4 Número de hojas por brote fructífero

Para conocer el rendimiento en número de hojas fructíferas, se contaron el número de hojas promedio de cada brote que tenían racimos estos valores fueron

tomadas al mismo tiempo que las anteriores (No. de racimos/árbol, No. de nueces/racimo) para cada uno de los arboles evaluados en el mes de agosto.

3.1.6.5 Numero de nueces por árbol

Con el fin de estimar la cosecha potencial de los arbolitos se realizó un conteo de nueces por árbol. Este valor se obtuvo mediante la multiplicación del número de racimos por árbol y el número de nueces promedio por racimo, para cada unos los árboles evaluados.

3.1.6.6 Número de nueces por área seccional del tronco

Con el fin de conocer el potencial productivo con relación al AST, se estimó el número de nueces por cm^2 de AST, cuyo valor se obtuvo mediante la división del número de nueces por árbol entre los cm^2 de AST para cada unos de los árboles evaluados.

3.1.6.7 Longitud de brotes fructíferos

Con el fin de conocer el rendimiento en crecimiento vegetativo se midió con una cinta métrica la longitud de los brotes que contenían racimos para cada unos de los arboles evaluados.

3.1.6.8 Numero de hojas de brote fructífero por árbol

Con el fin de evaluar el rendimiento vegetativo se estimó el número de hojas de brotes fructíferos por árbol, cuyo valor se obtuvo mediante la multiplicación del número promedio de hojas de brotes fructíferos por el número de brotes fructíferos (brotes con racimo) para cada uno de los árboles evaluados.

3.1.6.9 Material utilizado

Árboles de nogal pecanero de la variedad Wichita, con 5 años de su establecimiento, plantados bajo un sistema intensivo con un marco de plantación de 6 x 6m y una densidad de plantación de 276 árboles/ha.

_ Cinta métrica

_Libreta de datos

_Pluma

3.4 Uso de reguladores de crecimiento

Durante el crecimiento del ciclo 2006 o en el año anterior cuando se tomaron datos se aplicó paclobutrazol como producto fitorregulador en aplicación en banda al suelo alrededor del tronco de los arbolitos, con una dosis de 1 litro por hectárea. Por lo que se aplicó 250 gr de ingrediente activo por hectárea, aplicado en el mes de mayo del año anterior a la evaluación de la cosecha ya que su aplicación busca la inducción de inducción floral y fructificación; este tratamiento solo se aplicó a los árboles de vigor medio y alto con el fin de conocer el comportamiento del árbol.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Área seccional del tronco

El área seccional del tronco (AST) es un factor importante ya que está relacionado con el crecimiento vegetativo como productivo. Pudiendo observar que cuando esta variable aumenta también aumenta el poder productivo del árbol.

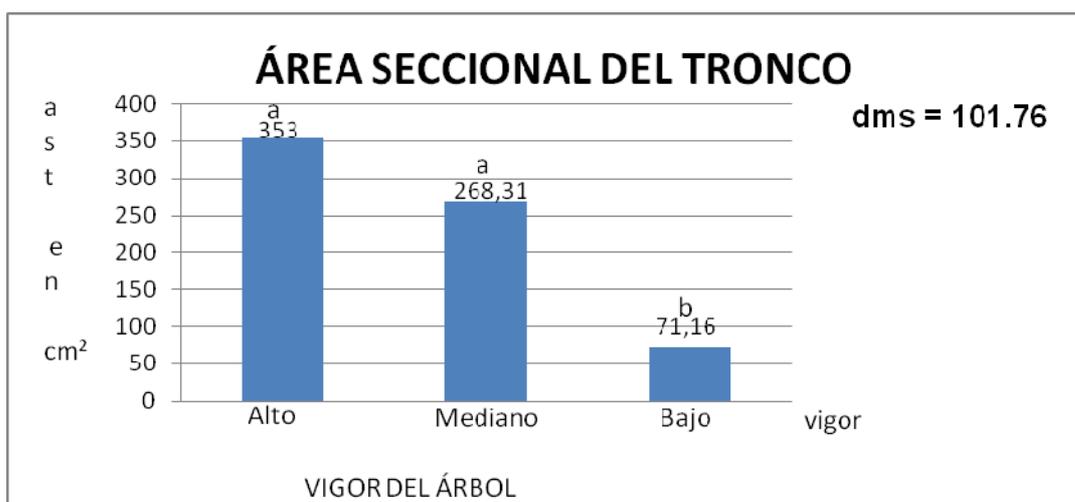


Figura1: Crecimiento del área seccional del tronco en los tres vigores de plantas evaluadas grandes, medianas y chicas en la variedad Western Schley. UAAAN U-L 2008.

La figura 1, muestra el crecimiento del área seccional del troco, teniendo en cuenta que estos árboles tienen 5 años de edad en donde estadísticamente se observa que en los árboles de vigor alto y mediano son altamente significativos sobre saliendo el de alto vigor, mientras más grande sea el vigor del árbol más grande es el área seccional del tronco, especificando que los árboles con vigor alto y mediano fueron tratados con Cultar un año anterior en el 2006, mientras que en el vigor bajo se tomo como testigo.(Leszek S., 2003). Menciona que al aplicar inhibidores de crecimientos en las plantas provoca que el tamaño de las plantas sea pequeño y sus copas por

igual, a demás que inhiben el crecimiento en las plantas, principalmente en el alargamiento, provocando no por regla general deformaciones y otros efectos fitotóxicos al usarlas a concentraciones adecuadas.

4.2 Efecto del área seccional del tronco en relación con la longitud de brote fructífero

En la siguiente grafica podemos observar cómo influye el área seccional del tronco en relación con la longitud de brote fructífero.

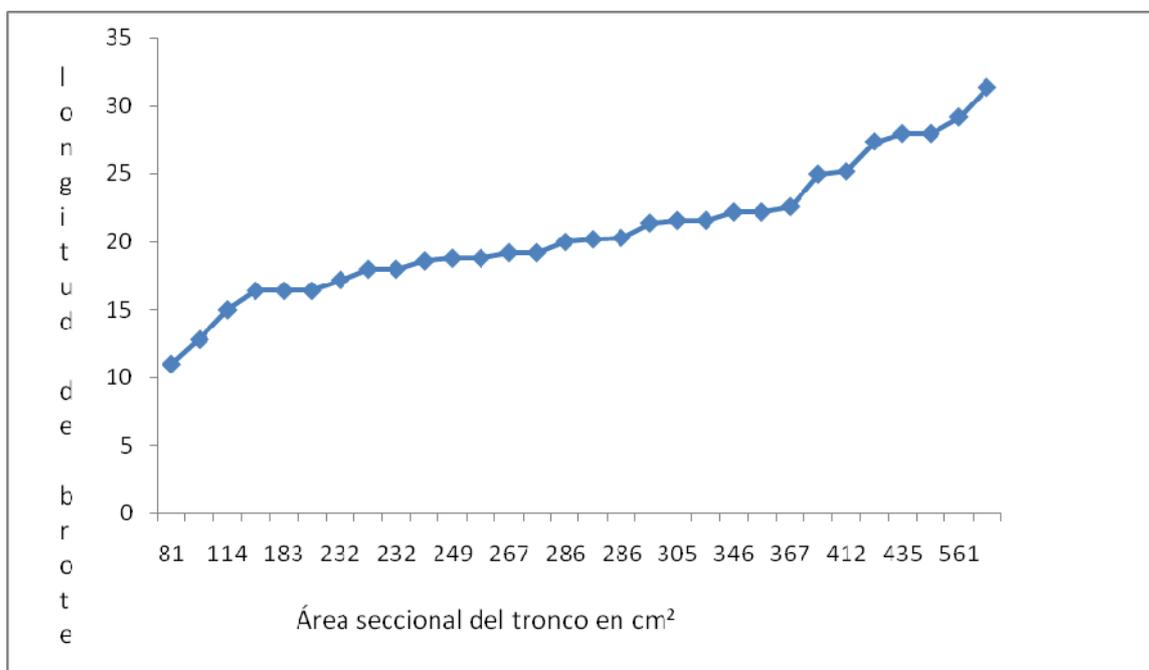


Figura 2: Área seccional del tronco en relación con la longitud del brote fructíferos en plantas medianas y grandes en arboles de nogal pecanero de la variedad Western Schley. UAAAN U-L 2008.

En la figura 2 se observa como la longitud de brote va en crecimiento de acuerdo al área seccional de tronco teniendo en cuenta de que estos brotes son fructíferos

tomados de plantas de vigor alto y mediano, las plantas de vigor bajo no están produciendo más bien están creciendo vegetativamente, en lo que si se compara con la teoría de Arreola no coincide ya que se observa que en brotes de 11cm las plantas empiezan a producir.

(Arreola, 1990) menciona que la producción de nuez en el cultivar Western se obtiene en los brotes fructíferos cuya longitud es de 30 cm observándose un incremento en el numero de nueces al aumentar la longitud de estos (30 cm); mientras que en el cultivar Wichita los brotes fructíferos son los que tienen una longitud igual o menor a los 40 cm.

4.3 Número total de hojas en brotes fructíferos

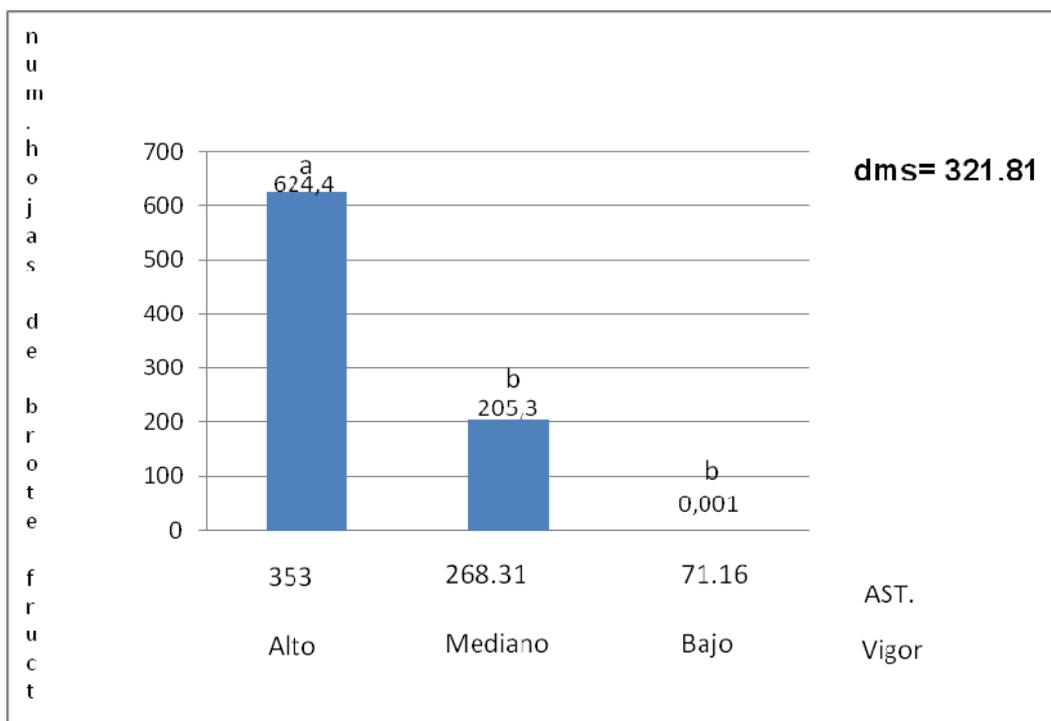


Figura 3: Cantidad de hojas en brotes fructíferos en relación con el área seccional de la variedad Western Schley. UAAAN U-L 2008.

En la figura 3 se puede observar que mientras más grande sea el área seccional del tronco mayor es el número de hojas, estadísticamente los árboles de vigor alto muestran significancia en comparación con los de vigor medio y bajo por lo que podemos decir que el aumento de hojas va en relación con el crecimiento del área seccional ya que un árbol joven se enfoca más en el crecimiento vegetativo que productivo.

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

4.4 Numero de racimos por planta

La siguiente figura nos muestra como se relaciona el área seccional del tronco con respecto al número de racimos por planta

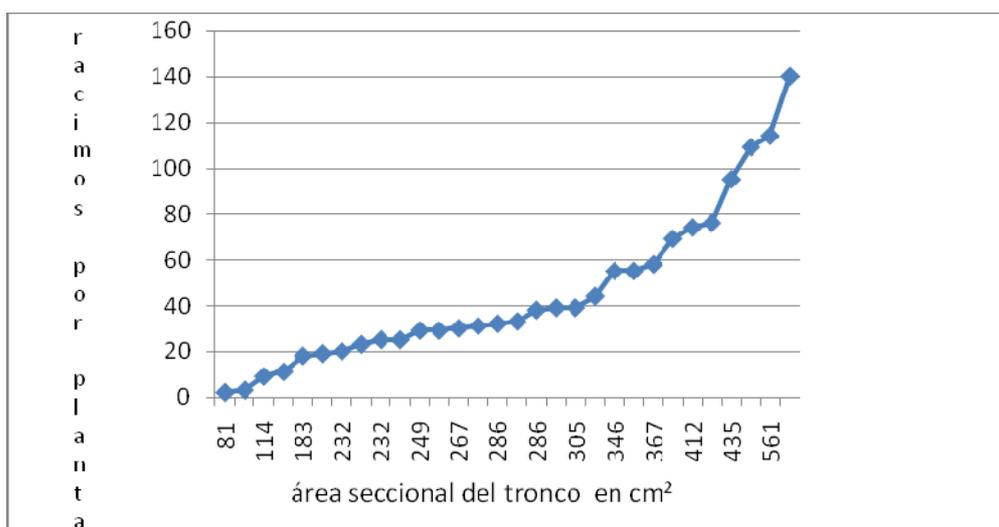


Figura 4: Relación del área seccional del tronco con el número de racimos por planta en el cultivo del nogal pecanero de la variedad western Schley establecidos en alta densidad (276 árboles por hectárea) en su primera producción. UAAAN U-L 2008.

En la figura 4 se puede observar que un árbol de nogal establecidos en alta densidad con una edad de 5 años empieza a producir nueces con área seccional del tronco de 81.84 cm² con una producción de 2 racimos por planta y que de acuerdo al crecimiento del área seccional del tronco también se incrementa el número de racimos como se ve en las plantas que tienen un área seccional de 561cm² que producen 140 racimos por planta teniendo en cuenta que al incrementar el área

seccional de tronco también aumenta el crecimiento vegetativo por que el árbol no se dedica nada mas a producir nueces.

Lo anterior concuerda con (Wood 2000, Wood 1999, Reid 2006, Lagarda 2005) en donde dicen que la conservación del tamaño de los árboles en alta densidad dependerá principalmente del número de árboles que se planten, ya que la presión de competencia será mayor entre más árboles se planten. Por lo tanto, se sugiere ir de 100 – 276 árboles por hectárea, donde se logrará un adelanto de la producción de 4 años en comparación a las densidades normales.

4.5 Nueces por árbol

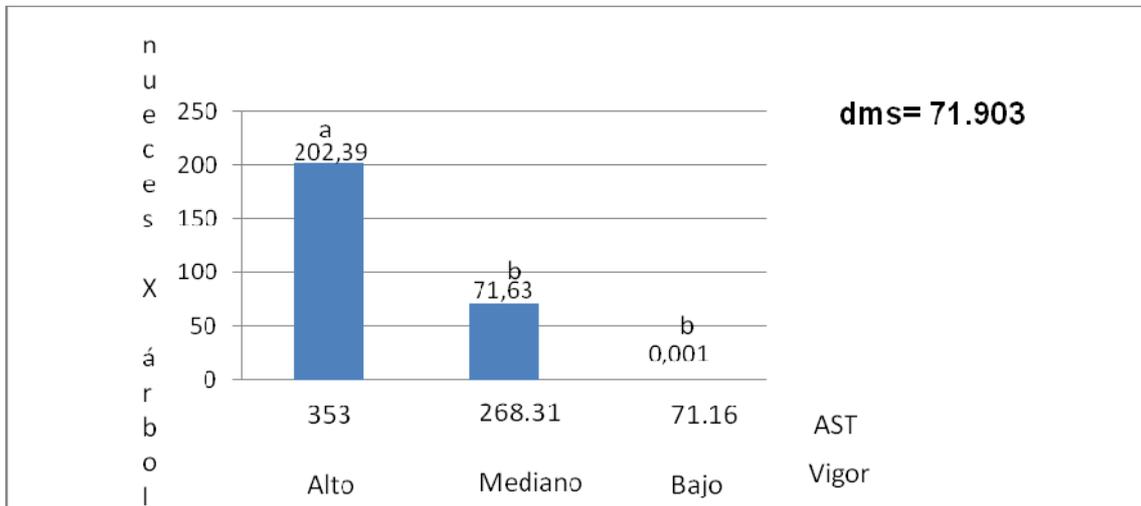


Figura 5: Tendencia de la producción de nueces por árbol en relación del área seccional del tronco del cultivo de nogal pecanero en su primera producción en árboles de 5 años de edad de la variedad Western Schley. UAAAN U-L 2008.

En la figura 5 se puede observar que los árboles jóvenes de nogal pecanero establecidos en alta densidad, empiezan a producir con un área seccional de tronco de 268.31 cm^2 teniendo en cuenta de que estos árboles tienen competencia entre si y que están desarrollando tanto vegetativamente como en su producción. Estadísticamente la figura 5 nos muestra que las plantas de nogal establecidos en alta densidad, las plantas de vigor alto producen más nueces que las de vigor medio y bajo. Por lo que estos árboles empiezan a producir a los 5 años retrasándose de 4 a 5 años en comparación con las huertas establecidas tradicional mente.

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

4.6 Racimos por planta en relación a la longitud de brote fructífero

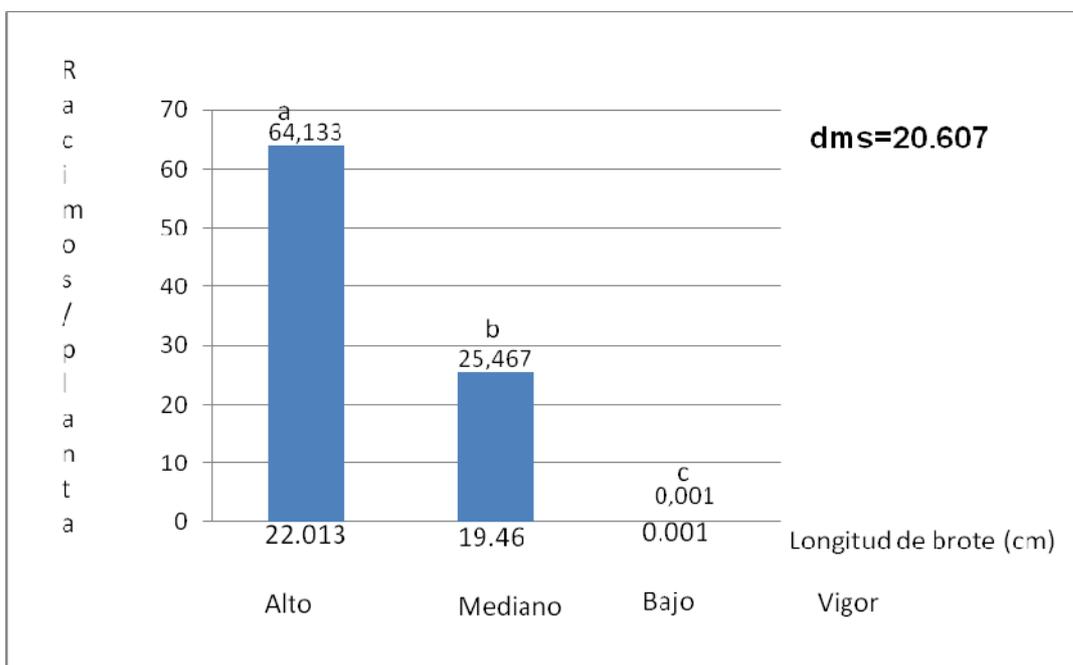


Figura 6: Relación del número de racimos con nueces totales del árbol con respecto a la longitud de brote fructífero en árboles con diferente vigor de la variedad western Schley. UAAAN U-L 2008.

En la figura anterior se puede observar que la longitud de brote influye en la producción en este caso tenemos que los árboles con vigor mediano la longitud de brote es menor y por lo tanto también es menor su producción en comparación con los árboles de vigor fuerte, estadísticamente los árboles de vigor alto muestran

significancia con los de vigor medio, teniendo en cuenta que en árboles de la variedad western la longitud de brote que son fructíferos son de 30 cm, mayor de esta longitud los brotes son vegetativos mas no fructíferos como se muestran en las plantas de vigor bajo por lo tanto si tenemos brotes con la longitud adecuada de 30 cm tendremos más hojas productivas por árbol y con ello más nueces y con menor alternancia, haciendo énfasis de que los datos anteriores se tomaron medidas de los brotes fructíferos mas no los vegetativos.

4.7 Nueces por racimo en relación con la longitud de brote

fructífero

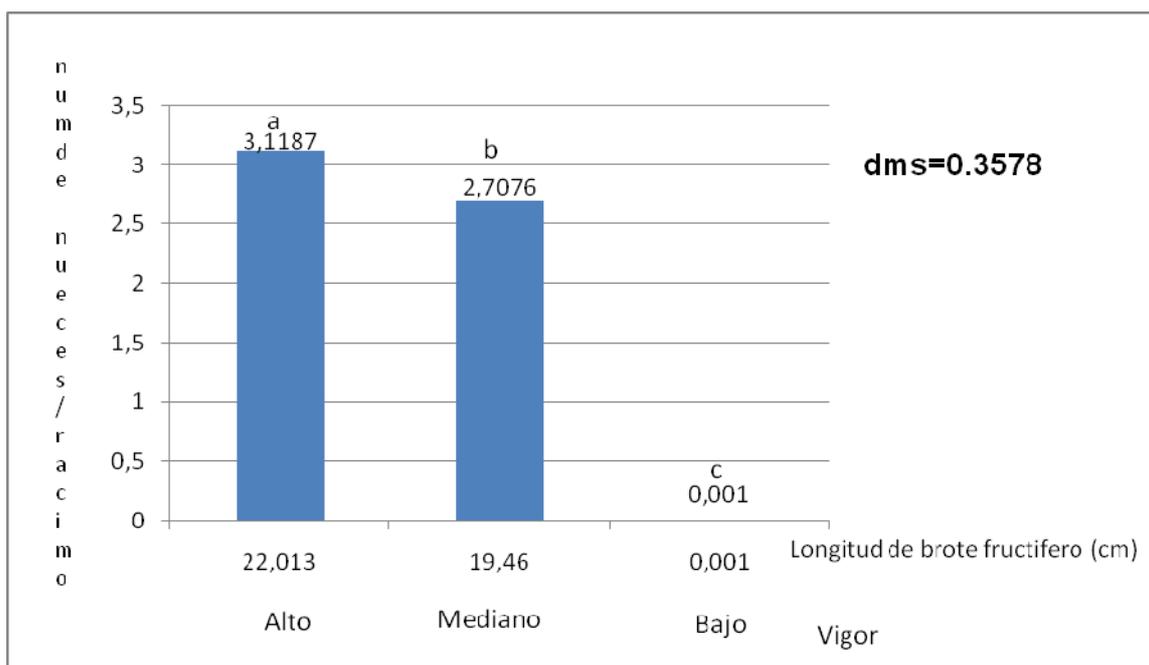


Figura 7: Comportamiento de la longitud de brote en relación con la producción de nueces por racimo en el brote de plantas medianas y grandes de la variedad Western Schley. UAAAN U-L 2008.

En la figura 7 se puede observar que estadísticamente son diferentes entre sí en donde los árboles con vigor alto y con una longitud de 22 cm de longitud de brote promedio producen más nueces que las de vigor mediano en las plantas de vigor bajo no se tomaron medidas de la longitud de brote ya que estas plantas no están produciendo por lo cual si la comparamos con lo que dice con que dice Arreola en 1990 por el momento no concuerda ya que en árboles de la variedad Western en su mejor producción los brotes fructíferos son de 30 cm, teniendo en cuenta de que los árboles que estamos evaluando no están en su máxima producción y que éstos están empezando a producir con una longitud de brote de 19.46 cm 2.5 nueces en promedio y si la longitud de brote aumenta también aumenta el número de nueces en este caso la longitud de brote de 22.01 tenemos 3 nueces por lo que se puede decir que cuando los árboles tengan más años, los brotes aumentarán y por lo consiguiente van a producir más nueces, según:

(Arreola, 1990), menciona que la producción de nuez en el cultivar Western se obtiene en los brotes fructíferos cuya longitud es de 30 cm observándose un incremento en el número de nueces al aumentar la longitud de éstos (30 cm); mientras que en el cultivar Wichita los brotes fructíferos son los que tienen una longitud igual o menor a los 40 cm.

4.8 Producción de gramos de nuez por árbol

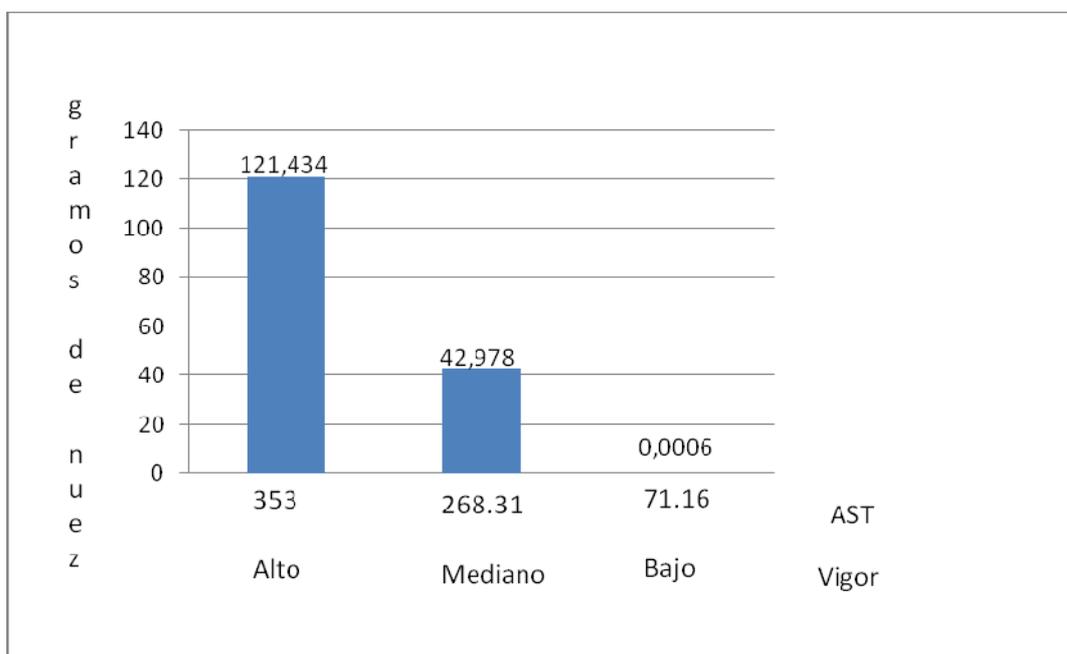


Figura 8: Producción del árbol de nogal pecanero de la variedad western en gramos en relación al área seccional del tronco en plantas grandes y medianas ya que las plantas chicas que no han sido tratadas no empiezan a producir. UAAAN U-L 2008.

En la figura anterior se puede observar que el área seccional del tronco tiene mucha influencia en la producción ya que mientras más grande sea el área seccional del tronco en este caso plantas de vigor alto produce más nueces que en las plantas de vigor mediano, a demás de que también no sólo crece la producción si no también se ve reflejado en aumento del crecimiento vegetativo de todo el árbol, aclarando que estos árboles apenas tienen 5 años y no están en su máxima producción. Por lo cual no coincide con lo que menciona Lagarda.

(Lagarda 2005). Hace mención que el tamaño de árbol ideal es aquel que tenga una superficie de área seccional de tronco de 200 – 250 cm² ast/árbol y que sea capaz de producir 10 – 12 Kg. /árbol. Estos árboles, según la densidad de plantación, serán capaces de generar 2 ha. de superficie foliar bien iluminada.

4.9 Hojas por racimo en relación a la longitud de brote fructífero

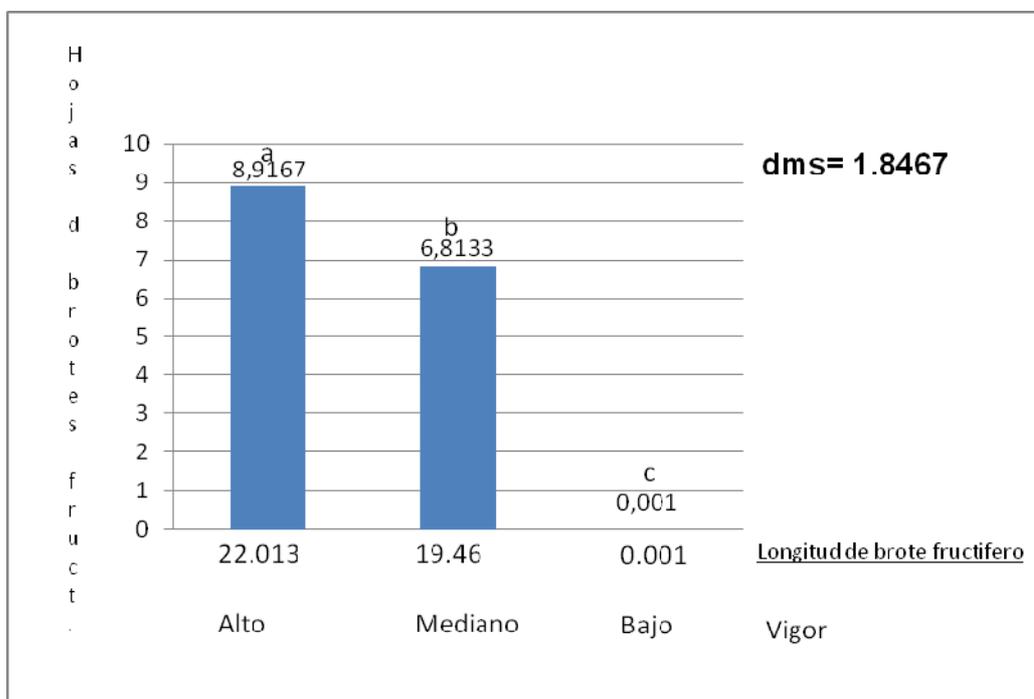


Figura 9: Relación del número de hojas por racimo fructífero de la longitud de brote en plantas con vigores fuertes, medianos y bajos de la variedad Western Schley. UAAAN U-L 2008.

En la figura 9 se observa que mientras más grande sea el brote fructífero las hojas también van en aumento, estadísticamente no son iguales entre sí pero el que muestra más significancia es el del vigor alto le sigue el mediano, en árboles de nogal pecanero de la variedad Western el mejor brote fructífero es de 30 cm más de 40 cm los brotes no producen nuez se vuelven vegetativos sólo producen hojas, y en estas longitudes los árboles están en su máxima producción, esto se logra cuando los árboles tienen a aproximadamente de 10 a 15 años, teniendo en cuenta que estos árboles tienen 5 años de edad y están en su primera producción.

4.10 Hojas por nuez

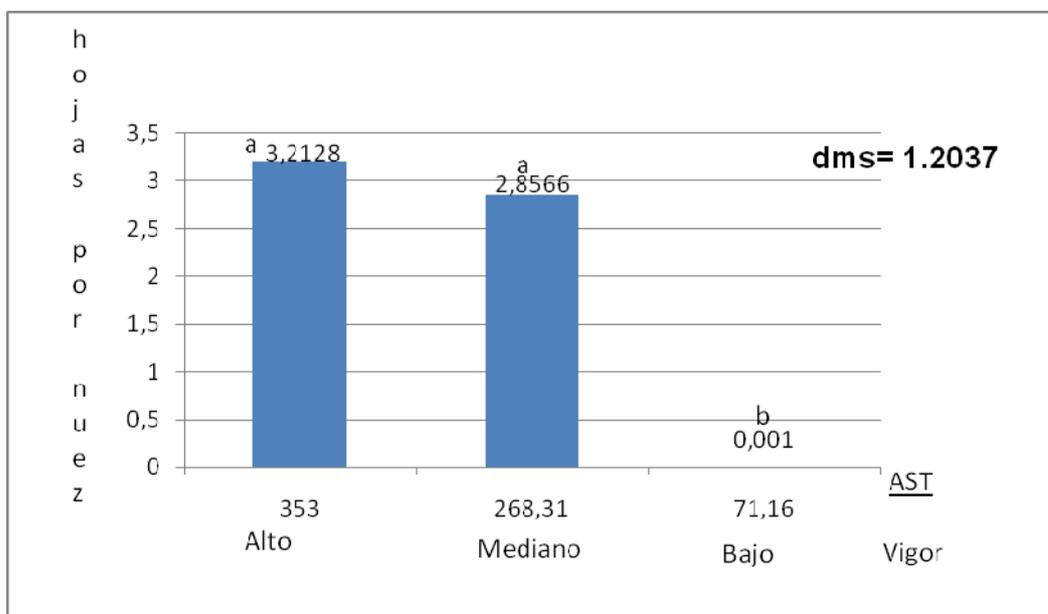


Figura 10: Cantidad de hojas para producir una nuez en relación con el área seccional del tronco en plantas medianas y plantas grandes de la variedad Western Schley. UAAAN U-L 2008.

(Godoy et al., 1999) especifica que para producir nueces de calidad, a través de los años, es importante tener una relación adecuada hojas: fruto (6 hojas fruto-1) y sostener una alta eficiencia fotosintética de estas hojas y:

(Lagarda 2005) menciona que la producción máxima en las plantaciones de nogal pecanero se logra en los primeros años de producción de los nogales (10 - 15avo año) cuando la relación de hojas y fruto es alta (6-10 hojas por nuez).

En la figura10 nos indica que los árboles de vigor alto y mediano tienen significancia en comparación con los de vigor bajo, ya que para los árboles de vigor alto se necesitan 3 hojas para producir una nuez mientras que en los árboles de vigor bajo se necesitan nada mas 2 hojas para producir una nuez, estos resultados por el momento no concuerdan con lo antes mencionado por Godoy y Lagarda ya que mencionan que se necesitan 6 hojas para producir una nuez.

V. CONCLUSIÓN

En plantaciones de nogal pecanero de la variedad Western Schley establecidas en alta densidad empiezan con sus primeros ensayos a producir nueces a los 5 años.

En la variedad de nogal pecanero Western Schley los árboles establecidos en alta densidad empiezan a producir nueces cuando su área seccional del tronco es mayor a 81cm^2 .

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

Cuando el árbol incrementa su vigor también incrementa su desarrollo vegetativo como productivo.

VI BIBLIOGRAFIA.

Amy F, P Marvin (1991) Applications of principal component analysis to horticultural research. HortScience 26(4): 334-338.

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

Arreola J.Herrera y J. Fowler. 1999. Sunlight distribution before and after pecan orchard thinning. . Pecan Industry: Current Situation and Future

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

Enciclopedia de los Municipios de México 2005. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Coahuila

Faz C R, M C Medina M, V P Álvarez R, C Godoy A, A Lagarda M (1989) Respuesta del cultivo del nogal (*Carya illinoensis* Koch) a diferentes calendarios de riego. Agr. Tec. Méx. 15 (2): 129-136.

Fils-Licaon B, M Buret, A Drouet, C Hartmann, F Dupral (1988) Ripening and over ripening of cherry fruit. Use of principal component analysis to check fruit picking and sampling method pertinence to select the most discriminant analysis criteria. Science des Aliments 8:383-396.

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

Herrera E. 1993 Designing A. Pecan Orchards. NMSV. Cooperative extension service. Publication guide H-607.

Herrera E., S. Elmers, G. Steven y M. Kilby. 1994. Thinning orchards at the proper time. Pecan South.26:6.15

Herrera E., S. Elmers, G. Steven and M. Kilby. 1996. Sunlight Management. Pecan South 29:6-10.

Herrera E., S. Elmers, G. Steven y M. Kilby. 1992. Pecan growing areas in the Western region: Current situation and Future overlook. Pecan Husbandry: Challenges and opportunities. First National Pecan Workshop. Proc. USADA. ARS Pub.

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

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

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

Lagarda M., A. 2006. Avances y perspectivas sobre el manejo de los sistemas de producción de nuez pecanera. Symposium Int. Nogalero Nogattec 06. Memorias electrónicas.

Lagarda M., A. 2007. Altas densidades de plantación y su manejo en el cultivo de nogal pecanero. Symposium int. Sobre integración Agrícola. ENGALEC 07. Memorias electrónicas.

Lagarda M. A., M. C. Medina M., and J. Arreola A. 1999. Productive performance of 14 pecan cultivars in the arid zone of the north of Mexico. Pecan Industry: Current Situation and Future Challenges, third National Pecan Workshop Proceedings. 194-200.

Lever, B.J.; Luckwill, L.C.. 1985. Cultar. Its application in fruit growing. A selection of papers from the proceeding of the fifth international symposium on growth regulator in fruit production. Acta horticulturae

Lemus, G..2002. El nogal en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigaciones La Platina. Fundación para la innovación agraria.

Leszek s. jankiewicz. 2003. Reguladores de crecimiento desarrollo y Resistencia en plantas. Pag., 248-249.

Lira, S. R. H. 1994. Fisiología Vegetal. México. Editorial trillas. P.p. 198-203.Saavedra, A. y Rodríguez G., M. T. 1993. Fisiología vegetal experimental. Ed. Trillas. México.

Madero. E., 1197. La Nuez Pecan. Centro Regional Buenos Aires Norte Estación Experimental Agropecuaria Delta del Paraná.

Memoria. Simposio Internacional del nogal pecanero. Hilo.son.p.55-56

Miyamoto S, G Picchioni, B Storey (1986) Salinity a major factor of poor tree performance in irrigated trees. Pecan South (July- August):14-18.

Moore C S (1965) Inter-relations of growth and cropping in apples trees studied by the method of component analysis. J. Hort. Sci. 40:133-149.

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

Mc Eachern G.R. y L. Stein. 1997. Pecan Varieties for Texas. In Texas Pecan Handbook.III-1-6. TAES Texas A&M University.

Mc earache G:R and Stein L.A 1997. Chapter VI.Nutrition. VI: 3-5 in: Texas pecan handbook. Texas agricultural extention service collage satation, Texas.

Mc Eacchern G:R and john E. Bernard 1998. Chapter II. Soils. In: Texas pecan handbook.Texas agriculturaextension collage sation, Texas.

Núñez, M.H.2001. Desarrollo de nogal pecanero. In: El nogal pecanero en Sonora. Libro Tecnico #3. SAGARPA-INIFAP-CECH. P.23-38

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

Saavedra, A. y Rodríguez G., M. T. 1993. Fisiología vegetal experimental. Ed. Trillas. Mexico.

Samutumwa, L. and Brattley, H.T; 1998. Growth and development of young trees as influenced by foliar spray of paclobutrazol of XE-109. Hortsciencie 24 (1).p.p. 65-68

Sparks, D. e I.E. Yates. 1995. Anatomy of schuck abscission in "desirable" pecan. J. Am. Soc. Hort. Sci. 120: 790-797.

Sparks, D. 1996. A climatic model for pecan production under humid condition. J. Am. Soc. Hort. Sci. 121: 908-914.

Sparks, O., W. Reid, I.E. Yates, M.W, Smith y T.G. Stevenson. 1995. Fruiting stress induces schuck decline and premature germination in pecan. J. Am. Soc. Hort. Sci. 120: 43-53.

Voon, C.C.; Pitakpaivan; S. T .. 1993. Mango cropping manipulation with Cultar. Fourth international Mango Symposium. Acta horticulturae.

Wood, B. W. 1991. Sunlight and nut production patterns of pecans.84th, Ann. Conf. Pecan Gro. Assn. Inc.p. 92-100.

Wood, B. W. 1997. Big trees: Dealing with the southeast's dilemma. The Pecan Grower. Georgia Pecan Go. Assoc. inc. 28: 28-31.

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

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

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

Wood W. B. 2001. Production Unit trends and price characteristics within the United States Pecan Industry. HortTechnology 11(1): 110-118.

Worley R E, S A Harmon, R L Carter (1972) Correlation among growth, yield, and nutritional factors for pecan (*Carya illinoensis* W. Cv Stuart): correlations with yield, quality, and terminal shoot growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 (4):511—514.

Worley, R. E. y M. Smith. 1984. A Method of estimating pecan yield. HortScience. 19: 644.

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

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

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

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

(En línea): <http://www.propecan>.

: <http://www.fotohormonas.com>

VII. APÉNDICE

Apéndice 1. Análisis de varianza para la variable del área seccional del tronco en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr> F	Significancia
Tratamiento	2	627372.8	313686.4	23.84	0.0001	**
Error	42	552638.6	13158.0			
Total	44	1180011.5				

Apéndice 2. Análisis de varianza para la variable de número de racimos por planta en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr> F	Significancia
Tratamiento	2	312882.8	15641.4	28.99	0.0001	**
Error	42	22661.4	539.5			
Total	44	53944.3				

Apéndice 3. Análisis de varianza para la variable de nuez por racimo por planta en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr> F	Significancia
Tratamiento	2	86.05	43.02	264.56	0.0001	**
Error	42	6.83	0.1			
Total	44	92.88				

Apéndice 4. Análisis de varianza para la variable hojas por racimo por planta en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr> F	Significancia
Tratamiento	2	651.6	325.8	75.19	0.0001	**
Error	42	181.9	4.3			
Total	44	833.6				

Apéndice 5. Análisis para la variable longitud de brote fructífero por planta en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr> F	Significancia
Tratamiento	2	4348.5	2174.2	145.75	0.0001	**
Error	42	626.5	14.9			
Total	44	4975.1				

Apéndice 6. Análisis para la variable nueces por árbol en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr> F	Significancia
Tratamiento	2	315964.5	157982.2	24.05	0.0001	**
Error	42	275916.4	6569.4			
Total	44	591881.0				

Apéndice 7. Análisis para la variable nuez por área seccional del tronco por árbol en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr> F	Significancia
Tratamiento	2	3.0	1.5	19.90	0.0001	**
Error	42	3.1	0.07			
Total	44	6.1				

Apéndice 8. Análisis para la variable de hojas fructíferas por árbol en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr> F	Significancia
Tratamiento	2	3038676.2	1519338.1	11.5	0.0001	**
Error	42	5526883.3	131592.4			
Total	44	8566669.6				

Apéndice 9. Análisis de varianza de la variable hojas por nuez en la variedad Western Schley UUUAN-UL.2008

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr> F	Significancia
Tratamiento	2	92.9	46.4	25.25	0.0001	**
Error	42	77.3	1.8			
Total	44	170				
