

**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 WICHITA.

POR

JONATAN ROBLERO SALAS

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 WICHITA.

TESIS DE:

JONATAN ROBLERO SALAS

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

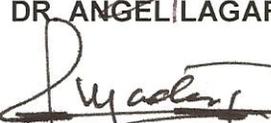
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL


DR. ÁNGEL LAGARDA MURRIETA

ASESOR

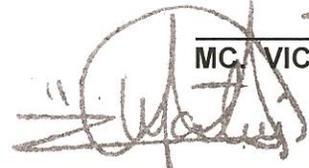

DR. EDUARDO MADERO TAMARGO

ASESOR

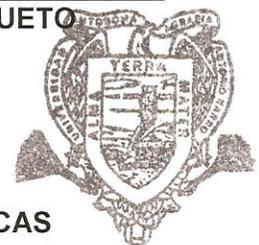

DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

ASESOR


MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO


MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA. MÉXICO

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 WICHITA.

TESIS DE:

JONATAN ROBLERO SALAS

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

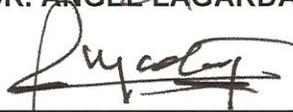
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

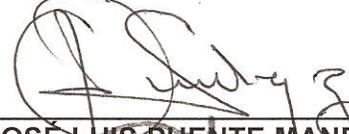
PRESIDENTE


DR. ÁNGEL LAGARDA MURRIETA

PRIMER VOCAL


DR. EDUARDO MADERO TAMARGO

SEGUNDO VOCAL


DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

VOCAL SUPLENTE


MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO


MC VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA. MÉXICO

DICIEMBRE 2008

DEDICATORIA

A DIOS: Por darme sus bendiciones diarias durante toda mi existencia, por darme la dicha y felicidad de poder gozar de las maravillas de su creación así como también por darme la dicha de tener la familia mas maravillosa del mundo, por darme el valor, fuerza e inteligencia para poder salir adelante, por prestarme la vida. Pero por sobre todas las cosas por estar conmigo en momentos difíciles. Gracias padre!!

A MIS PADRES:

Sra. Reyna Salas Hernández. A ti mama por ser la luz de mi camino, por que tus brazos siempre se abrieron cuando necesite de un abrazo, por que tu corazón siempre supo comprender cuando necesite una amiga, por esos ojos que se endurecieron cuando necesite una lección, por ser tan incondicional, por que cuando te rechazaba me perdonabas, por que me diste tanto de ti a manos llenas, por que me enseñaste a dar ternura, cariño y esperanza. Saber que en la vida ay que llevar en alto la moral y los buenos principios que nos enseñaste a diario. Falta tanto tu alegría contagiosa, tus regaños, y tantas otras cosas. . .que me recuerdan a tí, "Madre " que Dios me concedió tener. **TE AMO MAMÁ, TE EXTRAÑO.**

¡Tu alma vivirá en mi alma siempre!

Sr. Gerardo Roblero Roblero. A ti padre por cuidarme siempre, por ser mi guía, mi horizonte, mi limite ante los excesos, mi amigo y mi mejor consejero, y sobretodo, por darme la oportunidad de ser tu hijo. Por que personas que interfieran en la vida de uno, hay muchas, pero padres no hay mas que uno, y tu has sabido ser el mejor entre todos ellos. Gracias papá. Hoy sólo quiero decirte padre, que eres el ser que más respeto y admiro...por eso te pido con amor, que más que padre sigas siendo mi amigo. **¡TE AMO PAPÁ!**

A mis hermanos: Arturo, Ediverto, Amadeo, Pedro, Samuel, Idolina y Victorina. Por ser parte de mi motivación y apoyo incondicional, por ser parte de mi vida y mi formación, por estar en momentos de felicidad y tristeza. **A ti Pedro.** Por tus estrictos consejos, apoyo económico y moral. **A ti Samuel.** Por ser mi hermano, amigo y confidente, por tu apoyo económico y moral. **A mis dos hermanitas (Lina & Vicky)** por ser las dos mujeres más geniales de mi familia.

A MI GRAN AMIGA:

Luz Elena Moreno Ledesma (Princesa de v.). Por permitirme conocerte y por dejarme entrar en tu corazón; por el cariño, amor y comprensión que me brindas. Por tus sabios consejos, por que de alguna forma me inspiraste durante la realización de mi trabajo de investigación. **Te quiero mucho!!**

AGRADECIMIENTOS A:

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

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

Dr. Eduardo Madero Tamargo. Por apoyarme con sus conocimientos en mi trabajo de investigación ya que fue de muchísima ayuda, por su amistad y por la confianza que me brindo, y por los conocimientos que recibí de el.

Dr. José Luis Puentes Manríquez. Por colaborar con sus valiosos conocimientos y aportaciones a mi trabajo de investigación, por brindarme su confianza, amistad y apoyo.

MC. Víctor Martínez Cueto. Por su colaboración y sus valiosos conocimientos y aportaciones a la redacción de mi proyecto de investigación, por su grata amistad, confianza e indudable apoyo

A mi familia “ROBLERO SALAS”

Por ser mi máxima inspiración, por la confianza que me tuvieron, por el apoyo económico y moral. Por que hasta donde he llegado ha sido gracias a toda mi familia. Agradezco al cielo por haber crecido en una familia tan unida y luchadora. Me quedo completamente agradecido con todos y cada uno de los integrantes de de mi gran familia. Gracias!!. **“Los quiero a todos”**

A mis amigos:

José Pérez López, Julio Marín león, Oriel Rodríguez Borrallas. Por ser mis mejores amigos, por estar conmigo en las buenas y en las malas, por brindarme sus consejos y apoyo moral cuando lo necesite; por ser siempre leales dentro y fuera del salón de clases y por ser compañeros en el trabajo de investigación. Y que de alguna forma me apoyaron para realizar este trabajo.

Gladys Gabriela Medina, Ismael murillo, Isidro Miguel, Mc polo Quintero, Benjamín Duarte, Adán Bustos, Argenis Roblero, Mildon López, Johnny mejía, Rolfi Ramírez, Ciro García, Leonel Bernal, Elmer Matias y Fausto Moisés. Por ser mi amigos y compañeros de clases, por haberlos conocido durante mi estancia en la universidad. Pero por sobre todo por su gran amistad incondicional que me brindaron.

RESUMEN

La pérdida económica causada por los años improductivos que tiene el nogal pecanero de la época de plantación al inicio de producción, aunado a esto la alternancia en la producción anual y la viviparidad (germinación prematura de la nuez) ha provocado que se desarrollen nuevas técnicas en el manejo del cultivo.

El presente trabajo fue realizado en una huerta en el municipio de Parras, Coahuila, México. Con la variedad Wichita de nogal pecanero. El cual esta establecido bajo un sistema de producción intensivo 6 x 6m, con una densidad de plantación de 276 plantas/ha. En el cual se evaluaron los siguientes tres tratamientos en relación al crecimiento de la planta: 1.- plantas de crecimiento vigoroso; 2.- plantas de mediano crecimiento y 3.- plantas de crecimiento bajo.

Con respecto al crecimiento del área seccional del tronco (AST) se evaluó el comportamiento al inicio de producción con las variables de producción (No. de racimos/árbol; No. de nueces/racimo; No. de nueces/árbol; kg de nuez/árbol y gr/cm² de AST, en su 5º año después de su plantación.

La producción de nuez en arboles de bajo crecimiento expresado en cm² AST (área seccional del tronco), refleja que los arboles pueden iniciar este fenómeno solo después de alcanzar los 120 cm² en la variedad Wichita.

El vigor de los arbolitos no afecta el número de hojas por racimos ya que existe una relación aproximadamente igual entre el número de hojas por racimos en los tres diferentes vigores de árboles. Teniendo; 10.89 hojas por racimo en

árboles de 430 cm²; 9.5 hojas por racimo en arboles de 257 cm² y 9.1 hojas por racimos en árboles de 120 cm² de AST.

Para longitud de brote existió diferencia altamente significativa entre tratamientos, teniendo 28cm para los arboles con 430cm², 18.5 cm para los arbolitos de mediano vigor 257cm² de AST y 3.6cm para los arbolitos de bajo vigor 120cm² de AST. Esto implica mayor potencial de crecimiento y reserva para los árboles de mayor vigor.

El número de racimos/árbol y nueces por racimo aumentan a medida que aumenta el vigor de los árboles (AST) Teniendo: 121 racimos/árbol y 3.5 nueces/racimo para los árboles de mayor vigor 430 cm²; 40 racimos/árbol y 2.5 nueces/racimo para los de mediano vigor 257 cm² y 2 racimos/árbol con 0.4 nueces/racimo para los de bajo vigor 120cm².

Los arboles a mayor vigor tienen mayor capacidad productiva, ya que a mayor vigor en cm² de área seccional del tronco encontramos: mayor producción de hojas; más brotes fructíferos; más racimos; más nueces. Por lo tanto tenemos mayor producción.

Palabras clave: Nuez pecanera, Pecán, Wichita. Inicio de producción, *Carya illinoensis Koch.*

ÍNDICE

DEDICATORIAS.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE APÉNDICE.....	ix
RESUMEN.....	x
I INTRODUCCIÓN	1
1.1.- Objetivo	6
1.2.- Metas.....	6
1.3.- Hipótesis.....	6
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
2.1.- Aspectos generales del cultivo de nogal pecanero.....	7
2.1.2.- Clasificación taxonómica.....	8
2.1.3.- variedades.....	8
Western Schley.....	8
Wichita.....	9
Choctaw.....	9
Cheyenne.....	10
2.2.- Fitohormonas.....	10
2.2.1.- Fitorreguladores.....	11
2.2.2.-Uso de reguladores de crecimiento.....	11
Fitorreguladores giberelicos.....	12
Prohexadione-calcio (PHD-CA).....	13
Ethephon.....	14

Cultar.....	14
Paclobutrazol.....	14
2.3.- Juvenilidad.....	17
2.3.1.- Inicio de producción en plantas jóvenes	18
2.4.- Densidad de plantación.....	23
III MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1 Localización geográfica de parras Coahuila.....	30
3.2.- Variedad evaluada	30
3.3.- Diseño experimental	30
3.4.- Análisis estadístico.	31
3.5.- Variantes evaluadas:.....	31
3.6.-Factores evaluados:.....	31
3.6.1.-Área seccional del tronco.....	31
3.6.2.-Numero de racimos por árbol.....	32
3.6.3.-Numero de nueces por racimo.....	32
3.6.4.-Numero de nueces por árbol.....	32
3.6.5.-Numero de hojas por brote fructífero.....	32
3.6.6.-Numero de nueces por área seccional del tronco.....	32
3.6.7.-Longitud de brotes fructíferos.....	33
3.6.8.-Numero de hojas de brote fructífero por árbol.....	33
3.7.- Material utilizado	33
3.8.- Uso de reguladores de crecimiento.....	33
IV RESULTADOS.Y DISCUSIÓN	
4.1.- Variedad evaluada.....	34
4.1.2.- Wichita.....	34
4.2.- Efectos en desarrollo vegetativo.....	34
4.2.1- Área seccional del tronco.....	34
4.2.2.- Numero de hojas por racimo.....	35
4.2.3.-Efecto del vigor de los arboles en sobre variables productivas.....	36

4.2.4.- Numero de hojas por nuez con brotes fructíferos de nogal de la variedad Wichita a 5 años de su plantación.....	37
4.2.4.1.-Efecto del AST sobre el promedio de número de hojas en brotes con fruto por nuez	38
4.2.5.- Longitud de brote.....	39
4.2.5.1.-Tendencia AST y su relación con la longitud de brotes con racimos	40
4.3.-Efecto del vigor en el crecimiento productivo del árbol.....	40
4.3.1.- Numero de racimos por árbol.....	40
4.3.1.1.-Efecto del AST sobre el número de racimos por árbol.....	41
4.3.2.- Numero de nueces por racimo.....	42
4.3.2.1.-Efecto del AST sobre el numero de nueces por racimos.....	43
4.3.3.- Numero de nueces por árbol.....	43
4.3.3.1.-Efecto del AST sobre el numero de nueces por árbol.....	43
4.3.4.- Numero de nueces por área seccional del tronco.....	45
4.3.4.1.-Efecto del AST sobre el número de nueces por cm ² de AST.....	45
4.3.5.-Tamaño de la nuez expresada en gramos de nuez por cm ² de AST.....	46
4.3.5.1.-Efecto del AST sobre los gramos producidos por cm ² de AST.....	47
4.4.- Inicio de producción.....	47
4.4.1.- Relación del AST con el Inicio de producción.....	47
4.4.2.-Efecto del área seccional del tronco sobre kg de nuez por árbol.....	49
4.4.3.-Efecto del AST sobre el numero de nueces por racimos.....	50
V. CONCLUSIÓN.....	53
VI. LITERATURA REVISADA.....	53
VII APÉNDICE	59

INDICE DE CUADROS

	pagina
Cuadro 1 Fructificación en brotes de nogal de diferentes longitudes bajo condiciones de la Comarca Lagunera. CELELA 1995(Arreola, 1990).....	28
Cuadro 2 Efecto del vigor de los arboles (AST) sobre; numero de hojas sobre botes fructíferos; longitud de brote; numero de racimos por árbol y numero de nueces por cm ² de AST. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.....	36
Cuadro 3 Tendencia del efecto del AST sobre el promedio de hojas de brotes con fruto por nuez. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.....	38
Cuadro 4 Efecto del AST sobre el crecimiento vegetativo en longitud de brotes con racimos. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.....	40
Cuadro 5 Efecto del vigor de los arboles sobre la producción de racimos por árbol. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.....	41
Cuadro 6 Efectos del crecimiento del AST sobre la producción de nueces por racimos. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.....	43
Cuadro 7 Efectos del crecimiento del AST sobre la producción de nueces por árbol. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.....	44
Cuadro 8 Efectos del crecimiento del AST sobre la producción de nueces por cm ² de AST. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.....	45
Cuadro 9 Efectos del crecimiento del AST sobre gramos de nueces por cm ² de AST de los arbolitos. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.....	47

INDICE DE FIGURAS

	pagina
Figura 1	34
Figura 2	35
Figura 3	37
Figura 4	39
Figura 5	40
Figura 6	42
Figura 7	43
Figura 8	45
Figura 9	46
Figura 10	48
Figura 11	

crecimiento de área seccional del tronco de nuez pecanera en altas densidades. . En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.....	50
--	----

ÍNDICE DE APÉNDICE

	paginas	
Cuadro 1	Análisis de varianza de la variable AST (área seccional del tronco). En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.....	60
Cuadro 2	Análisis de varianza de la variable. Numero de racimos por árbol. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.....	60
Cuadro 3	Análisis de varianza de la variable. Numero de nueces por racimo. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.....	61
Cuadro 4	Análisis de varianza de la variable. Longitud de brote. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.....	61
Cuadro 5	Análisis de varianza de la variable. Numero de nueces por árbol. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.....	61
Cuadro 6	Análisis de varianza de la variable. Numero de nueces por AST (área seccional del tronco). En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.....	62

I. INTRODUCCIÓN.

México y Estados Unidos son los dos principales productores de nuez en el mundo los cuales alcanzan un 98.2% de la producción total. Australia, Israel y Sudáfrica producen el restante 1.8% (Núñez, 2001).

Las estadísticas nacionales muestran que cuatro estados de la República Mexicana tienen superficies relevantes dedicadas a la producción de nogal. Chihuahua reporta una superficie total de 37,040 hectáreas, siendo Jiménez y Delicias sus principales regiones productoras. Coahuila tiene una superficie de nogal de 10,856 hectáreas y sus principales zonas productoras son los municipios de Parras, Torreón y Matamoros. Nuevo León reporta una superficie total de 4,270 hectáreas y, por último, Durango tiene registrada una superficie de 3,270 hectáreas (SAGARPA 2004).

La nuez (del latín. nux, nucis) es el fruto del nogal. Es una drupa ovoide, de tres o cuatro centímetros de diámetro, con el epicarpio fino y liso, de color verde con pintas negruzcas, el mesocarpio correoso y caedizo, y el endocarpio duro, color pardo, rugoso y dividido en dos mitades simétricas, que encierran la semilla, desprovista de albumen y con dos cotiledones gruesos, comestibles y muy oleaginosos (Encarta, 2005).

Hay que numerosas variables que influyen para que un nogal comience a producir las primeras nueces. Las genéticas del árbol tienen una influencia mayor en cuánto al tiempo que toma para empezar la producción. Algunos árboles son muy

precoces (llevando a una edad joven) mientras otros árboles toman más tiempo. Las variedades; Cheyenne, Chickasaw, Cala y Shoshoni son las variedades muy precoces. Stuart, Schley y Elliott son ejemplos de variedades que generalmente toman mas tiempo para empezar a producir las primeras nueces. (Pyzner, 2000).

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

El PBZ es una triazina cuyas respuestas son ampliamente reportadas por la disminución de la longitud de entrenudos 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).

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

El grado de intensificación del cultivo dependerá del tipo de producción (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 12m a 12 x 12m. 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 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 mas agua, mas energía solar se producen los carbohidratos para el desarrollo y la fructificación de los arboles; por esta razón es prudente considerar una plantación de mas árboles por hectárea en “marco real” con una distancia menor entre arboles (Mc Earchem G. R., 1997, Herrera E., 1993).

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).

Las plantas comienzan a producir a partir del 5° ó 6° año de 40 a 80 kg por ha.

La producción máxima en las plantaciones de nogal pecanero se logra en los primeros años de producción (10 - 15avo año), cuando la relación de hojas y fruto es alta (6-10 hojas por nuez). (Lagarda M. A., 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 en árboles adultos, permiten desarrollar nuevos enfoques de producción y lograr mejores rendimientos (3000 kg/ha) (Lagarda M. A., 2005).

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 2600 kg/ha de nuez (Lagarda M. A., 2005).

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 3 años sobre los 100 árboles por hectárea. (Lagarda M. A., 2005).

Además, incrementar la densidad de plantación, resulta en una menor alternancia en producción y un menor riesgo de germinación de la nuez, con la utilización de nuevas técnicas de manejo del árbol para controlar el tamaño del árbol, con una mejor distribución y exposición del follaje a la luz 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).

1.1 Objetivo

Describir el comportamiento del inicio de fructificación de plantaciones de nogal pecanero bajo un sistema de alta densidad de plantación (6mx6m).

1.2 Metas

Evaluar la Potencialidad de producción del nogal pecanero bajo alta densidad de plantación.

1.3 Hipótesis

Lograr aumento de producción en huertas de nogal pecanero con altas densidades de población.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

México y Estados Unidos son los dos principales productores de nuez en el mundo los cuales alcanzan un 98.2% de la producción total. Australia, Israel y Sudáfrica producen el restante 1.8% (Núñez, 2001).

En México, las zonas productoras de nuez se localizan en los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango y Sonora. La superficie establecida con este cultivo es de aproximadamente 60 mil hectáreas. Para las condiciones de clima de estas zonas productoras de nuez, un rendimiento promedio de 2 a 2.2 toneladas por hectárea es más cercano al límite superior que el árbol puede producir con una almendra aceptable; por arriba de ese valor, el porcentaje de almendra y el tamaño de la nuez invariablemente disminuyen, incrementando significativamente la presencia de nuez germinada y ruezno pegado (Sparks, 1970; Godoy *et al.*, 1999).

2.1.- Aspectos generales del cultivo de nogal pecanero

La nuez (del latín. nux, nucis) es el fruto del nogal. Es una drupa ovoide, de tres o cuatro centímetros de diámetro, con el epicarpio fino y liso, de color verde con pintas negruzcas, el mesocarpio correoso y caedizo, y el endocarpio duro, color pardo, rugoso y dividido en dos mitades simétricas, que encierran la semilla, desprovista de albumen y con dos cotiledones gruesos, comestibles y muy oleaginosos (Encarta, 2005).

2.1.2.- Clasificación taxonómica

Reino: *vegetal*

División: *Espermatofitas*

Subdivisión: *Angiospermas*

Familia: *Junglandaceae*

Genero: *Carya*

Especie: *Illinoensis (koch)*

2.1.3.- variedades

Western Schley

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

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

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

Wichita

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

La liberación de polen coincide en gran parte con la receptibilidad de las flores hembras de la variedad Western Schley.

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

Choctaw

Por ser una cruce de Success y Mahan, el follaje conserva ciertas características de esta última variedad, sin embargo en la maduración del fruto no es tardía como la Mahan, en este aspecto es regularmente precoz, con una buena producción, buen follaje y árbol atractivo. La nuez es de doble propósito para vender en cascara o en almendra. Susceptible a la roña y otras enfermedades

fungosas. La almendra es brillante y suave con un alto contenido de aceite y de un rico sabor. cáscara muy delgada (Núñez, 2001).

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).

2.2.- Fitohormonas

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

El concepto de fitohormona, es decir de sustancias transmisoras de señales en plantas (Taiz L. y Zeiger E.1998).

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 baja concentración dentro de la planta. (www.fitohormonas.com).

2.2.1.- Fitorreguladores

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).

2.2.2.-Uso de reguladores de crecimiento

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 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).

La influencia de reguladores de crecimiento sobre las plantas consiste principalmente en que inhiben el alargamiento de los entrenudos, aunque el

número de los entrenudos 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 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, por lo que la relación de las masas de las raíces con la parte aérea aumenta (Leszek S., 2003).

Fitorreguladores giberelicos.

Las giberelinas se obtienen por medio parcialmente biológico (fermentación) y química (purificación). En las plantas superiores hay muchas giberelinas que en general causan efectos similares pero no en todos los casos, por lo que en experimentación científica se usan GA₃ y GA₇ así como mezclas de diferentes giberelinas (GA_x) en forma de giberelato de potasio (Lira, 1994).

El ácido abscísico (ABA) es uno de los inhibidores del crecimiento mas conocidos y tiene implicaciones muy importantes es el control de las transpiración por los estomas; también provoca absorción o caída de hojas, flores y frutos. (Lira, 1994).

El ABA inhibe el crecimiento de muchas plantas y partes vegetales, según se ha demostrado en coleoptilos, plántulas, discos de hojas, secciones de raíces, hipocotilo y radículas. También se ha demostrado que frecuentemente producen inhibición en el crecimiento de los brotes y las hojas; sin embargo, con frecuencia

se requieren varios tratamientos de ABA, ya que sus efectos duran sólo un breve periodo (Lira, 1994).

Las giberelinas activan la iniciación floral en algunas plantas de día largo, cultivadas durante un fotoperiodo no inductivo; sin embargo, se ha demostrado que el ABA contrarresta estos efectos. Una de las hipótesis indica que el ABA actúa como inhibidor de la floración en hojas de plantas de día largo que crecen en durante días cortos; puede inducir también la floración en algunas plantas de días cortos que crecen bajo condiciones no inductivas. Algunos de estos efectos pueden explicarse con base en el retraso del crecimiento, que disminuye la competencia de las partes vegetativas, con lo que se produce una mayor inducción floral (Lira, 1994).

Prohexadione-calcio (PHD-CA)

Debido a la necesidad de controlar el crecimiento vegetativo de los árboles frutales, existe un elevado interés por el desarrollo de compuestos con actividad inhibidora del crecimiento como el Prohexadione-calcio que pertenece a una nueva generación de inhibidores de biosíntesis de giberelinas, las aciclohexadionas. Se han publicado trabajos describiendo la eficiencia del prohexadione-Ca en la reducción del crecimiento vegetativo en manzano (Lemus, G. 2002).

Reduce el crecimiento vegetativo en manzanos usualmente se aplica cuando los brotes tienen 10cm de largo. PHD-Ca tiene un efecto de corto tiempo. Su acción en las plantas es inhibir la transformación de las giberelinas (Lemus, G. 2002).

Ethephon

Homogeniza la apertura del polen, se adelanta la cosecha. Dadas las características hormonales del producto produce clorosis y abscisión foliar, lo cual resulta de menor importancia dados los efectos benéficos ya mencionados (Lemus, G. 2002).

Cultar

Uso: regulador del crecimiento

Ingrediente activo: 25 % p/v paclobutrazol

Paclobutrazol

El PBZ es una triazina cuyas respuestas son ampliamente reportadas por la disminución de la longitud de entrenudos 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 kaurenico en la secuencia de la biosíntesis de las giberelinas (Samutumwa y Bradley, 1989).

El PBZ en experimentos con frutales adelanto la cosecha entre 1 a 3 meses en comparacion con los testigos, lo cual permite obtener cosechas tempranas. El peso de los frutos obtenidos con tratamientos de PBZ es menor, pero no afecta el calibre o el tamaño exigido en el mercado internacional, lo que aunado al adelanto de la cosecha ofrece a los exportadores de este rubro grandes beneficios económicos, pudiendo concurrir al mercado en época de escasez, cuando se obtienen los mayores precios (Voon *et al.*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 vigor
- e) El uso más eficaz de fertilizante de Nitrógeno
- f) Mejora la calidad del fruto en el crecimiento del retoño excesivo y permitiendo la penetración de la luz del sol, a lo largo del árbol.
- g) Una incidencia más baja de desórdenes en la fruta.

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

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

Las aplicaciones en cantidades no adecuadas, es 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 una solución al problema de la germinación (Lever y Luckwill, 1985).

Aun no se conocen con seguridad el mecanismo de acción de los retardadores del crecimiento. Puesto que frecuentemente los efectos de esos compuestos de las plantas se oponen exactamente a las giberelinas, parece lógico creer que los retardadores actúan como antigiberelinas. Lang y colaboradores, citado por Hartmann y Kester (1989), demostraron la certeza de esa hipótesis en lo que refiere Cicocel (CCC) y al Amo-1618 en el hongo *Fusarium moniliforme* en las plantas superiores. En esos experimentos se bloqueo la síntesis de giberelinas, pero las que ya estaban presentes en los tejidos no fueron afectados.

2.3.- Juvenilidad

La planta joven, proveniente de semilla, es juvenil en todos sus tejidos hasta que llega a la fase de transición. Esta es una etapa improductiva pero de gran actividad vegetativa que transcurre entre la plantación hasta que aparecen las primeras flores fértiles. La duración de esta etapa puede ser de muchos años, por esa razón entre otras, es que para los montes frutales comerciales se utilizan plantas injertadas (Madero *et al.* 2002).

En contraste, con las plantas provenientes de semilla, los portainjerto injertados con variedades comerciales son adultos desde el punto del injerto hacia arriba, razón por la cual entran en producción en pocos años (Bouhier, 1996).

Los nogales pasan por una fase juvenil antes de ser árboles productores. Los árboles juveniles normalmente crecen más rectos con un tronco central dominante. Los árboles injertados saltan mucho la fase juvenil porque la madera del vástago que unió en el arbolito es de un árbol maduro. Los árboles injertados jóvenes tienden a ser más espesos con mucha bifurcación similar al modelo de la bifurcación en los árboles más viejos. Los árboles injertados normalmente desarrollan un tronco central dominante. (Pyzner, 2000).

2.3.1.- Inicio de producción en plantas jóvenes

Las plantas comienzan a producir a partir del 5º ó 6º año de 40 a 80 kg por ha a una distancia de plantación de 12 m x 12 m, implica una densidad por ha de 70 plantas (Madero *et al.* 2002).

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 *et al.* 2002).

A partir del 10º año deberá analizarse la .necesidad de podas de aclareo con el objetivo de evitar el sombreamiento de los arboles y la consecuente pérdida de producción (Madero *et al.* 2002).

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 *et al.* 2002).

En esta etapa el árbol comienza a dar sus primeros frutos pero aún teniendo un gran desarrollo vegetativo. A partir de este momento, si todo es normal, el árbol tiene una producción mayor año a año hasta alcanzar la máxima producción (Bouhier, 1996).

Hay que numerosas variables que influyen para que un nogal comience a producir las primeras nueces. Las genéticas del árbol llevan puesto una influencia mayor cuánto tiempo toma para empezar la producción. Algunos árboles son muy precoces (llevando a una edad joven) mientras otros árboles toman más tiempo. Las variedades; Cheyenne, Chickasaw, Cala y Shoshoni son las variedades muy precoces. Stuart, Schley y Elliott son ejemplos de variedades que generalmente toman mas tiempo para empezar a producir las primeras nueces. (Pyzner, 2000).

Las condiciones crecientes pueden afectar el inicio de producción. Árboles que se plantan en la tierra buena con la humedad adecuada, control de maleza y no apiñó empezará produciendo a una edad más temprana que árboles que crecen en más condiciones del estrés. (Pyzner, 2000).

Un árbol de nogal injertado de 4 a 6 pies alto plantado en un sitio bueno y apropiado generalmente empezará la producción en 6 a 7 años. Las variedades más precoces a veces pueden empezar la producción en 4 a 5 años. Las variedades menos precoces pueden tomar 8 a 10 años para llevar. (Pyzner, 2000).

Un árbol no injertado y las nogales nativas toman a menudo 10 a 15 años para empezar la producción. (Pyzner, 2000).

Las variedades de nogal temprano-productivas necesariamente no son las variedades más buenas para crecer. Ellos empiezan la producción a una edad temprana y generalmente producen las cosechas grandes. Sin embargo, la superproducción lleva a la calidad de la nuez pobre y alternante que llevan como la edad de los árboles (Pyzner, 2000).

Los árboles de nogal pecanero tienen un período de improductividad de 4 a 7 años en los primeros años de plantación; sin embargo, considerando que algunas variedades de nogal pecanero tienen períodos reducidos de inicio de producción como son Wichita, Cherokee, Shoshonee, Western schley, etc., cuyas primeras nueces inician desde el tercer año de plantación, hacen posible la reducción del período improductivo mediante el incremento de la densidad de plantación y con ello alcanzar la producción mas temprana hasta por 2 años (Lagarda M. A., 2007).

Aumentar la población de árboles por ha Implica que se puede reducir el período improductivo, pero si se introduce el concepto de control de tamaño del árbol con prácticas de poda, regulación del crecimiento etc. se controla también otros factores como son aumentar la capacidad productiva (hasta 3500 kg/ha), mejorar el porcentaje de almendra por variedad, reducir los ciclos de alternancia en

producción y reducir los costos de producción por manejo de árboles más pequeños (Lagarda M. A., 2007).

La producción máxima en las plantaciones de nogal pecanero se logra en los primeros años de producción (10 - 15avo año), cuando la relación de hojas y fruto es alta (6-10 hojas por nuez) (Lagarda M. A., 2006).

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, permiten desarrollar nuevos enfoques de producción y lograr mejores rendimientos (3000 kg/ha) (Lagarda M. A., 2006).

La producción potencial de la nuez se logra al momento en que los árboles logran tener su máxima exposición de follaje a la luz y por ello logran su máxima eficiencia productiva de alrededor de 42 g/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 (Lagarda M. A., 2006).

El tamaño de árbol ideal es aquél 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 2600 kg/ha de nuez (Lagarda M. A., 2006).

Adicionalmente, la máxima producción de una plantación de nogal pecanero se logra cuando éstos alcanzan una densidad de 8 a 10 m² de AST/HA, lo que significa que podemos desarrollar formas de control del tamaño de los árboles, de tal forma que ahora se puede generar árboles mas pequeños con menor desarrollo de estructura en tallos, mayor cantidad de árboles por ha, o sea, que este nuevo enfoque obliga a pensar en diseñar la huerta de nogal pecanero con árboles pequeños con menos brazos (un líder central) cuyas dimensiones pueden acomodarse en una densidad de plantación mínima de 6x6m o sea 275 árboles por ha. En donde nuestro arbolito tendrá menor capacidad de producción por árbol (10 -15 kg / árbol) pero la producción por ha, será mayor a la alcanzada con las plantaciones actuales por tener mayor cantidad de hojas expuestas por ha (Lagarda M. A., 2006).

Además, como la carga por árbol es menor, la calidad de la nuez se mejora y se mantiene por un mayor tiempo, por el rejuvenecimiento que se les da a los árboles para mantenerlos bajo control del tamaño. Esta práctica trae consigo también, la posibilidad de reducir a menos del 30% los hábitos de alternancia, por efectos del control de la sobre cosecha y para casos en donde las plantaciones de Western y

Wichita se encuentren en regiones con otoños calientes, la posibilidad de controlar la germinación prematura de la nuez (viviparidad) es más fácil (Lagarda M. A., 2007).

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 3 años sobre los 100 árboles por hectárea (Lagarda M. A.,2006).

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 2005).

2.4.- Densidad de plantación

El grado de intensificación del cultivo dependerá del tipo de producción (madera o fruto) a conseguir (Herrera E. 1993).

Las densidades de plantación que han sido utilizadas para lograr una explotación comercial adecuada en la producción de nuez pecanera, han sido seleccionadas básicamente considerando lo siguiente:

a.- El porte que alcanza a desarrollar el árbol del nogal en forma natural.

b.- El período improductivo del cultivo al inicio de la plantación

c.- La producción potencial de nuez por superficie trabajada.

Las plantaciones en altas densidades que en la actualidad se encuentran en plena producción, son huertas que tienen plantaciones de 12x6, 8x8, 9x9 y otras posibilidades de combinaciones que se puedan hacer. Se ha observado que tienen muy buenos rendimientos y calidad de nuez y ello ha conducido a realizar el cambio de mentalidad para controlar el tamaño de los árboles y quedarse con esa densidad hasta que se observe en que medida es factible mantener los árboles del tamaño que uno selecciona (Lagarda M. A., 2007).

En plantaciones extensivas requieren una densidad de 70 a 90 árboles por hectárea a un marco que puede variar de 10 x 12m a 12 x 12m. Este tipo de plantaciones están destinadas a un aprovechamiento mixto de fruto y madera (Mc Earchem G. R., 1997, Herrrera 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 7m o de 8 x 8m. 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 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 mas agua, mas energía solar, se producen los carbohidratos para el desarrollo y la fructificación de los árboles; por esta razón es prudente considerar una plantación de mas arboles por hectárea en “marco real” con una distancia menor entre árboles (Mc Earchem G. R., 1997, Herrera E., 1993).

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 (12%). (Brisson 1974, Lagarda 1978)

Además, incrementar la densidad de plantación, resulta en una menor alternancia en producción y un menor riesgo de germinación de la nuez, con la utilización de nuevas técnicas de manejo del árbol para controlar el tamaño del árbol, con una mejor distribución y exposición del follaje a la luz 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).

Las perspectivas que se observan sobre los nuevos sistemas de plantación con densidades superiores a los 150 árboles son muy halagüeñas. Ofrece posibilidades amplias de controlar mas las cosechas. Se ha visto que los árboles en plantaciones de 100 árboles por ha, presentan alternancia en la producción del orden de 60%. Esto significa que los rendimientos de nuez fluctúan entre los 2500 kg / ha en el año de producción alta y 1500 en el año de producción baja (Lagarda M. A., 2006).

El diseño de plantación tiene como uno de los 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 los cuales se pueden mencionar el marco real, de diferentes distancias y tresbolillo (Mc Earchem G. R., 1997, Herrera E., 1993).

Se debe tener en cuenta el espaciamiento apropiado que tenga un mayor efecto en la alternancia, al momento de realizar la plantación (Westwood, 1978), pero cuando los árboles ya están y ya se sombrearon uno al otro, lo necesario es

hacer una práctica llamada densidad de crecimiento o eliminación de arboles (Cain, 1970)

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. 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. (Wells y Norman, 1991).

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).

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 1).

Cuadro 1. 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	2.00	2.00
10 - 15	2.00	2.60
25 - 30	4.00	3.20
40 - 45	5.00	5.40
55 - 60	0.00	7.50
70 - 75	- -	6.00

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 1); 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)

El follaje que se encuentra completamente expuesto a la radiación recibe alrededor del 93% de la radiación solar total ($2000 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) y presenta una actividad fotosintética de $12.9 \mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, en tanto que el follaje que se encuentra en el interior de la copa del árbol recibe de 11 a 12 % de la radiación total y una actividad fotosintética de sólo $2 \mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Estos últimos resultados indican que gran parte del follaje del árbol en lugar de trabajar produciendo carbohidratos, se encuentra como hojas parásitas, es decir consumiendo estos azúcares cuando respiran, en lugar de utilizarlos para el

desarrollo y llenado de las nueces o como reserva para el próximo ciclo (Antonio *et al.* 1997).

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, 1970). De igual manera, tanto el peso específico de la hoja, como el peso seco de la nuez se ven afectados (Medina y Fematt, 1991).

Un follaje con una eficiencia tan baja es un factor que afecta significativamente las condiciones para que se presente una fuerte alternancia, misma que puede variar de intensidad año con año. Andersen (1994) reporta que las hojas de nogal alcanzan su máxima capacidad fotosintética a una intensidad luminosa del 75% y cuando ésta se reduce a un 50%, la fijación de CO₂ cae a un 34%. Por otro lado, Worley (1974) menciona que al disminuir la eficiencia fotosintética también se afecta la diferenciación de yemas florales y la acumulación de reservas, lo cual conduce a un pobre amarre de frutos en la primavera siguiente (Sparks, 1974).

Plantaciones de 100 árboles por ha hacia arriba implica la necesidad de controlar el tamaño de los árboles al adecuado a la densidad de la plantación que se encuentre, con prácticas de poda. Ello implica la mejoría en rendimiento de nuez pecanera, reportándose producciones promedio de 2800 a 3500 kg/ha

II. 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)

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)

3.2.- Variedad evaluada

En este experimento se evaluaron árboles de la variedad Wichita plantadas bajo un marco de plantación de 6 m x 6 m con una densidad de 276 plantas por hectárea (sistema intensivo) en el mes de agosto del 2007 a 5 años desde su plantación.

3.3.- Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con 3 tratamientos con 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.

3.4.- 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.

3.5.- Variantes evaluadas

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

- Alto (300 a 400 cm² de área seccional)
- Medio (200 a 300 cm² de área seccional)
- Bajo (100 a 200 cm² de área seccional del tronco)

3.6.-Factores evaluados

Para cada variante se evaluaron los siguientes factores:

3.6.1.-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 cm². (Donde p = perímetro del tronco, r = radio del tronco y a = área del tronco)

3.6.2.-Número de racimos por árbol

Para evaluar la cosecha potencial de los arbolitos 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.

3.6.3.-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 en la época antes de la maduración de las nueces.

3.6.4.-Número de nueces por árbol

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

3.6.5.-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 contenía racimo estos valores fueron tomadas al mismo tiempo que las anteriores (No. De racimos/árbol, No. De nueces/racimo) para cada uno de los árboles evaluados.

3.6.6.-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 uno de los árboles evaluados.

3.6.7.-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 uno de los árboles evaluados.

3.6.8.- Número 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 y el número de brotes fructíferos (brotes con racimo) para cada uno de los árboles evaluados.

3.7.- 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 arboles/ha.
- Cinta métrica
- Libreta de datos
- Pluma

3.8.- Uso de reguladores de crecimiento

Durante el crecimiento anterior se aplicó paclobutrazol como producto fitorregulador en aplicación en banda al suelo alrededor de el 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 sólo se aplicó a los arboles de con mayor vigor.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.-Variedad evaluada

4.1.2.-Wichita

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

4.2.-Efectos en desarrollo vegetativo

4.2.1- Área seccional del tronco

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

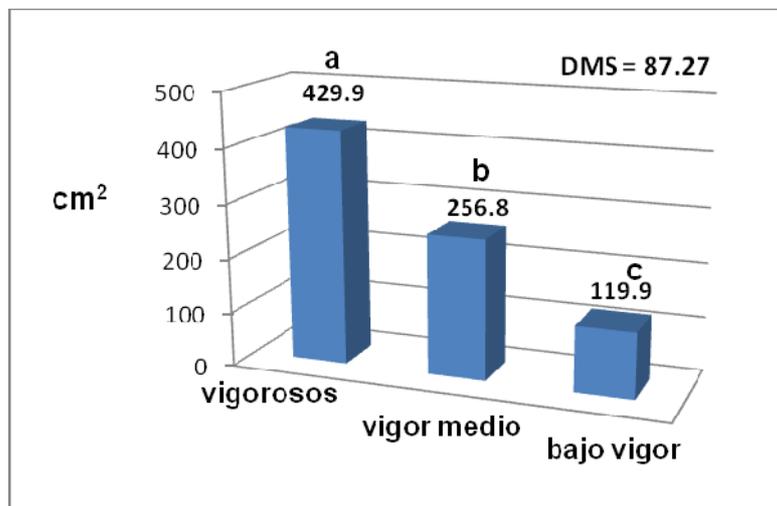


Figura 1. Evolución de la selección de vigor de arboles sobre la acumulación de AST en cm². En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

La selección de árboles con diferente área seccional del tronco para su evaluación nos indicó que en una huerta hay gran variabilidad de crecimiento, como se muestra en la figura 1 y estos arboles se comportan con capacidades diferentes a la entrada en producción, teniendo el inicio de producción con 119.94 cm² de AST, tomando en cuenta que al inicio de producción por efecto de juvenilidad los árboles empeñan gran cantidad de nutrientes para su desarrollo vegetativo.

Tal como lo menciona Madero (2002). La juvenilidad es una etapa improductiva pero de gran actividad vegetativa que transcurre entre la plantación hasta que aparecen las primeras flores fértiles. La duración de esta etapa puede ser de muchos años.

4.2.2.- Número de hojas por racimo

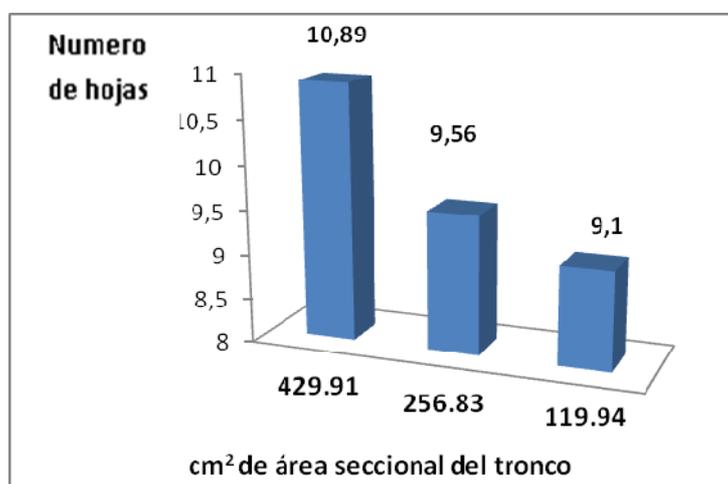


Figura 2 Efecto del vigor de los arbolitos sobre el número de hojas por racimo. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

En la figura 2 podemos observar que el vigor de los arbolitos prácticamente no afecta el número de hojas por racimos ya que existe una relación aproximadamente igual entre el número de hojas por racimos en los tres diferentes vigores de árboles. Teniendo; 10.89 hojas por racimo en arboles de 429.91 cm²; 9.5 hojas por racimo en árboles de 256.83 cm² y 9.1 hojas por racimos en árboles de 119.94 cm² de AST.

4.2.3.-Efecto del vigor de los árboles en sobre variables productivas

AST (cm ²)	hojas sobre brotes fructíferos /AST	L. brote (cm.)	Número de racimos/árbol	Número de nuez/ast
429.91	3	28	121.4	0.94
256.83	1.4	18.4	39.6	0.41
119.94	0.12	3.6	1.6	0.03

Cuadro 2.- Efecto del vigor de los árboles (AST) sobre; número de hojas sobre botes fructíferos; longitud de brote; número de racimos por árbol y número de nueces por cm² de AST. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

Los árboles de la variedad Wichita comienzan su producción con 119.91 cm² de AST, de ahí en adelante el crecimiento secuencial del AST tiene como efecto en los arbolitos un incremento de; hojas fructíferas; longitud de brote; número de racimos por árbol y el promedio de nueces por cm² de AST. Esto implica que a mayor vigor tenemos más producción vegetativa y productiva. Lo que indica mayor rendimiento en producción de nuez.

4.2.4.- Número de hojas por nuez con brotes fructíferos de nogal de la variedad Wichita a 5 años de su plantación

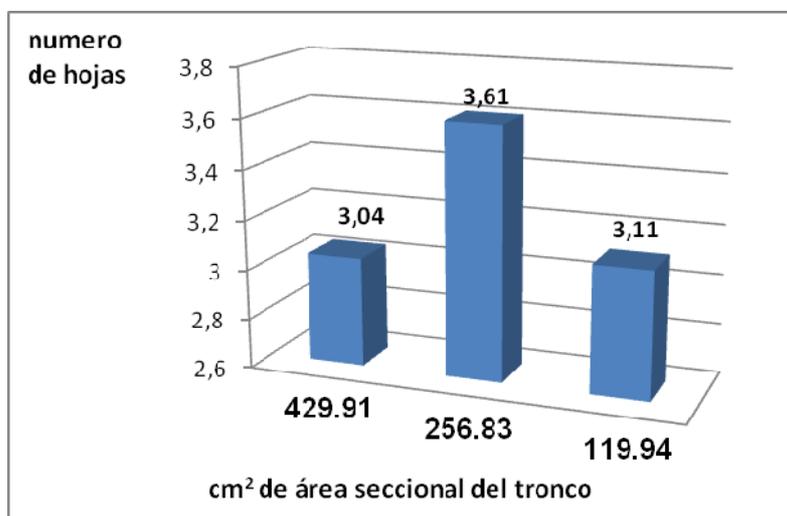


Figura 3. Efecto del vigor de los arboles en cm² de AST sobre el número de hojas promedio por nuez. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

En la figura 3 se observa que el vigor de los árboles no afecta la relación hoja-fruto ya que presentan valores aproximadamente iguales; 3.04 para los arbolitos de 429.91 cm², 3.6 para los arbolitos de mediano vigor 256.83 cm² y 3.1 para los arbolitos de bajo vigor 119.94 cm² de AST.

Según Arreola (1990) los brotes que fructifican tienen una relación de 2-5 hojas por fruto y en consecuencia una producción de frutos al año siguiente.

Esto indica que los arbolitos evaluados tienen ya la capacidad productiva en los tres diferentes vigores y que no se modifica con el incremento del vigor de los mismos.

4.2.4.1.-Efecto del AST sobre el promedio de número de hojas en brotes con fruto por nuez

AST (cm ²)	Número de hojas x nuez	Relación: numero de hoja x nuez/AST
429.91	3.04	3.04/429.91
256.83	3.61	3.61/256.83
119.94	3.11	3.11/119.94

Cuadro 3.- Tendencia del efecto del AST sobre el promedio de hojas de brotes con fruto por nuez. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

En el cuadro 3 se presentan los valores promedio de hojas por nuez, el cual indica que para la producción de nueces en los tres diferentes vigores de planta tienen la misma cantidad de hojas por nuez producida, lo que implica que la producción de hojas sobre brotes fructíferos no se modifica con el incremento del vigor de los árboles.

4.2.5.- longitud de brote

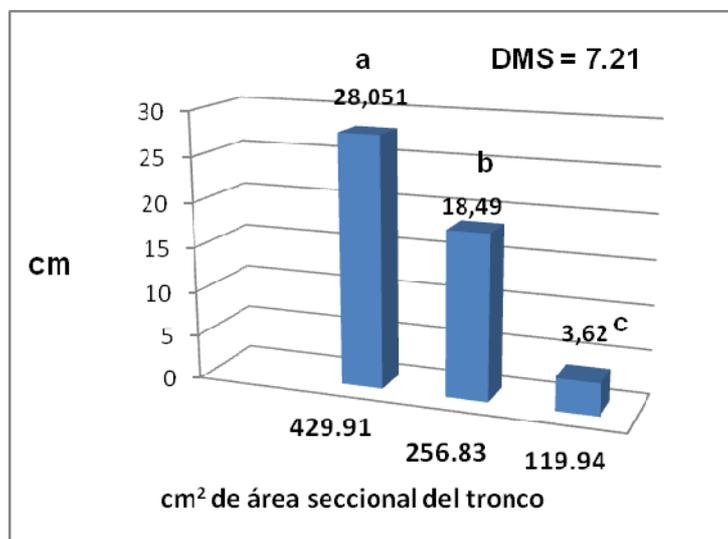


Figura 4. Efecto del vigor de los árboles (AST) sobre la longitud de brote por árbol. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

Los valores para longitud de brote para los tres vigores de planta presentan diferencias altamente significativas, teniendo mayor rendimiento en longitud de brote, los árboles de mayor vigor. Esto implica la potencialidad de crecimiento y reserva de que depende el árbol, de acuerdo a su vigor.

Según Arreola (1990) la producción de nuez en el cultivar Wichita se obtiene en los brotes fructíferos cuya longitud es igual o menor a los 60 cm (Cuadro 1).

4.2.5.1.-Tendencia AST y su relación con la longitud de brotes con RACIMOS

AST (cm ²)	Longitud de brote (cm).	Relación: Longitud de brote/ast
429.91	28.05 cm.	28.05/429.91
256.83	18.49 cm.	18.49/256.83
119.94	3.62 cm.	3.62/119.94

Cuadro 4.- Efecto del AST sobre el crecimiento vegetativo en longitud de brotes con racimos. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

Los árboles de mayor vigor tienen mayor capacidad de producción y reserva ya que a mayor vigor los árboles tienen mayor crecimiento en longitud de brotes productivos tal como se muestra en el cuadro número 3. Teniendo; 28.05 cm para los árboles de mayor vigor (429.91 cm²); 18.49 cm para árboles de mediano vigor (256.83 cm²) y 3.62 cm para árboles de bajo vigor (119.94).

4.3.-Efecto del vigor en el crecimiento productivo del árbol

4.3.1.- Número de racimos por árbol

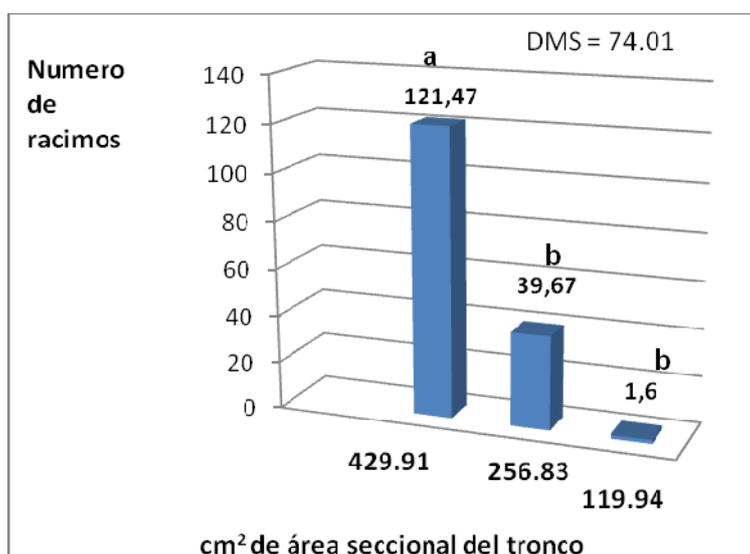


Figura 5. Efecto del vigor de los árboles (AST) sobre el número de racimos por árbol. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

En la grafica 5 se presentan los resultados del análisis de varianza para el número de racimos por árbol mostrándose diferencias altamente significativas entre los árboles de mayor vigor (429.91 cm²) y los árboles de mediano y bajo vigor (256.83 cm² y 119.94 cm² respectivamente) el cual de los tres tratamientos los árboles de mayor vigor presentan mayor capacidad de crecimiento y por lo tanto mayor producción.

4.3.1.1.-Efecto del AST sobre el número de racimos por árbol

AST (cm ²)	Número de racimos/árbol	Relación: número de racimos por árbol/AST
429.91	121.47	121.47/429.91
256.83	39.67	39.67/256.83
119.94	1.6	1.6/119.94

Cuadro 5.- Efecto del vigor de los árboles sobre la producción de racimos por árbol. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

AST y el número de racimos por árbol presentan diferencias altamente significativas, el cual existe una correlación significativa entre el AST y el número de racimos por árbol ya que a mayor AST tenemos como resultado mayor número de racimos por árbol, esto significa mayor producción para los árboles.

4.3.2.-Número de nueces por racimo

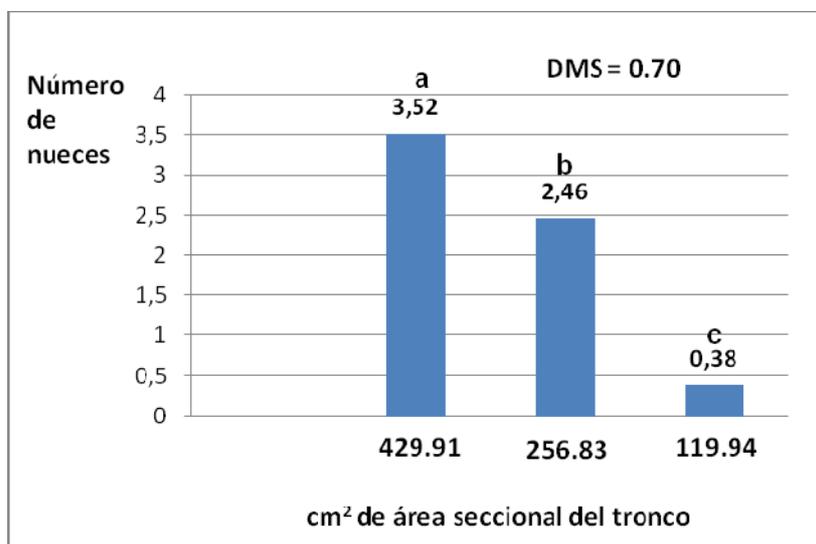


Figura 6. Efecto del vigor de los árboles (AST) sobre el rendimiento de nueces por racimo. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

En la figura 6 se observa significancia entre los tres tratamientos en el cual los árboles de mayor vigor sobresale de los tratamientos con vigores menores, esto indica que los brotes fructíferos tienen mayor capacidad productiva en arboles con mayor vigor que los arbolitos de vigor mediano y vigor bajo.

Lo anterior nos indica que los árboles incrementan su capacidad productiva en relación al vigor de los árboles ya que el número de nueces por racimo incrementa a medida que incrementa el vigor de los árboles (cm² de AST)

4.3.2.1.-Efecto del AST sobre el número de nueces por racimos

ast (cm ²)	Número de nuez/racimo	Relación: numero de nueces por racimo/AST
429.91	3.52	3.5/429.91
256.83	2.46	2.5/256.83
119.94	0.38	0.4/119.94

Cuadro 6.- efectos del crecimiento del AST sobre la producción de nueces por racimos. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

El número de nueces por racimo aumenta a medida que aumenta el vigor de lo arboles tal como se presenta en el cuadro número 6. Esto indica que los arboles de bajo vigor (119.94 cm²) tienen menor capacidad productiva y que incrementa a medida que aumenta su área seccional del tronco.

4.3.3.- Número de nueces por árbol

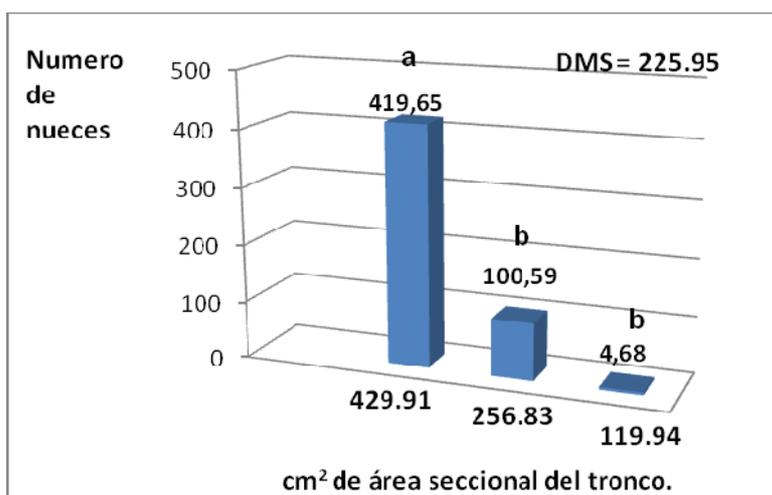


Figura 7. Efecto del vigor de los árboles (AST) sobre el número de nueces por árbol. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

En la figura 7 se presenta el análisis de varianza para los tres tratamientos el cual existió diferencia altamente significativa entre los árboles de mayor vigor comparado con los árboles de menor vigor.

4.3.3.1.-Efecto del AST sobre el número de nueces por árbol

AST	NUEZ/ARBOL	RELACIÓN
429.91	419.65	419.65/429.91
256.83	100.59	100/256.83
119.94	4.68	4.68/119.94

Cuadro 7.- efectos del crecimiento del AST sobre la producción de nueces por árbol. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

En análisis estadístico de AST encontramos varianzas altamente significativas entre los tres tratamientos, caso contrario para nueces por árbol donde encontramos diferencia significativa en árboles de mayor vigor, correlacionando AST y nueces por árbol, indica que los árboles de mayor vigor en relación al crecimiento en CM^2 de AST tienen mayor producción de nueces, dicho en otras palabras mayor rendimiento productivo.

4.3.4.- Numero de nueces por área seccional del tronco

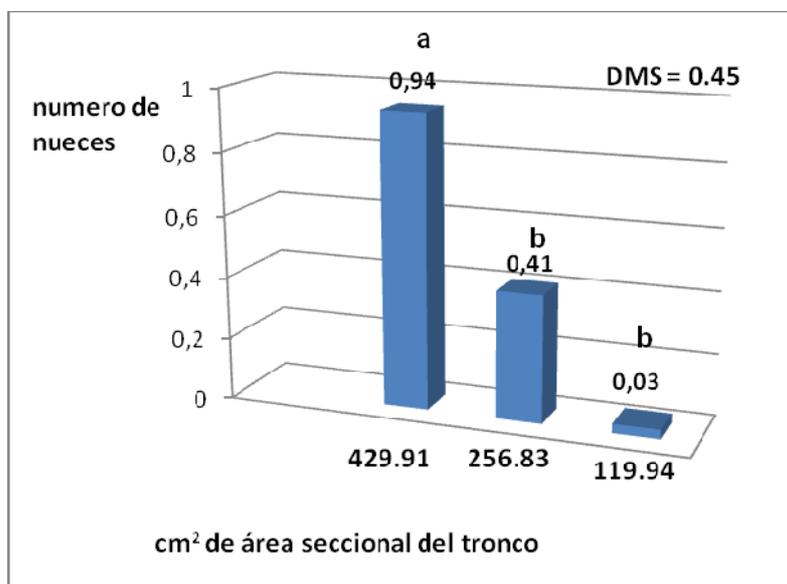


Figura 8. Efecto del vigor del árbol sobre el número de nueces por área seccional del tronco. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

Las plantas de mayor vigor presentan diferencia significativa comparada con las plantas de menor vigor tal como lo muestra la figura 8.

4.3.4.1.-Efecto del AST sobre el número de nueces por cm² de AST.

AST (cm ²)	NUEZ/cm ² AST	RELACIÓN
429.91	0.94	0.94/429.91
256.83	0.41	0.41/256.83
119.94	0.03	0.03/119.94

Cuadro 8.- efectos del crecimiento del AST sobre la producción de nueces por cm² de AST. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

Existe correlación significativa entre AST y medias de nueces por AST, ya que realizar la prueba de significancia encontramos que a mayor AST tenemos mayor producción de nueces por cm^2 de AST, lo que indica existe una fuerte correlación entre dichos factores productivos. Esto indica que los árboles a mayor vigor tienen mayor capacidad productiva, ya que a mayor vigor en cm^2 de área seccional del tronco encontramos: mayor producción de hojas; más brotes fructíferos; más racimos; más nueces, por lo tanto tenemos mayor producción.

4.3.5.-Tamaño de la nuez expresada en gramos de nuez por cm^2 de AST

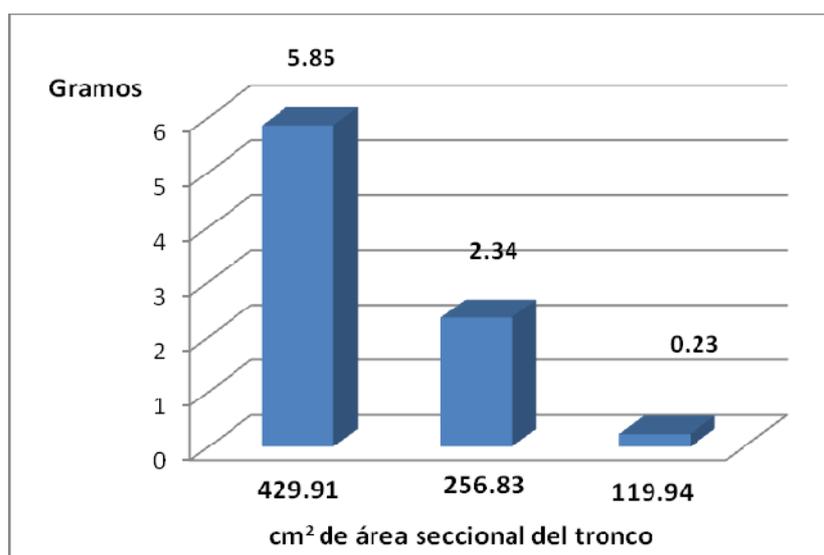


Figura 9. Efecto del vigor de los árboles (AST) sobre los gramos promedio de nueces por cm^2 de AST. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

En la figura 9 se muestra las diferencias productivas de cada vigor de los árboles evaluados, teniendo que; en los árboles de mayor vigor tienen más poder productivo ya que en el se encuentran los resultados más altos del promedio de gramos de nueces producidas por cm^2 de AST.

4.3.5.1.-Efecto del AST sobre los gramos producidos por cm² de AST

AST (cm ²)	GR. DE NUECES /CM ² DE AST	RELACIÓN
429.91	5.85	5.8/429.91
256.83	2.34	2.3/256.83
119.94	0.23	0.2/119.94

Cuadro 9.- Efectos del crecimiento del AST sobre gramos de nueces por cm² de AST de los arbolitos. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

La producción de gramos de nueces por cm² de AST en correlación con el AST de los arboles evaluados, indica mayor cantidad de gramos producidos por cm² de AST para las plantas de mayor vigor de AST. Lo que en otras palabras podemos decir que un árbol con mayor AST produce más kg de nueces.

4.4.-Inicio de producción

4.4.1.- Relación del AST con el Inicio de producción

Según Lagarda (2007) el nogal pecanero tiene un periodo improductivo de 4 a 7 años en los primeros años después de su plantación y que se puede reducir este tiempo utilizando variedades más precoces conjugados con una alta densidad teniendo como resultado un adelanto hasta por 2 años.

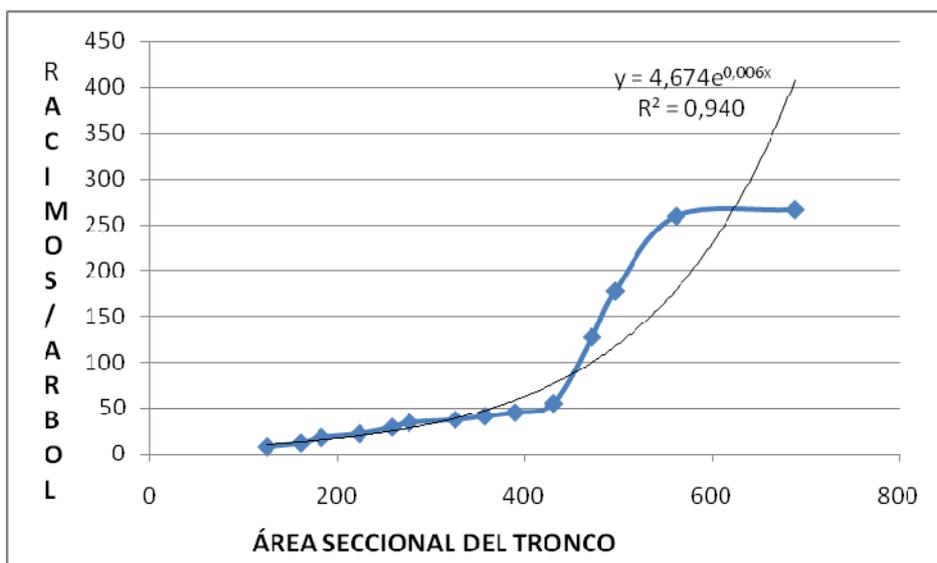


Figura 10. Tendencia de producción en número de racimos por árbol en relación al incremento del área seccional del tronco en nuez pecanera en altas densidades. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

Aumentar la población de árboles por ha Implica que se puede reducir el período improductivo (Lagarda M. A., 2006).

La figura 10 muestra la tendencia del inicio de producción de nogal pecanero bajo un sistema intensivo con un marco de plantación de 6 x 6m con una densidad de 276 plantas por hectárea con una edad de 5 años de su plantación. El cual muestra un incremento en el número de racimos por árbol en relación con el área seccional del tronco.

La producción de nuez en su 5º año después de su plantación con un área seccional del tronco mínimo de 124.86cm² y la máxima en 688.61cm², con 171gr

y 6,021 kg de nuez respectivamente. Esto significa un rendimiento de 10.3 gr /cm² de AST.

Lo anterior nos indica que al incrementar la densidad de plantación logramos reducir años improductivos ya que logramos que los árboles produzcan al 5º año el cual coincide con lo dicho por (Lagarda M. A).

4.4.2.-Efecto del área seccional del tronco sobre kg de nuez por árbol

La máxima producción de una plantación de nogal pecanero se logra cuando éstos alcanzan una densidad de 8 a 10 m² de AST/HA en plantaciones convencionales con una densidad de 100 arboles por hectárea (Lagarda M. A., 2007).

Esto significa que para plantaciones intensivas con una densidad de 276 árboles por hectárea para obtener los mejores rendimientos debe tener una área seccional del tronco entre 289.8 - 362.3 cm². Produciendo de 2.95 – 3.69kg de nueces por árbol respectivamente.

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 (Lagarda M. A., 2007).

Lo anterior no concuerda con los resultados obtenidos ya que para los valores de cm² de AST; 200cm² se tienen 2.04kg y para 250cm² se obtuvieron 2.55kg de nuez por árbol. Estos resultados nos aleja en 80 – 75% respectivamente para lograr dichos rendimientos.

Los parámetros dichos por (Lagarda M. A., 2007). son investigaciones documentadas para plantaciones en sistema convencional y con años de producción. No podemos comparar con los resultados obtenidos en esta plantación ya que dicha huerta está bajo un sistema intensivo, con altas densidades y con 5 años de su plantación, el cual indica que son los primeros años de producción, para el cual el árbol necesita mas cm^2 para producir nueces ya que parte de sus nutrientes los invierte en desarrollo vegetativo, caso contrario con los árboles maduros que la mayor parte de sus reservas d nutrientes son destinados para la producción y una mínima parte para crecimiento vegetativo

4.4.3.-Efecto del AST sobre el número de nueces por racimos

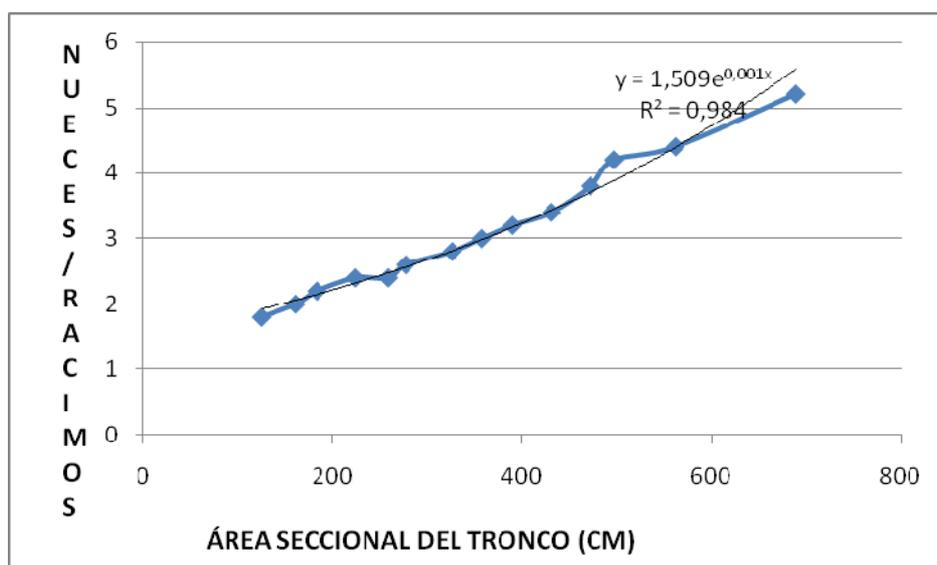


Figura 11. Tendencia en la producción de nueces por racimo en relación al crecimiento de área seccional del tronco de nuez pecanera en altas densidades. . En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

En la figura 11 podemos apreciar un alto grado de significancia en el rendimiento de número de nueces por racimo por árbol en relación con la tendencia creciente del área seccional del tronco. Esto nos indica que en mayor cantidad de cm^2 de área seccional del tronco tenemos más nueces por racimos por árbol.

V. CONCLUSIÓN

Los árboles de nogal se comportan con capacidades diferentes a la entrada de producción ya que gran parte de su producción de nutrientes lo empeñan en crecimiento vegetativo.

La variedad Wichita de nogal pecanero inicia su producción cuando su AST es mayor a 120 cm^2

El vigor de los árboles no afecta la relación hoja/racimo y hoja/fruto ya que presentaron valores iguales para cada uno de los tres vigores evaluados.

Cuando el AST aumente también aumenta la longitud de los brotes.

Los árboles a mayor vigor tienen mayor capacidad productiva, ya que a mayor vigor en cm^2 de área seccional del tronco encontramos: mayor producción de hojas; más brotes fructíferos; más racimos; más nueces por racimo y más nueces por árbol. Por lo tanto tenemos mayor producción.

VI LITERATURA REVISADA

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

Bouhier. A., 1996. Faces de la vida de un árbol El nogal. Fruticultura 8

Brison, F. R. 1974. Pecan cultura. Capital printing. Austin, Texas, USA.

Cain, J. C. 1970 Optimum tree density for apple orchard. Hortscience 5:232-234.

Encarta, 2005

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

Estación Experimental Agropecuaria Delta del Paraná.

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.

Hartman, H. T. y Kester, D. E., 1989. México, propagación de plantas. Segunda edición. Editorial CECSA. P.P. 138 – 140

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

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

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

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

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

Lemus, G. 2002. El nogal en Chile. Lemus, G. (ed.). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina. Fundación para Innovación Agraria.

Leszek S. J., 2003. Reguladores de crecimiento desarrollo y resistencia en plantas. Pag. 248,249.

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

Lira, S. R. H. 1994. Fisiología cegetal. Mexico. Editorial trillas. P.p. 193_203.

Madero E. y Frusso E., 2002, Desarrollo del Cultivo de la Nuez Pecan en la Argentina, Estación Experimental Agropecuaria INTA Delta del Paraná (INTA), Buenos Aires, AR, pp. 32.

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

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

Medina M. y Fematt, G.F. 1991. Información Técnica Agraria, Vol. 88V N.º 3,167-181.

Medina M., Ma. del C. 1998. Marco de referencia regional del cultivo del nogal en la Comarca Lagunera. Informe de Investigación del Nogal. CIFAP-Comarca Lagunera. INIFAP.

Núñez, A. 2001. Cadena de producción en el cultivo del nogal pecanero en México y Estados Unidos.

Pyzner, J. 2000. LSU la pecana de AgCenter y especialista de extensión de fruta

Reid W. 2006. A fresh look at native spacing. Pecan south vol. 38(12):4-6.

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

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

Samutuma, L. and Bradley, H. T.; 1989. Growth and development of young trees as influenced by foliar spray of paclobutrazon of XE-109. Hortsciencie 24 (1). P.p. 65-68.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2004). "Sistema integral de información agroalimentaria y pesquera: Fichas por Estado". SAGARPA. México.

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

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

Taiz L. y Zeiger. 1998. Plant Physiology. 2nd. Edition. Sinauer Associates Inc. Pub., Sunderland, Massachusetts, USA, pp. 793.

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

Wells, J.M. y Norman, J.M. 1991. Instrument for indirect measurements of canopy architecture. Agronomy Journal 83(5):818-825.

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

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. Fundamenal principles regulating the development of canopy management strategies for pecan orchards. 34th.WPCF. N. Mex. proceedings. 81 - 92.

Woley, R, E., 1974. Pecan yield, quality, nutlet set and spring growth as a response to time of fall defoliation. J. Amer. Soc. Hort. Scie. 107:47-50

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 Stoley, J. B., 1983 Preharvest germination of pecan Hrtsience.

www.fitohormonas.com).

VII Apéndice

***, **: Significativo al 5% y altamente significativo al 1%.**

NS = No significativo

Cuadro 1.- Análisis de varianza de la variable AST (área seccional del tronco). En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	F	Pr<F
Tratamiento	2	721456.1740	360728.0870	39.97	0.0001 **
Error	42	379003.8430	9023.9010		
total	44	1100460.0170			

Cuadro 2.- Análisis de varianza de la variable. Numero de racimos por árbol. En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	F	Pr<F
Tratamiento	2	112540.2756	56270.1378	8.08	0.0011 **
Error	42	292340.6250	6960.4910		
total	44	404880.9007			

Cuadro 3.- Análisis de varianza de la variable. Numero de nueces por racimo.

En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	F	Pr<F
Tratamiento	2	76.2232	38.1116	60.85	0.0001**
Error	42	26.3046	0.6263		
total	44	102.5278			

Cuadro 4.- Análisis de varianza de la variable. Longitud de brote. En la

variedad Wichita. UAAAN – 2008.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	F	Pr<F
Tratamiento	2	4544.4037	2272.2018	34.37	0.0001**
Error	42	2776.4289	66.1054		
total	44	7320.8326			

Cuadro 5.- Análisis de varianza de la variable. Numero de nueces por arbol.

En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	F	Pr<F
Tratamiento	2	1416018.0417	708009.0208	10.91	0.0002**
Error	42	2724657.4569	64872.7965		
total	44	4140675.4987			

Cuadro 6.- Análisis de varianza de la variable. Numero de nueces por AST (área seccional del tronco). En la variedad Wichita. UAAAN – 2008.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	F	Pr<F
Tratamiento	2	6.2338	3.1169	11.72	0.0001**
Error	42	11.1739	0.2660		
total	44	17.4078			