

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE LOS REGULADORES DE  
CRECIMIENTO CULTAR (PACLOBUTRAZOL) Y APOGEE  
(PROHEXADIONE-CALCIO) SOBRE EL INICIO EN LA  
PRODUCCIÓN DE LA NUEZ.  
POR**

**Juan Carlos Esquivel jaquez**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**Torreón, Coahuila, México**

**Diciembre del 2008**

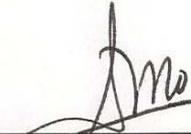
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

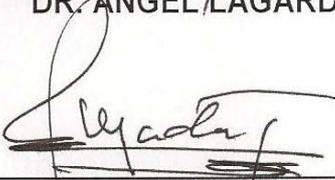
JUAN CARLOS ESQUIVEL JAQUEZ

APROVADO POR:

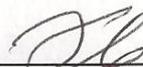
ASESOR PRINCIPAL:

  
DR. ANGEL LAGARDA MURRIETA

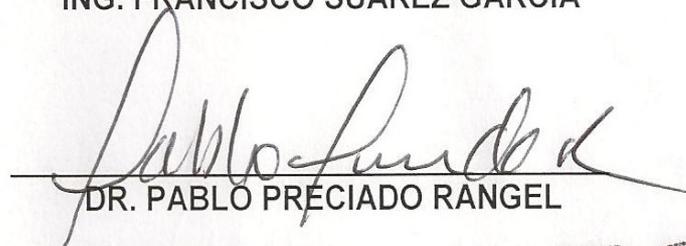
ASESOR:

  
DR. EDUARDO MADERO TAMARGO

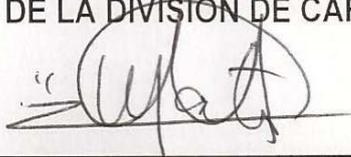
ASESOR:

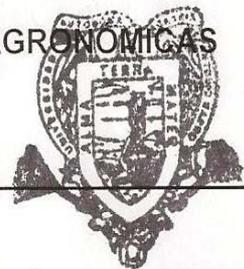
  
ING. FRANCISCO SUAREZ GARCIA

ASESOR:

  
DR. PABLO PRECIADO RANGEL

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Febrero del 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

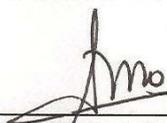
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JUAN CARLOS ESQUIVEL JAQUEZ QUE SOMETE A  
LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

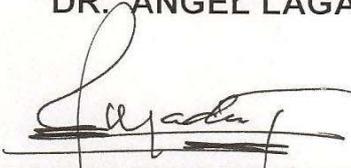
INGENIERO AGRONOMO HORTICULTURA.

APROBADA POR

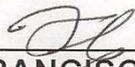
PRESIDENTE:

  
DR. ANGEL LAGARDA MURRIETA

VOCAL:

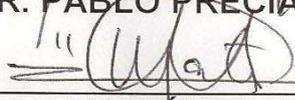
  
DR. EDUARDO MADERO TAMARGO

VOCAL:

  
ING. FRANCISCO SUAREZ GARCIA

VOCAL SUPLENTE:

  
DR. PABLO PRECIADO RANGEL

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



Torreón, Coahuila, México

Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas  
Febrero del 2009

## **DEDICATORIAS**

### **A DIOS:**

Gracias padre por darme la vida y darme los padres mas buenos del mundo, por darme la paciencia y la sabiduría de manejar esos momentos difíciles de esta vida.

### **A MIS PADRES:**

**Domingo Esquivel Favela y Carlota Jaquez Machado**, por ser mis padres en esta vida y estar con migo en todo momento, gracias papas por apoyarme en mi carrera este logro es de ustedes por apoyarme y confiar en mi en todo momento hoy solo me queda darles las gracias y decirles que aquí esta la prueba de que no les falle al poner su confianza en mi donde quiera que estén siempre estarán en mi mente y mi corazón.

### **A MIS HERMANOS:**

**Mario, Sofía, Ana Isabel, Eduardo, Irene, Rosa María, Tania** gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho este logro es de ustedes también. A mis cuñados y cuñadas por su apoyo en todo momento.

### **A MIS SOBRINOS:**

**Máyela Isabel, Jesús Fernando, América, Mario, Elyn Alberto, Larissa, Ed jael, Eduardo, Azul, Karla, Denis, Susan, Óscar**, gracias por su apoyo y cariño.

### **A TODOS MIS FAMILIARES:**

Gracias a todos ustedes por su apoyo por estar conmigo en las buenas y en las malas.

## AGRADECIMIENTOS

A mi “**Alma Terra Mater**”. Por permitirme realizarme como profesionista y cobijarme durante cuatro años y medio de mi carrera.

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

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

**A mis profesores.** Al M.C. Jaime Lozano García, Dr. Pedro Cano Ríos, M.C. Víctor Martínez Cueto, y a todos aquellos profesores que colaboraron en mi formación profesional, por haberme brindado sus conocimientos durante la carrera.

**A mis compañeros de grupo.** Por permitirme compartir cuatro años de alegrías y tristezas gracias por brindarme su amistad.

**A mis amigos de la universidad.** Vero, Juanito, Carlos, tacho y Nelson, porque gracias a ellos descubrí la verdadera amistad, la amistad no se compra se gana y ustedes se ganaron mi amistad, cariño, y respeto, gracias por estar conmigo, por aconsejarme, regañarme, compartir risas y llanto.

**A mis amigos.** El M.C. Lucio Leos, Oralia, Patricia, Dionisio, Tonantzin, Lupita y todos aquellos que de una u otra forma me brindaron su confianza, amistad, cariño, comprensión y apoyo, por estar con migo en las buenas y las malas.

**A la familia García.** Gracias por brindarme su amistad, por haberme abierto las puertas de su casa sin conocerme, por su comprensión y cariño y por la gran calidad humana de todos ustedes no me queda más que agradecerles.

**A Tonantzin** por estar conmigo en los momentos mas difíciles de la carrera, por escucharme y comprenderme por todo esto muchas gracias nunca te voy a olvidar siempre te llevare en mi mente y mi corazón.

## RESUMEN

El presente experimento consiste en evaluar dos productos de reguladores de crecimiento en árboles jóvenes de nogal pecanero de las variedades Western y Wichita. Con el objetivo de evaluar si los reguladores nos ayudan a adelantar el inicio de producción de la nuez, aumentar el rendimiento/ha., con una calidad en la almendra mayor al 50%.

El nogal pecanero (*Carya ilinoensis* Koch), es uno de los frutales de mayor importancia y rentable en el norte de México y sur de los Estados Unidos, uno de los mayores inconvenientes que presenta el nogal es su tiempo improductivo ya que va desde los 4 hasta los 7 años para empezar a producir.

La investigación se llevo a cabo durante el año 2007 – 2008. El experimento fue realizado en el rancho Tierra Blanca municipio de Matamoros Coahuila. El municipio de Matamoros se localiza en el suroeste del estado de Coahuila, en las coordenadas 103°13'42" longitud oeste y 25° 31'41" latitud norte, a una altura de 1,100 metros sobre el nivel del mar.

El trabajo consistió en evaluar los siguientes factores: 2 variedades (Wichita y western), 2 productos (Cultar y Apogee) y 3 dosis (0ppm, 2ppm, 4ppm).

Las variables que se evaluaron en el experimento fueron: Área seccional del tronco, Número de brotes/árbol, Longitud de brotes/árbol, Número de hojas/árbol Número de frutos/árbol.

Los resultados obtenidos de este experimento nos indican que los reguladores no influyen en la producción de nuez mas temprana, pero si tienen un efecto la longitud de los brotes, ya que acorta los entrenudos.

Se recomienda que se sigan evaluando estos productos, cuando los árboles tengan más edad ya que al momento de la aplicación de los reguladores los árboles tenían 4 años de que se habían trasplantado.

**Palabras claves:** nogal pecanero, reguladores de crecimiento, producción.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIAS.....	i
AGRTADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	iv
INDICE GENERAL.....	vi
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE APENDICES.....	xiv
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivo.....	4
1.2. Hipótesis.....	4
1.3. Meta.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Origen.....	5
2.1.1. Principales estados productores de nogal en México.....	5
2.2. Aspectos generales del nogal pecanero.....	6
2.2.1. Clasificación taxonómica. (Arreola et al., 2002).....	6
2.2.2. Descripción Botánica.....	6
2.2.3. Árbol.....	6
2.2.4. Raíz.....	7
2.2.5. Tronco y ramas.....	7
2.2.6. Hojas.....	7
2.2.7. Flores.....	8
2.2.8. Frutos.....	8

2.3. Variedades.....	8
2.3.1 requerimientos de horas frío para las variedades cultivadas en México.....	9
2.3.2. Descripción de las variedades.....	9
2.3.2.1. Western schley.....	9
2.3.2.2. Wichita.....	10
2.3.2.3. Choctaw. ....	10
2.3.2.4. Cheyenne.....	10
2.4. Importancia del cultivo.....	11
2.4.1. Aspecto natural del nogal.....	11
2.4.2. Composición de la nuez.....	12
2.5. Marcos de plantación.....	13
2.5.1 Diseño de plantación.....	14
2.5.2 Establecimiento de altas densidades de plantación en huertas de nogal.....	15
2.6. Requerimientos climáticos, edáficos e hídricos.....	16
2.6.1. Temperatura.....	16
2.6.2. Hídricos. ....	16
2.6.3. Suelo.....	17
2.6.4. Luz.....	17
2.7. Fitohormonas.....	18
2.7.1. Auxinas.....	18
2.7.2. Citocininas.....	19
2.7.3. Giberelinas.....	19
2.7.4. Etileno.....	19
2.7.5. Acido abscisico.....	19
2.8. Reguladores de crecimiento (RDC).....	19

2.8.1 Los RDC se usan fundamentalmente para:.....	21
2.9. Uso de reguladores de crecimiento.....	22
2.9.1. Paclobutrazol (PBZ) (Cultar).....	22
2.9.2. Prohexadione – calcio (PHD-Ca) (Apogee).....	23
2.9.3. Ehtephon.....	24
III.- MATERIALES Y METODOS.....	25
3.1. Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera.....	25
3.2. Características climatológicas.....	25
3.3. Localización del experimento.....	25
3.4 Diseño experimental utilizado.....	25
3.5. Manejo del cultivo.....	26
3.5.1. Localización de los árboles de nogal pecanero.....	26
3.5.2. Etiquetado de los árboles de nogal .....	27
3.5.3. Aplicación de los reguladores de crecimiento. ....	27
3.5.4. Aplicación de cultar.....	27
3.5.5. Aplicación de Apogee.....	28
3.6. Variables a evaluar. ....	29
3.6.1. Área seccional del tronco.....	29
3.6.2. Numero de brotes/árbol.....	29
3.6.3. Longitud de brotes/árbol.....	29
3.6.4. Numero de hojas por árbol.....	29
3.6.5. Numero de frutos.....	29
3.6.6. Análisis estadístico.....	30

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1. Resultados obtenidos sobre el efecto de los reguladores de crecimiento para reducir el tiempo improductivo en el cultivo del nogal pecanero.....	31
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
VI. LITERATURA CITADA.....	47
VII.-APENDICES DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ESTE EXPERIMENTO.....	51

## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro 2.1. Principales estados productores de nogal en México...6	
Cuadro. 2.2. Composición nutritiva de la nuez.....12	
Cuadro 3.1. Descripción de los tratamientos en nogal para evaluar los reguladores de crecimiento en cosecha.....26	

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 4.1</b> Crecimiento del área seccional del tronco (AST) en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.....	31
<b>Figura 4.2</b> Diferentes longitudes de brotes/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.....	32
<b>Figura 4.3</b> Número de brotes/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.....	33
<b>Figura 4.4</b> Número de hojas/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.....	34
<b>Figura 4.5</b> Número de frutos, en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL.2007.....	35
<b>Figura 4.6</b> Efecto de las diferentes dosis de los dos productos en el área seccional del tronco (AST) en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.....	36

<b>Figura 4.7</b> Efecto de la dosis de los productos de 0,2 y 4 ppm. en el numero de brotes/ árbol, productivos en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.....	37
<b>Figura 4.8</b> Efecto de la dosis de los productos de 0,2 y 4 ppm. en el numero de brotes/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.....	38
<b>Figura 4.9</b> Efecto de la dosis de los productos de 0,2 y 4 ppm. en el numero de hojas/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.....	39
<b>Figura 4.10</b> Efecto de la dosis de los productos de 0,2 y 4 ppm. en el numero de frutos/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.....	40
<b>Figura 4.11</b> Efecto de la aplicación de los productos para el AST en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.....	41

**Figura 4.12** Efecto de la aplicación de los productos para el número de brotes/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.....42

**Figura 4.13** Efecto de la aplicación de los productos para el número total de brotes/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.....43

**Figura 4.14** Efecto de la aplicación de los productos para el # de hojas/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.....44

**Figura 4.15** Efecto de la aplicación de los productos para el número de frutos/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.....45

## INDICE DE APENDICES

Cuadro 7.1.A. Análisis de varianza para la variable área seccional del tronco 1.....	51
Cuadro 7.2.A. Análisis de varianza para la variable área seccional del tronco 2.....	51
Cuadro 7.3.A. Análisis de varianza para la variable área seccional del tronco 3.....	51
Cuadro 7.4.A. Análisis de varianza para la variable de brotes < de 5 cm.....	52
Cuadro 7.4.A. Análisis de varianza para la variable de brotes > de 5 cm.....	52
Cuadro 7.5.A. Análisis de varianza para la variable de brotes 10 cm.....	52
Cuadro 7.6.A. Análisis de varianza para la variable de brotes de 15 cm.....	53
Cuadro 7.7.A. Análisis de varianza para la variable de brotes de 20 cm.....	53

Cuadro 7.8.A. Análisis de varianza para la variable de brotes de 25 cm.....	53
Cuadro 7.9.A. Análisis de varianza para la variable de brotes de 30 cm.....	54
Cuadro 7.10.A. Análisis de varianza para la variable de brotes > de 40 cm.....	54
Cuadro 7.11.A. Análisis de varianza para la variable de brotes/árbol.....	54
Cuadro 7.12.A. Análisis de varianza para la variable de hojas/árbol.....	55
Cuadro 7.13.A. Análisis de varianza para la variable de frutos/árbol.....	55

## I. INTRODUCCION

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

La producción de nuez pecanera en México es un cultivo muy reciente que inició alrededor de 1940 con una tecnología importada y poco precisa, en cuanto a la densidad de plantación que deberían tener las nogaleras, considerando que el árbol es de grandes dimensiones y con poco conocimiento para su manejo (Lagarda, 2005a).

México ocupa el segundo lugar mundial en producción de nuez pecanera, con una superficie de 46 mil hectáreas, el 93 % de las plantaciones se encuentran establecidas en los estados de Chihuahua, Nuevo León, Coahuila, Sonora y Durango. Siendo el estado de Chihuahua el principal productor con 37,510 ha, la variedad Western ocupa el 80 % de la superficie plantada y la variedad Wichita el 20 %, de la plantación de las cuales 28,212 ha (73.4%) se encuentran en producción y 9,298 ha (26.6%) en desarrollo (Santamaría, *et al*, 2002).

La superficie plantada de nogales actualmente se estima en 75,000 ha. Aproximadamente 15,000 ha son menores de 10 años y 60,000 ha. Son adultas; en ellas debemos aplicar la tecnología disponible y seguir investigando para tener una mejor respuesta sobre el comportamiento productivo de los árboles (Lagarda, 2007a).

La tecnología que se utiliza en la producción de nuez se hace con poblaciones de 50-100 árboles/ha a una distancia de 10x10 y su producción potencial va de 1,500

a 2,000 Kg ha<sup>-1</sup>, los costos de producción por hectárea van desde \$18,000 hasta los \$25,000, esta cifra se ha incrementado por lo que las tecnologías nuevas que se están utilizando muevan la tendencia de los costos hacia abajo (Lagarda, 2005b).

El cultivo de nogales ha sufrido en los últimos años fuertes cambios tecnológicos relacionados con el manejo de las plantaciones. Desde un aumento considerable de la densidad de plantas (de 100-120 plantas/ha a una distancia de 12x10 a 275-312 plantas/ha a una distancia de 6x6 en la actualidad), diferentes técnicas de poda, y conducción, aplicación de productos, introducción de nuevas variedades y otras modificaciones relacionadas con el aumento de la producción (Lagarda, 2005a).

La tendencia actual para las nuevas plantaciones es hacer sistemas más eficientes de producción en dicho cultivo y así desarrollar nuevas alternativas que mejoren su competitividad, a través de aumentar los rendimientos a 3,000 Kg./ha y con menor o mismo costo de producción (Lagarda, 2005c).

La aplicación de acciones que controlen el tamaño de los árboles a través de podas, reguladores de crecimiento y así lograr que los árboles se desarrollen a una distancia entre árboles de 6x6 metros con una densidad de 276 árboles/ha (Lagarda, 2005a).

Tal vez la desventaja más grande de este excelente frutal sea la ausencia de patrones enanizantes, ya que el nogal pacanero tiene un gran vigor, logrando así alcanzar alturas de más de 20 m de altura. Lo cual hace difícil y costoso las prácticas culturales como son: podas, control de plagas y enfermedades, fertilizantes foliares y la cosecha (Lagarda, 2006).

La producción de nuez cáscara de papel requiere ser suministrada anualmente en forma suficiente para satisfacer las necesidades de mercado a nivel nacional e internacional. La producción anual de nuez en México es de 50,000 ton, de las cuales 25,000 ton se consumen en el país y el resto se exporta (Lagarda, 2005a). Actualmente con un potencial de producción de 2 ton ha<sup>-1</sup> y esto hace que el cultivo sea altamente competitivo económicamente hablando; sin embargo esta competitividad se debe incrementar para que sea mas sustentable el cultivo y por ello se buscan técnicas que aumenten el rendimiento y reduzcan los costos de producción, a través de: control de tamaño de árbol para así establecer una mayor densidad de plantación hasta llegar a 276 árboles/ha y manejar una mayor producción (Lagarda, 2005b).

### **1.1. Objetivo.**

1.- Reducir el período improductivo de (1- 3 años).

2.- Aumentar el rendimiento / ha (> 2000 Kg./ ha).

3.- Mantener la calidad de la nuez en % > 55 % de almendra.

### **1.2. Hipótesis.**

Mediante el cambio de sistemas de producción de nogal pecanero es posible lograr rendimientos mayores al actual, más temprano y en mejor calidad de nuez.

### **1.3. Meta.**

Lograr recomendación tecnológica para lograr reducir el periodo improductivo de la producción de nuez pecanera.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **2.1. Origen.**

La historia del Pecanero se remonta al siglo XVII en Norte de México y el Sureste de los EE.UU. Su hábitat natural son las planicies de inundación del río Missisipi Ohio, Missouri, el río Colorado y muchos otros en Texas y Noreste de México. Es el único nogal originario de América del Norte y es considerada como la especie de producción de nuez más valiosa. Su nombre, “pecan” o “pecana” derivan del vocablo indígena Algoquin “Pakan”, lo describe como “la nuez que requiere una piedra para romperse”. Es originario del centro y este de los EE.UU. y los valles de los principales ríos del norte de México, su fruto fue ampliamente utilizado por los habitantes precoloniales de esas zonas. (Medina y Cano, 2002).

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

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

Como se puede apreciar en el cuadro 2.1. Chihuahua, Coahuila y Sonora son los estados que tienen mayor superficie plantada, la cual va en aumento (Anónimo, 2007).

En los años en los que la producción es alta, se llega a obtener un rendimiento promedio de 2 ton ha<sup>-1</sup> (Anónimo, 2007).

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

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

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

Fuente: (Anónimo ,2007).

## **2.2. Aspectos generales del nogal pecanero.**

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

**Reino:** Vegetal.

**División:** Espermatofitas.

**Subdivisión:** Angiospermas.

**Familia:** Juglandaceae.

**Genero:** *Carya*.

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

### **2.2.2. Descripción Botánica.**

El nogal pecadero (*Carya illinoensis*) pertenece a la familia de las Juglandáceas al Género *Carya* y a la Especie *illinoensis*. El nombre común es nuez pecan o pecana. (Frusso, 2007).

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

### **2.2.3. Árbol.**

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. (Frusso, 2007).

#### **2.2.4. Raíz.**

Las raíces del nogal pecanero son pivotantes, fuertes y fibrosas, en su parte superior, carece de pelos radicales o absorbentes, raíces alimentadoras tiernas y frágiles, que dependen obligadamente de los hongos micorrízicos para su óptimo funcionamiento, (Rivero et al., 2004).

Las raíces se extienden en su radio que se ensancha horizontalmente hasta abarcar un área semejante o mayor a la alcanzada por el follaje, pudiendo llegar a desarrollarse a una profundidad de 3.6 a 5.4 m. al momento de la madurez; esto se debe a que las capas profundas del suelo no encuentran sustancias nutritivas y abajo de 1.5 a 2 m de profundidad la compactación de la tierra impide que las raíces puedan respirar con facilidad. Cuando estas encuentran agua estancada detienen su desarrollo, (Camargo, 2001).

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

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

#### **2.2.6. Hojas.**

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

Las hojas del nogal criollo comparado con los injertados, es una característica física para poder diferenciarlos antes de los primeros 5 a 6 años de edad. Las hojas de los nogales criollos tienen vellosidades y son de color verde ligeramente grisáceos, las de nogal injertado son "glabras", es decir, carecen de bello, su color verde es más brillante y el aserrado del margen es diferente y más notable. Las

hojas contribuyen directamente en el desarrollo de las nueces y proveen de reservas alimenticias que son almacenados en los tallos y las raíces, las cuales servirán para el crecimiento del árbol y desarrollo de las nueces del año siguiente (Camargo, 2001).

#### **2.2.7. Flores.**

El nogal es una planta monoica, lo cual significa que tiene flores femeninas y masculinas en el mismo árbol (Camargo, 2001).

Las flores masculinas: Están compuestas por tres amentos péndulos los cuales están unidos por un pedúnculo. Estos amentos se disponen sobre el tercio apical de ramas del último año teniendo de 72 a 123 flores individuales. Cada flor individual a su vez contiene de 3 a 7 estambres con anteras oblongas, presentando cuatro sacos polínicos de dehiscencia longitudinal (Frusso, 2007).

Las flores femeninas: Están compuestas por flores, en número que oscila entre 3 y 10. El estigma es un carácter que sirve para identificar los cultivares debido a que presentan una forma y coloración características. (Frusso, 2007).

#### **2.2.8. Frutos.**

Los frutos se desarrollan en racimos de las flores femeninas por lo general de 3 a 9, pero cuando el árbol esta viejo solo produce una por racimo; el fruto del nogal es clasificado botánicamente como una drupa; estas drupas tienen una capa verde carnosas de sabor amargo llamado ruezno (mesocarpio) que al madurar se vuelve negra y se abre a lo largo dejando la nuez libre, la parte dura de la nuez (mesocarpio) protege a la almendra (Camargo, 2001).

#### **2.3. Variedades.**

Para las condiciones de clima seco tanto las variedades del este y del oeste de los E.U.A. se pueden recomendar para el estado de Coahuila siendo preferentes las variedades del oeste por su adaptabilidad en desarrollo y producción para este estado. Considerando que el fruto de nogal es producto de la unión de la flor macho (polen) con la flor hembra (ovario), es necesario que en las huertas se

establezcan cuando menos 4 variedades que coincidan en la receptibilidad de la flor hembra y la liberación de la flor macho (polen): por esta razón se recomiendan las siguientes 4 variedades, Western, Wichita, Choctawn y Cheyenne (Herrera, 1993).

### **2.3.1 requerimientos de horas frío para las variedades cultivadas en México.**

Las variedades de pecan evaluadas en La Comarca Lagunera y en algunos otros lugares de México se consideran con los siguientes requerimientos de frío: Variedades con alto frío (> 600H.F.): Stuart, Peruque, Mahan, Desirable, Cowley entre otras. (Lagarda 2007b).

Requerimiento de frío medio (400 - 600 H.F.): Choctaw, Delmas, Burkett, y Caddo.

Variedades con bajo requerimiento de frío (< 300 H.F.): Wichita, Western, Frutoso, Shoshoni y Pawnee. (Lagarda 2007a)

### **2.3.2. Descripción de las variedades.**

#### **2.3.2.1. Western schley.**

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

Necesita un promedio de 300 horas frío para su brotación. Esta variedad tiende a tener un 60% de brotes fructíferos y esto permite mantener un buen rendimiento cada año. En esta variedad los brotes de 15 a 30 cm de longitud con hojas grandes son suficientes para una buena cosecha (McCraw et al., 2004).

Es una de las variedades con menor grado de dicogamia, cuando recibe polen de Wichita su almendra aumenta de 10 a 30% su peso seco y disminuye el porcentaje de la tercera caída del fruto (Sparks y Madden, 1985).

#### **2.3.2.2. Wichita.**

Esta variedad tiene buena adaptación a zonas desérticas y semidesérticas, susceptible a la roña y otras enfermedades fungosas; no se recomienda para regiones húmedas. La liberación del polen coincide en gran parte con la receptibilidad de las flores hembras de la variedad western schely. Extremadamente precoz, buen follaje de color verde oscuro, hojas grandes y una buena producción de nueces, atractivas y de gran calidad. Los ángulos de las ramas son cerradas por lo que es necesaria una buena poda para proporcionar una apropiada estructura del árbol para evitar desgajamientos de ramas. Ruezno grueso que es atractivo para el gusano barrenador de la envoltura (Núñez, 2001). En esta variedad los brotes de 25 a 45cm de longitud con hojas grandes son suficientes para una buena cosecha. Esta variedad tiende a tener un 50% de brotes fructíferos y esto permite mantener un buen rendimiento cada año (McCraw et al., 2004).

#### **2.3.2.3. 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).

#### **2.3.2.4. Cheyenne.**

Produce nueces con un gran sabor. Es un árbol de forma compacta. La producción es abundante con relación al tamaño del árbol. El follaje es de color verde oscuro y hojas pequeñas. Ramas laterales con ángulos cerrados que son fáciles de desgajarse. Es resistente al daño por heladas aun después de grandes

cosechas. Es exigente en zinc y otros nutrientes para el desarrollo adecuado. La almendra es de color brillante (Núñez, 2001).

#### **2.4. Importancia del cultivo.**

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

Su importancia en la Comarca Lagunera inicia a partir del año 1948, cuando se establecieron las primeras huertas de nogal. Las variedades introducidas fueron: Western, Wichita, Burkett, San saba, Improved, Barton, Mahan, predominando Western y Wichita. Actualmente el nogal ocupa el primer lugar entre los frutales cultivados (Medina y Cano, 2002).

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

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

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

#### 2.4.2. Composición de la nuez.

Como alimento, la nuez se destaca por el contenido de ácidos grasos poli insaturados, indispensables en una dieta sana (Anónimo, 2007).

**Cuadro. 2.2. Composición nutritiva de la nuez.**

<b>Nutrientos</b>	<b>Composición</b>	<b>Cantidad en porción de 100gr</b>	<b>Unidades</b>
Análisis	Calorías	2.1	Kcal.
Proximal	Proteínas	9.7	G
	Lípidos totales	75.3	g
	Carbohidratos	15.1	g
	Fibra dietética	2.4	g
	Cenizas	1.7	g
	Agua	3.20	g
Minerales	Calcio	76	Mg
	Cobre	1.30	mg
	Hierro	2.5	mg
	Magnesio	113.00	mg
	Manganeso	2.10	mg
	Fósforo	334	mg
	Potasio	1499	mg
	Sodio	3	mg
Zinc	2.90	mg	
Vitaminas	Acido ascórbico	2.1	Mg
	Tiamina	0.89	mg
	Riboflavina	13.13	mg
	Niacina	0.93	mg
	Acido	0.45	mg
	Pantoténico	0.44	mg
	Vitamina B-6	56.00	mg
	Acido fólico	146.00	IU
Vitamina A			

(Anónimo 2007).

## **2.5. Marcos de plantación.**

El grado de intensificación del cultivo dependerá del tipo de producto deseado (madera o fruto).

En México las primeras plantaciones se iniciaron con densidades desde 50 hasta llegar a los 100 árboles por hectárea, como estrategia para una explotación mas 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 (Lagarda, 2005b).

La estrategia de plantación con densidades de mayor distanciamiento entre árboles obedecía a que de esta manera los nogales producen fácilmente y con poco trabajo. Sin embargo, la producción de nuez se va limitando (1500 Kg ha<sup>-1</sup> con una densidad de 50 árboles ha<sup>-1</sup>.) 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% (Lagarda, 2007a).

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

Las plantaciones intensivas comprenden una densidad de 140 o más árboles por hectárea a un marco que puede variar entre los 9 x 8 m a 10 x 10 m. Estos marcos permiten un buen desarrollo y producción de los árboles (Herrera, 1993).

Las plantaciones muy intensivas, destinadas a la producción de frutos, requieren una fuerte densidad de árboles (150-200 árboles ha<sup>-1</sup>), a un marco de 7 x 7 m o de 8 x 8 m. se pretende conseguir un máximo de producción en un tiempo muy corto (Herrera, 1993).

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 de nuevos enfoques de productiva de 20 – 45 gr. /AST (área seccional del tronco) en árboles adultos, nos permiten desarrollar producción y lograr mejores rendimientos (3000Kg. ha<sup>-1</sup>.) (Lagarda, 2005a).

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

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

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

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

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

### **2.5.1 Diseño de plantación.**

Los diseños pueden ser:

- En forma de cuadrados: los ejemplares en este sistema se ubican en los vértices de un cuadrado, por ejemplo 10x10 m.

- En forma rectangular: similar al anterior pero varía la distancia en uno de los sentidos, por ejemplo 10x15 m.
- Tres bolillo ó triángulo equilátero: las plantas forman entre sí triángulos de lados iguales. Con este diseño se coloca una mayor cantidad de plantas por hectárea que con un diseño cuadrado.
- Quincunce, cuadrados superpuestos ó triángulos isósceles: el sistema de plantación es como un cuadrado, con el agregado de una planta en el cruce de las dos diagonales, obteniéndose cuatro triángulos isósceles con dos lados iguales y uno desigual (Casaubon, 2007).

### **2.5.2 Establecimiento de altas densidades de plantación en huertas de nogal.**

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 (Lagarda, 2005c).

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

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 trazar la calle ancha orientación norte a sur, para lograr un mayor aprovechamiento de luz solar (Worley, 1998).

Ventajas de las altas densidades.

- Mayor producción en menor tiempo ya que se inicia a los 5-6 años.

- Mejor aprovechamiento de agua, fertilizantes.
- Menores costos de mantenimiento y manejo de la huerta.

Desventajas.

- Mayor costo en la poda ya que se tiene que hacer cada año.
- Mayor costo de establecimiento.

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

### **2.6.1. Temperatura.**

Para que la nuez pecanera crezca normalmente, requiere una temperatura media en el período de crecimiento de alrededor de 23° C, y un período libre de heladas entre 180 y 280 días. Necesita acumular además entre 250 y 550 horas de frío efectivas (debajo de 7°C). Cuando la acumulación de estas horas supera a las 500 se obtienen rendimientos mayores que cuando se acumularon solo 300 horas de frío. (Casaubon, 2007).

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

### **2.6.2. Hídricos.**

El mínimo de precipitación anual que tolera se aproxima a 750 mm, mientras que el máximo se ubica en el orden de 2000 mm. Durante la estación de crecimiento deben producirse por lo menos 500 mm de precipitación. La temperatura media del verano puede alcanzar hasta 27 °C, con valores extremos entre 41 y 46 °C. La temperatura media del invierno varía entre -1 y 10 °C, con extremos entre -18 y -29 °C. (Sierra, et al., 2007).

Hay que considerar que los riegos para este cultivo deben programarse desde marzo a septiembre, así también que el nogal es un cultivo perenne, de vida para varias generaciones; es prudente asegurar este recurso por tiempo indefinido recomendando 1lto seg-1. Para una hectárea de este cultivo (Herrera, 1993).

### **2.6.3. Suelo.**

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

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

### **2.6.4. Luz.**

Es muy importante que la luz solar se distribuya en forma uniforme a lo largo de la copa, esencial para el sistema productivo. La poda del árbol tiene como objetivo principal formar una estructura que permita soportar la carga de frutos y hojas, permitiendo además la entrada de luz en la copa. Con estas prácticas se consigue mayor eficiencia de utilización de luz, aumentando la tasa de fotosíntesis durante todo el período productivo. Si se tiene una entrada deficiente de luz las ramas bajas pueden secarse y las plantaciones dejar de ser productivas (Núñez, 2001; citados por Madero *et al.*, 2007).

## **2.7. Fitohormonas**

Las fitohormonas pertenecen a cinco grupos conocidos de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe propiedades fuertes de reguladores del crecimiento de las 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](http://www.Fitohormonas.com)).

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](http://www.Fitohormonas.com)).

Las características compartidas de este grupo de reguladores del desarrollo consiste en que son sintetizados por la planta, se encuentran en muy bajas concentraciones en el interior de los tejidos y pueden actuar en el lugar en el cual son sintetizados o en otro lugar, de lo cual concluimos que estos reguladores son transportados en el interior de la planta ([www.Fitohormonas.com](http://www.Fitohormonas.com)).

La regulación del crecimiento que estos factores producen en las plantas, no dependen de una sola fitohormona, mas bien, de la interacción de muchas de estas en el tejido en el cual coinciden las siguientes.

### **2.7.1. Auxinas.**

Son sintetizadas en las hojas jóvenes, especialmente por las células presentes en el meristemo apical. También son producidas por las semillas que están en desarrollo. Las auxinas se difunden de célula en célula y estimulan el crecimiento de los tallos a través de la elongación y división celular. En el tallo siempre se mueve hacia abajo por el floema, juntamente con azúcares y otros compuestos orgánicos ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)).

Las auxinas actúan principalmente en la expresión de la dominancia apical, en el crecimiento inicial de la fruta y el cuaje, la iniciación radical, retarda la abscisión de las hojas y frutos y estimula la diferenciación vascular de los tejidos ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)).

### **2.7.2. Citocininas.**

Estructuralmente se hallan relacionadas a las bases de los ácidos nucleicos. Se producen en las semillas y en los ápices radicales. Se mueven en el xilema y actúan estimulando la división celular, contrarrestan la dominancia apical y regulan la apertura estomática ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)).

### **2.7.3. Giberelinas.**

Las giberelinas conforman el otro gran grupo de fitohormonas. Se sintetizan en los pequeños frutos y semillas, en los ápices vegetativos y radicales. Se transportan por el floema y xilema (en sentido ascendente con la savia no elaborada) y actúan incrementando la elongación de los tallos al promover primero la división y luego la elongación celular. Inhibe la floración ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)).

### **2.7.4. Etileno.**

Existe como gas y se mueve a través del proceso de difusión. Es sintetizado a partir del amino ácido metionina. El etileno actúa en la madurez y abscisión de los frutos, en la senescencia de las flores, la inducción floral, epinastia debida por ejemplo al anegamiento de las raíces, pero también en pequeñas concentraciones actúa favoreciendo la extensión de las raíces ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)).

### **2.7.5. Acido abscisico.**

Es producido por las hojas maduras y por las semillas, se mueve en el xilema y el floema. Regula el nivel de agua en la planta y promueve la síntesis de proteínas. Facilita el transporte y la descarga de productos de fotosíntesis ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)).

## **2.8. Reguladores de crecimiento (RDC).**

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

inadecuadas. Las primeras de estas sustancias provienen del año 1949 Mitchell, Wirwille y Weil (Leszek S., 2003).

Los reguladores de crecimiento, (RDC) han sido mayormente utilizados en agricultura intensiva, como fruticultura y viticultura. Las favorables características de baja toxicidad de los (RDC) los hacen ser candidatos apropiados para incorporación en sistemas de manejo con reducido impacto ambiental; sin embargo, al mismo tiempo, su clasificación como agroquímicos los hacen ser sujetos de regulación de forma similar a pesticidas y limita el desarrollo de nuevos (RDC). Por ello, resulta fundamental el conocimiento de su modo de acción en las plantas (Bausher, 1986).

Los reguladores de crecimiento, en general, actúan modificando el crecimiento y desarrollo de las plantas a través de su acción sobre vías y pasos bioquímicos específicos, normalmente relacionados con regulación por hormonas vegetales (Bausher et al., 1986).

Los reguladores de crecimiento han sido, son y serán empleados en la producción de frutas con muchos propósitos. Tienen la particularidad de que en algunas oportunidades el mismo principio activo ofrece distintas respuestas de acuerdo al momento de aplicación y a la concentración empleada. El efecto del clima local es muy marcado, como también lo es el cultivar. Esto hace que la mayoría deban ser estudiados en cada región y a lo largo de varias temporadas (Leszek S., 2003).

Los RDC, si bien conforman una herramienta muy útil para determinados manejos culturales, son en general cuestionados, principalmente por su acción hormonal, así como también por posibles efectos en la salud humana. Los efectos fisiológicos de los reguladores de crecimiento se pueden indicar detalladamente de la siguiente manera (Bausher et al., 1986).

- El alargamiento de las células en los tallos es parcialmente inhibido y a concentraciones mas elevadas de los reguladores de crecimiento, puede provocarse un debilitamiento de las divisiones celulares, principalmente en el meristemo sub apicales.
- El tallo se hace mas grueso ya que aumentan los tejidos de sostén, por lo que las plantas se hacen más resistentes.

- Se incrementa el contenido de algunas proteínas, de clorofila y de los componentes minerales de la parte aérea de la planta.
- Se retrasa el envejecimiento de la planta.
- La translocación de los fotosintátos a las semillas aumenta y permanecen más tiempo gracias al retraso del envejecimiento, por lo que las plantas tienen más tiempo para formar buena cosecha.
- Se estimula la formación de flores y frutos.
- Disminuye la absorción de agua del árbol.
- Aumenta la resistencia contra el estrés hídrico inducido por la sequía, el frío, el calor intenso, etc.
- Frecuentemente aumenta también la resistencia contra algunas enfermedades.
- Por lo general los reguladores favorecen la absorción de los nutrientes del suelo, por estas propiedades se les han encontrado, múltiples aplicaciones en la agricultura y especialmente en la horticultura (Bausher et al., 1986).

#### **2.8.1 Los RDC se usan fundamentalmente para:**

- Ralea fruta.
- Promover o incrementar el retorno de floración.
- Promover maduración más pareja y temprana.
- Reducir la floración.
- Mejorar la calidad de la fruta.
- Mejorar el color.
- Disminuir el rosetado y el rajado de los frutos.
- Atrasar la madurez.
- Mejorar la conservación.
- Incrementar la emisión de ramas laterales.
- Alterar el formato de los frutos.
- Disminuir la caída de los frutos antes de la cosecha.

El uso de reguladores de crecimiento para controlar el tamaño del árbol ha atraído mucho interés, pero nunca a sido aceptado como una practica comercial ([www.tecnoagro.com](http://www.tecnoagro.com)).

## **2.9. Uso de reguladores de crecimiento.**

### **2.9.1. Paclobutrazol (PBZ) (Cultar).**

El paclobutrazol es un triazol que retarda el crecimiento vegetal debido a que interfiere, bloqueando, la síntesis de giberelinas, aunque afecta también a otras hormonas: por ejemplo, reduce el nivel de ácido abscisico, etileno y ácido indolacético, y aumenta el de citocininas. Se emplea en la conservación de frutos, como inductor de florecimiento en varias especies y como inhibidor del desarrollo vegetal. Además, existen referencias de que actúa como un agente protector frente al estrés abiótico (Wood W. B. 2000).

Debido a la compleja interacción de las diversas hormonas y moduladores vegetales, una misma sustancia puede provocar muchas respuestas distintas dependiendo de la planta que la recibe, a distintos niveles: bioquímico, fisiológico o morfológico. No obstante, se clasifica al paclobutrazol como un retardador del crecimiento, y, más específicamente, como un inhibidor de la biosíntesis de giberelinas (Wood W. B. 2000).

Paclobutrazol: es un acortador de entrenudos que recibió investigación exhaustiva en los 70' y 80'. Fue muy efectivo en reducir el tamaño del árbol. Las aplicaciones de trinchera al suelo de paclobutrazol en plántulas de nogal desarrolladas en invernadero, redujo altura de la planta, peso seco de la planta, longitud de entrenudos, grosor de las hojas y contenido de clorofila por área foliar (Wood W. B. 2000).

Disminuye el largo de los brotes, acorta los entrenudos; con esto es posible aumentar el número de árboles por hectárea y por tanto aumentar la producción (Lemus, G.2002).

El uso de (pbz) aparece como facilitador para la manipulación de tamaño del árbol para nogales jóvenes. Wood expreso grandes esperanzas para esos reguladores de la industria nogalera, especialmente para árboles jóvenes. Concluyó que (PBZ)

puede reducir el crecimiento terminal de brotes en árboles grandes, pero en altas dosis puede producir un declive en la producción de la nuez (Wood W. B. 2000).

### **2.9.2. Prohexadione – calcio (PHD-Ca) (Apogee).**

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 acilciclohexanidionas. Se han publicado trabajos describiendo la eficacia del prohexadione- Ca, en la reducción del crecimiento vegetativo en manzano (Lemus, G.2002).

El Apogee (prohexadione calcio) es un nuevo (RDC). Es una antigiberelina que previene el crecimiento de los brotes en manzanos y perales. También puede reducir la severidad del fuego bacteriano (Lemus, G.2002).

El uso adecuado de (PHD-Ca) proporciona una serie de beneficios como:

- Controla el crecimiento vegetativo de los árboles.
- Reduce la necesidad de podas manuales durante el verano y el invierno.
- Mejora la penetración de la luz solar en la parte interna de los árboles.
- Mejora la coloración de los frutos de variedades rojas debido a una mejor penetración de luz en el interior del árbol.
- El (PHA-Ca) actúa dentro del árbol inhibiendo la biosíntesis de giberelinas, dando por resultado la reducción en tamaño sobre el crecimiento de nuevos brotes, tiene un efecto de corto tiempo.
- Aplicado en formas tempranas y en las dosis recomendadas puede inducir de forma positiva a la retención de frutos en comparación en árboles tratados.
- Las dosis de aplicación varían de acuerdo al vigor del cultivar y a la carga de fruta.

### **2.9.3. Ehtephon.**

Homogeniza la apertura del polen, se adelanta la cosecha. Dada las características del producto produce clorosis u absición foliar (Lemus, G.2002).

### **III.- MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera.**

La Comarca Lagunera, se encuentra comprendida entre los paralelos 24° 10' y 26° 45' de latitud norte y los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud oeste de Greenwich, con una altura sobre el nivel del mar de 1100 m. la región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas. El clima de verano va desde semi - cálido a cálido - seco y el invierno desde semi - frío, mientras que los meses de lluvia son de mediados de Junio a mediados de Octubre (Santibáñez, 1992).

### 3.2. Características climatológicas.

El clima de la Comarca Lagunera, según la clasificación de Kopen, es árido o muy seco (estepario –desértico); es cálido tanto en primavera como en verano, con invierno fresco. De tal forma que la temperatura media anual observada a través de 41 años (1941-1982), varía entre 19.4° C y 20.6° C (Domínguez, 1988).

### 3.3. Localización del experimento.

El experimento fue realizado en el rancho Tierra Blanca municipio de Matamoros Coahuila. El municipio de Matamoros se localiza en el suroeste del estado de Coahuila, en las coordenadas 103°13'42" longitud oeste y 25° 31'41" latitud norte, a una altura de 1,100 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el municipio de Francisco I. Madero; al sur con el de Viesca, al este con los de San Pedro y Viesca y al oeste con el municipio de Torreón (Domínguez, 1998).

### 3.4 Diseño experimental utilizado.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con parcelas divididas, con tratamientos en factorial 2 (productos) x 2 (variedades) x 3 (dosis) que originaron 12 tratamientos y 10 repeticiones. Se utilizaron dos variedades de nogal pecanero, western y wichita, estos árboles que fueron plantados hace 5 años, para la parcela útil se considero una planta, utilizando para este experimento un total de 120 árboles.

**Cuadro 3.1.** Descripción de los tratamientos en nogal para evaluar los reguladores de crecimiento en cosecha.

Producto	Dosis	Variedades
PBZ(cultar)	2 ppm.	Wichita
	4 ppm.	
Testigo	0 ppm.	
PBZ(cultar)	2 ppm.	Western

	4 ppm.	
Testigo	0 ppm.	
PHD- Ca (prohexadione de calcio)	2 ppm.	Wichita
	4 ppm.	
Testigo	0 ppm.	
PHD- Ca (prohexadione de calcio)	2 ppm.	Western
	4 ppm.	
Testigo	0 ppm.	

### **3.5. Manejo del cultivo.**

#### **3.5.1. Localización de los árboles de nogal pecanero.**

Los árboles de nogal fueron plantados en el 2003 con una densidad de 276 árboles por hectárea a una distancia entre ellos de (6x6 m), con sistema de riego por goteo, con una aplicación de riego diario y una lámina total de 50 cm.) a la fecha cuenta con tres ciclos de crecimiento. Los árboles de nogal pecanero que se necesitaban para este experimento tenían que presentar un buen porte para que mostraran una mejor respuesta a la aplicación de los reguladores de crecimiento.

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

Se etiquetaron con plásticos de diferentes colores 120 árboles para poder identificar cada una de las dosis que se aplicaron en este experimento.

#### **3.5.3. Aplicación de los reguladores de crecimiento.**

Se aplicaron dos productos del grupo antigiberelinas que son: apogee= 25% prohexadione de calcio (PHD- CA) y cultar= paclobutrazol al 25 % (PBZ), estas aplicaciones se realizaron cuando los árboles tenían cerca de un mes de haber brotado y sus brotes tenían cerca de 30 cm de crecimiento. Los producto se aplicaron para el caso de apogee directamente al follaje, utilizando urea desbiuretizada al 0.5% para favorecer su penetración al follaje. En el caso del cultar se aplicó directamente al suelo en una solución acuosa cerca del área de riego a una profundidad de 10 cm para favorecer su absorción.

#### **3.5.4. Aplicación de cultar.**

La aplicación de cultar se llevo acabo el día 20 de abril del año 2006, al momento de la aplicación los árboles tenían aproximadamente 4 semanas de haber brotado, el producto se aplicó directamente al suelo en el área de riego, aproximadamente a unos 30 cm del tronco y a una profundidad de 10 cm, las dosis que se aplicaron fueron de 1lt y 1/2 lt de agua por planta para favorecer su absorción de la solución acuosa. La mezcla total para esta aplicación fue la siguiente:

- 1.- 38 Lts. de H<sub>2</sub>O
- 2.- 308 ml de cultar al 25% de concentración

Esta solución se utilizo en 20 árboles de la variedad western y en 20 de la variedad wichita y se dejaron 20 árboles mas sin aplicar para usarlos de testigos, las dosis que se evaluaron en ambas variedades fueron de D1= 2ppm de i.a/árbol, (D2=4ppm de i.a/árbol y D3= testigo = 0ppm. de i.a/árbol).

Para la D1, la solución que se aplico equivalía a 500 ml/árbol esta se aplicó a 10 árboles de la variedad western y 10 de la variedad wichita.

Para la D2, la solución que se aplico equivalía a 1000 ml/árbol esta se aplicó a 10 árboles de la variedad western y 10 de la variedad wichita.

Y para la D3, se dejaron 10 árboles de la variedad western y 10 de la variedad Wichita como testigos, o sin aplicación.

#### **3.5.5. Aplicación de Apogee.**

La aplicación de Apogee se llevo acabo el día 26 de abril del año 2006, al momento de la aplicación los arbolos tenían aproximadamente 5 semanas de haber brotado, el producto se aplico directamente al follaje con un aspersora de 15 lts. a este producto se le agrego un dispersanté y Urea desbiuretizada al 0.5% para una mayor penetración de la solución. El Apogee en concentración comercial es de 27.5% de los cuales para aplicaciones por hectárea se recomienda utilizar 500 gr/ ha. Los cuales representan 125 gr. de i.a/ha. En este experimento se utilizo una concentración de 2ppm de i.a/árbol y 4ppm de i.a/árbol.

Para la D1= 2ppm de i.a/árbol se utilizo la siguiente mezcla

- 1.- 10 Lts. de H<sub>2</sub>O.
- 2.- 80gr de Apogee al 27.5%.
- 3.-10gr de Urea desbiuretizada.
- 4.-10ml de dispersanté.

La concentración de esta mezcla utilizada es de 2ppm de i.a/árbol de H<sub>2</sub>O asperjada uniformemente en el follaje hasta el mojado completo de la unidad experimental, se aplico a 20 árboles de nogal.

Para la D2= 4ppm de i.a/árbol se utilizo la siguiente mezcla

- 1.- 10 Lts. de H<sub>2</sub>O.
- 2.- 160gr de Apogee al 27.5%.
- 3.-10gr de Urea desbiuretizada.
- 4.-10ml de dispersante.

La concentración de esta mezcla utilizada es de 4ppm de i.a/árbol de H<sub>2</sub>O asperjada uniformemente en el follaje hasta el mojado completo de la unidad experimental, se aplicó a 20 árboles de nogal.

Y para la D3= tercer tratamiento que fue el testigo que no se le aplico nada a los 20 árboles restantes.

### **3.6. Variables a evaluar.**

#### **3.6.1. Área seccional del tronco.**

Se realizaron tres tomas de este datos, la primera se realizó el 29 de marzo del 2007, la segunda el 15 de agosto 2007, y la tercera el 27 de septiembre del 2007. Se tomo el diámetro del tronco con una cinta métrica, para obtener este dato se coloco la cinta alrededor del tallo. El dato se tomo a 50 cm de altura arriba de la superficie del suelo.

### **3.6.2. Numero de brotes/árbol.**

El conteo del número de brotes se realizo del 17 al 25 de agosto del 2007, se contaron los brotes en cada uno de los 120 árboles del experimento.

### **3.6.3. Longitud de brotes/árbol.**

La longitud de los brotes se realizo del 18 de septiembre al 10 de octubre del 2007. Se realizo con una cinta métrica, se tomo cada uno de los brotes de los árboles y se tomo su longitud, expresando su valor en cm.

### **3.6.4. Numero de hojas por árbol.**

El 26 de junio del 2007 se eligieron tres árboles al azar por tratamiento y variedad y se les contó el número de hojas.

### **3.6.5. Numero de frutos.**

Se realizaron tres conteos de frutos, el primer conteo se realizo el 26 de Junio del 2007, el segundo conteo se realizo el 28 de septiembre del 2007, el tercer conteo se realizo el 05 de octubre del 2008. Estos conteos se realizaron en las dos variedades y en todos los árboles evaluados.

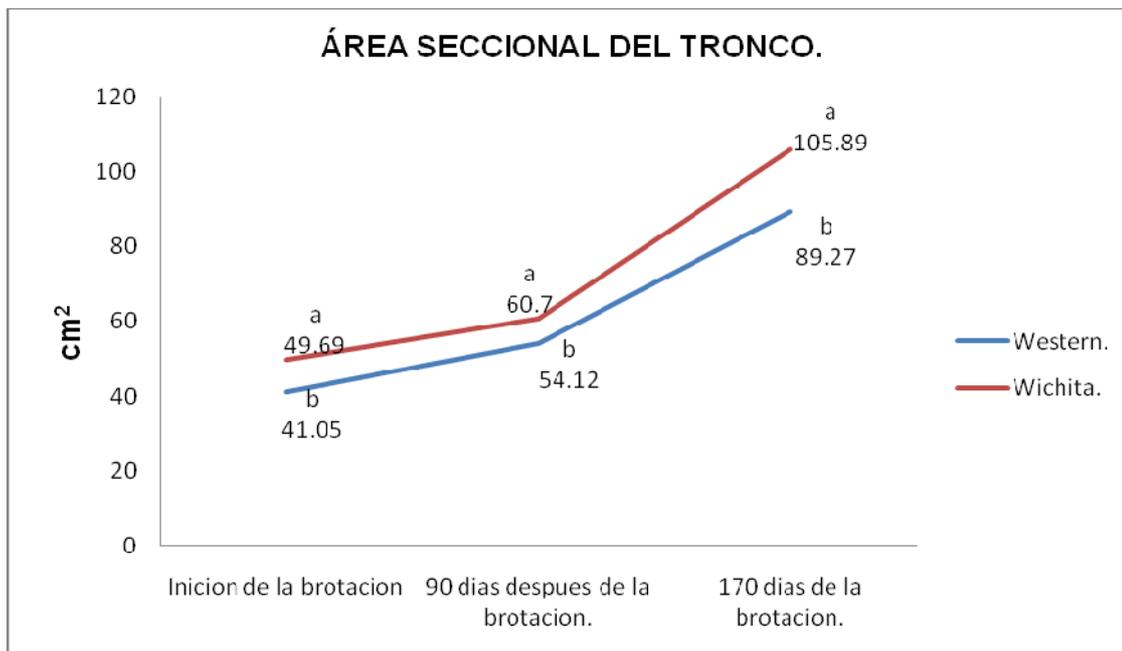
### **3.6.6. Análisis estadístico.**

Se utilizo el paquete estadístico "SAS", para el diseño completamente al azar con un arreglo factorial de tratamiento de 2 variedades, 3 dosis, 3 productos y 10 repeticiones.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

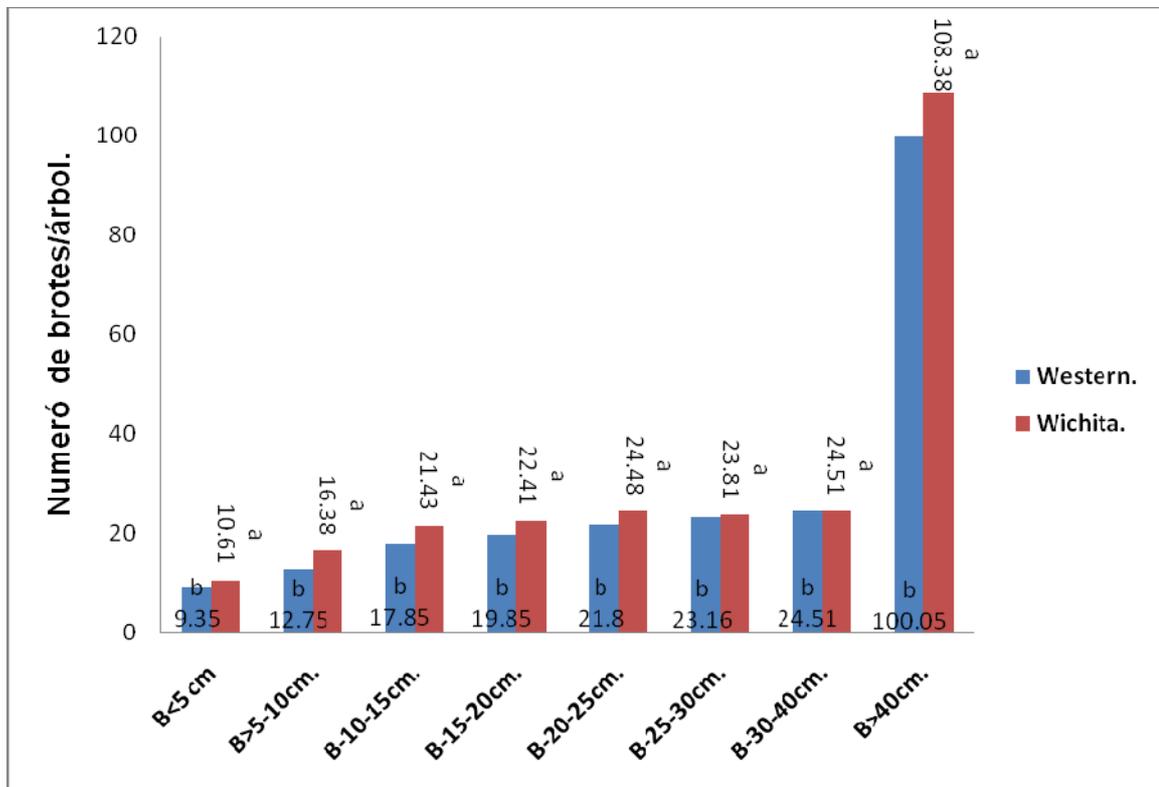
##### **4.1. Resultados obtenidos sobre el efecto de los reguladores de crecimiento para reducir el tiempo improductivo en el cultivo del nogal pecanero.**

El tiempo de inicio en la producción del nogal pecanero se extiende desde los 4 hasta los 7 años para alcanzar su productividad comercial, por lo que se buscan nuevas técnicas para reducir este periodo improductivo del cultivo del nogal.



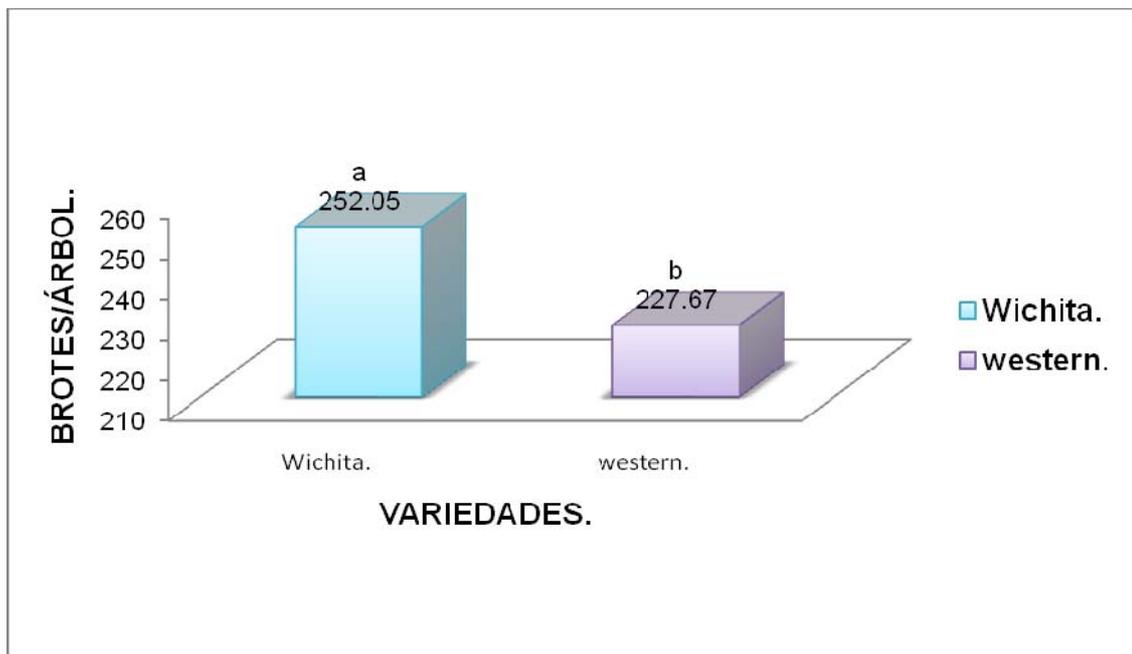
**Figura 4.1** Crecimiento del área seccional del tronco (AST) en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.

En la figura 4.1 se observo diferencia significativa entre las variedades Western y Wichita, siendo la variedad Wichita la que rápidamente incrementa el (AST) esto indica que el desarrollo de la variedad Wichita es mas rápido y por consecuencia tiende a producir más rápido en comparación con la variedad western.



**Figura 4.2** Diferentes longitudes de brotes/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.

En la figura 4.2 se observa que existe diferencia significativa en el número de brotes productivos ya que la variedad Wichita tiende a producir un 37% más de brotes productivos y la variedad Western produce un 36% estos nos indica que a mayor número de brotes productivos mayor producción.



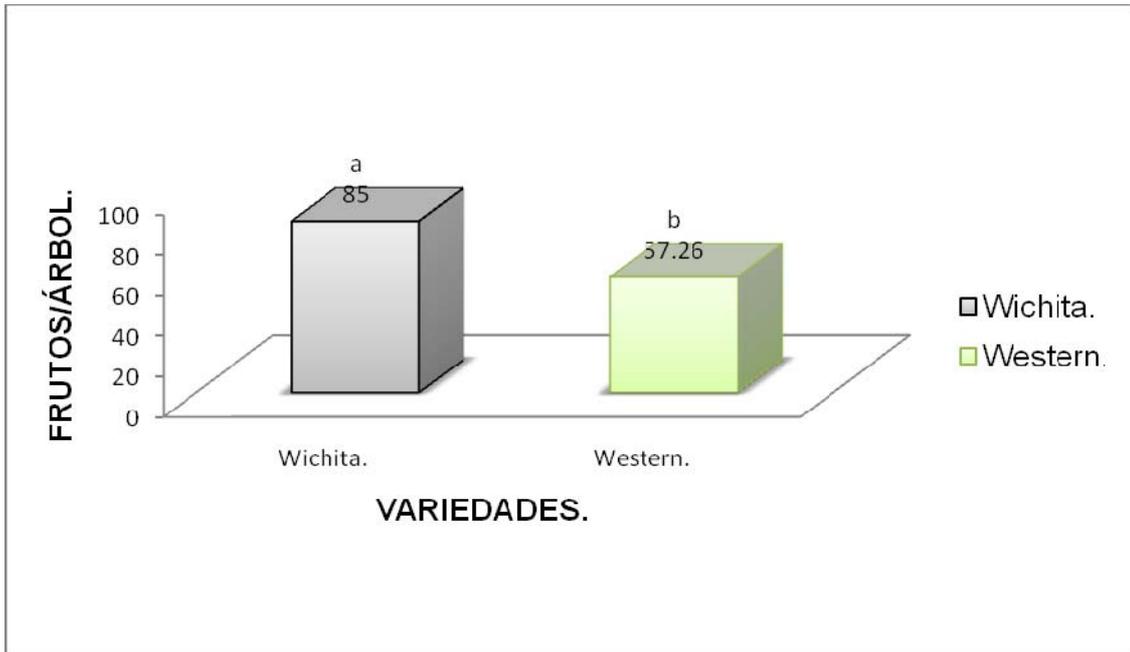
**Figura 4.3** Número de brotes/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.

En la figura 4.3 se observa que existe diferencia significativa en el número de brotes entre las variedades, siendo la variedad Wichita la que produce un mayor número de brotes que la variedad Western estos nos indica que existe un desarrollo más rápido en la variedad Wichita, por lo tanto la variedad Wichita entra en producción más temprano que la variedad Wester.



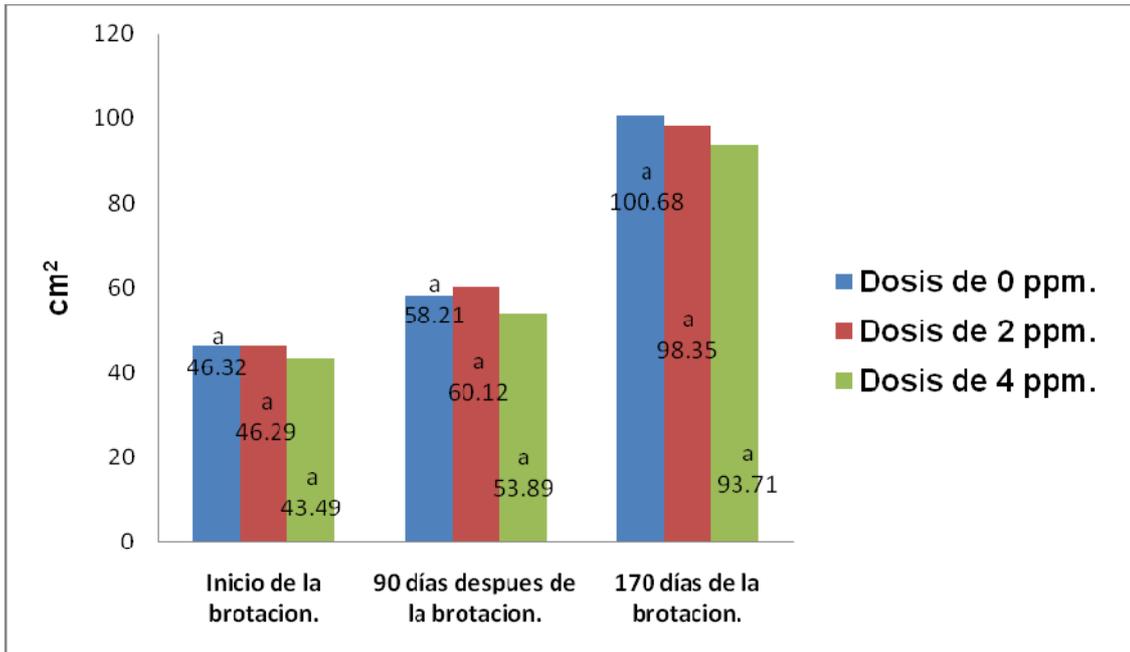
**Figura 4.4** Número de hojas/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.

En la Figura 4.4 se observa que para número de hojas, no existe diferencia significativa entre la variedad Western y Wichita, es importante mencionar que se requieren por lo menos 10 hojas para producir un fruto.



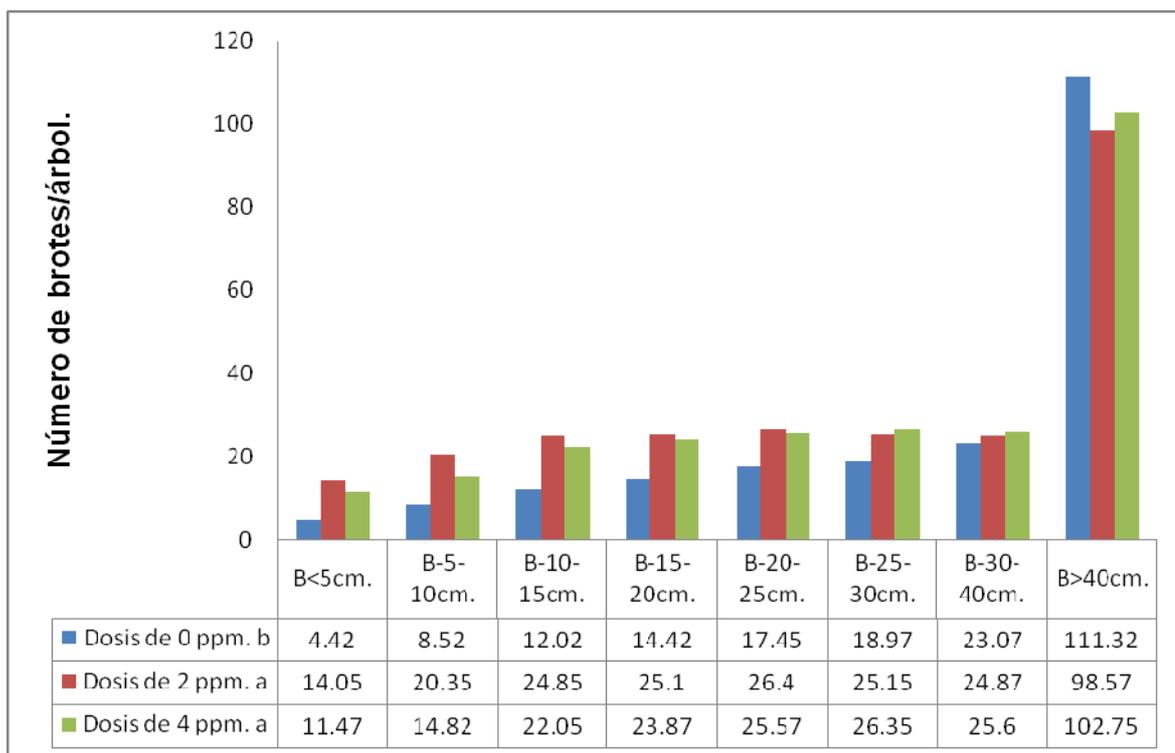
**Figura 4.5** Número de frutos, en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL.2007.

En la figura 4.5 se observa que para el número de frutos, las variedades evaluadas, mostraron diferencia significativa entre ambas, los resultados muestran que la variedad Wichita, produce mayor número de frutos, esto se debe a que esta variedad empieza a producir un año antes que la variedad western y además produce mayor número de brotes productivos.



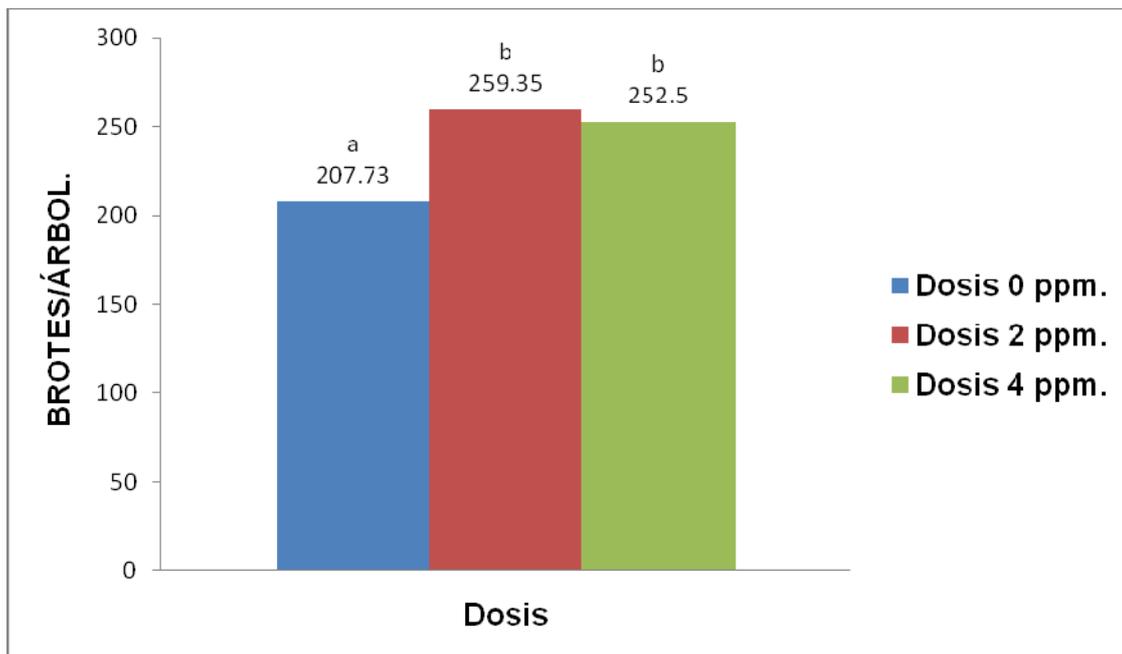
**Figura 4.6** Efecto de las diferentes dosis de los dos productos en el área seccional del tronco (AST) en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.

En la figura 4.6 se observó que no existe diferencia significativa entre las dosis aplicadas de 0, 2, 4 ppm. en las variedades Western y Wichita, esto nos indica que las dosis no afectan el crecimiento del AST, ni al inicio de la brotación ni al llegar a los 170 días de la brotación.



**Figura 4.7** Efecto de la dosis de los productos de 0,2 y 4 ppm. en el numero de brotes/ árbol, productivos en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.

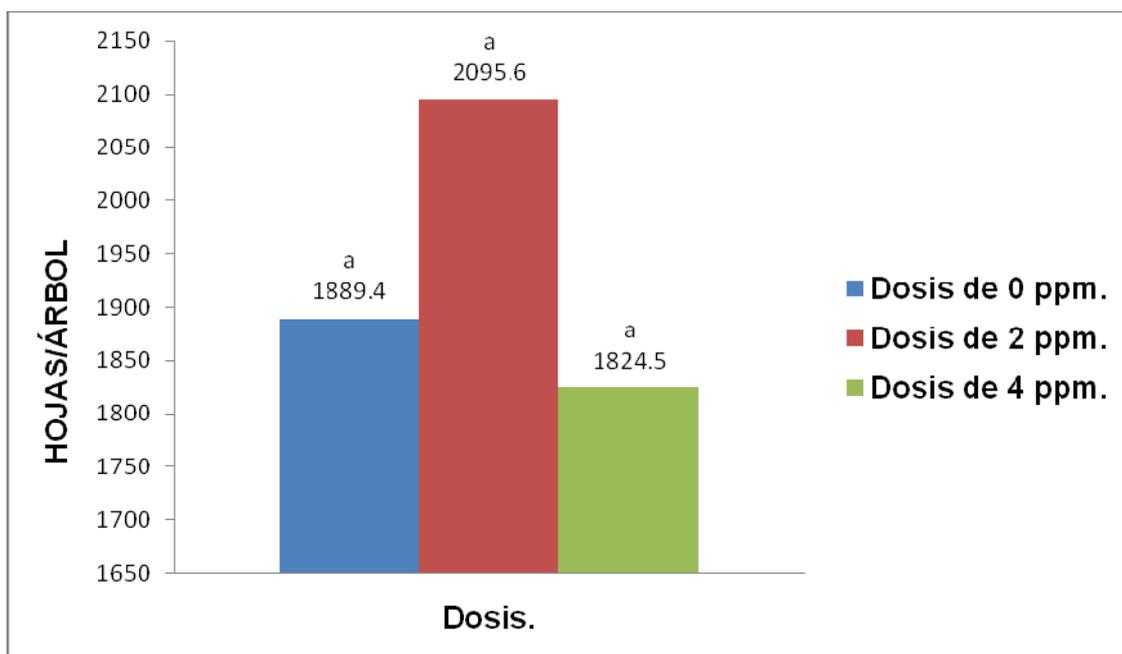
En la figura 4.7 se observa que existe diferencia significativa entre la dosis de 0 ppm. en comparación con las dosis de 2 y 4 ppm. más no así entre la dosis de 2 y 4 ppm. en el numero de brotes productivos, ya que en la dosis de 0 ppm. el número de brotes productivo es de 30%, mientras que para la dosis de 2 ppm. el porcentaje de brotes productivo es de 39%, y para la dosis de 4 ppm es de 38%. Esto nos indica quedan los mismos resultados el aplicar la dosis de 2 ppm. que la dosis de 4 ppm.



**Figura 4.8** Efecto de la dosis de los productos de 0,2 y 4 ppm. en el número de brotes/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.

En la figura 4.8 se observó que existe diferencia significativa entre la dosis de 0 ppm. y las dosis de 2 y 4 ppm. no así entre la dosis de 2 y 4 ppm. la dosis de 0 ppm. tiende a producir un menor número de brotes/árbol, mientras que para la dosis de 2 ppm. tiende a aumentar el número de brotes al igual que en la dosis de 4 ppm.

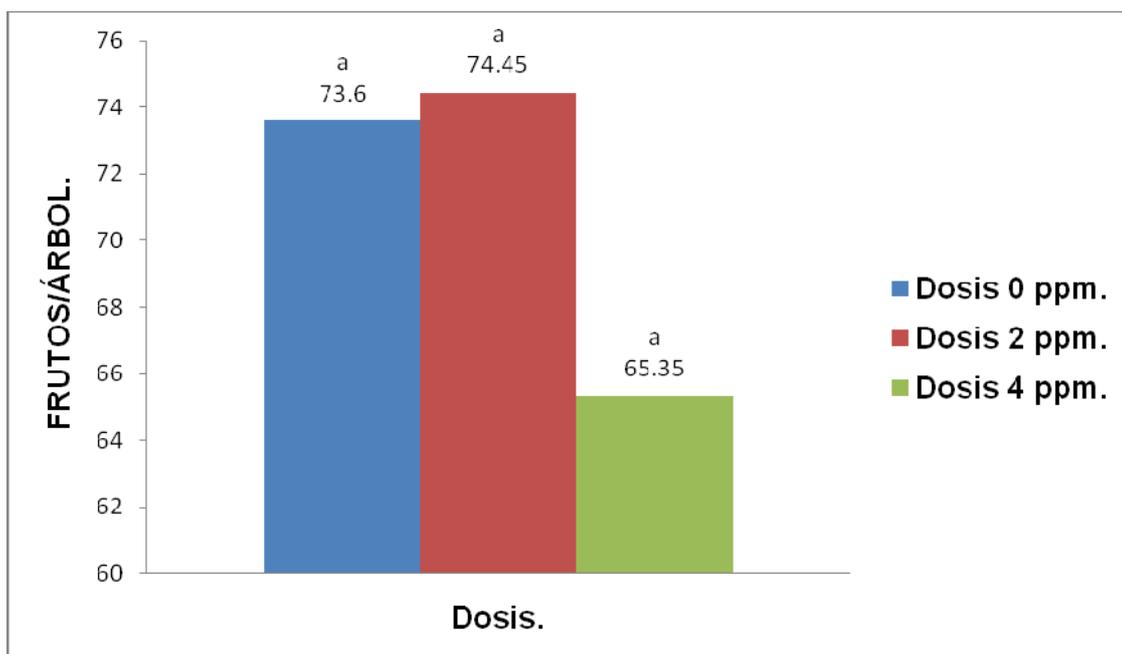
Esto nos indica que a menor número de brotes/árbol menor será el número de hojas y a menor número de hojas menor número de frutos/ árbol.



**Figura 4.9** Efecto de la dosis de los productos de 0,2 y 4 ppm. en el número de hojas/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.

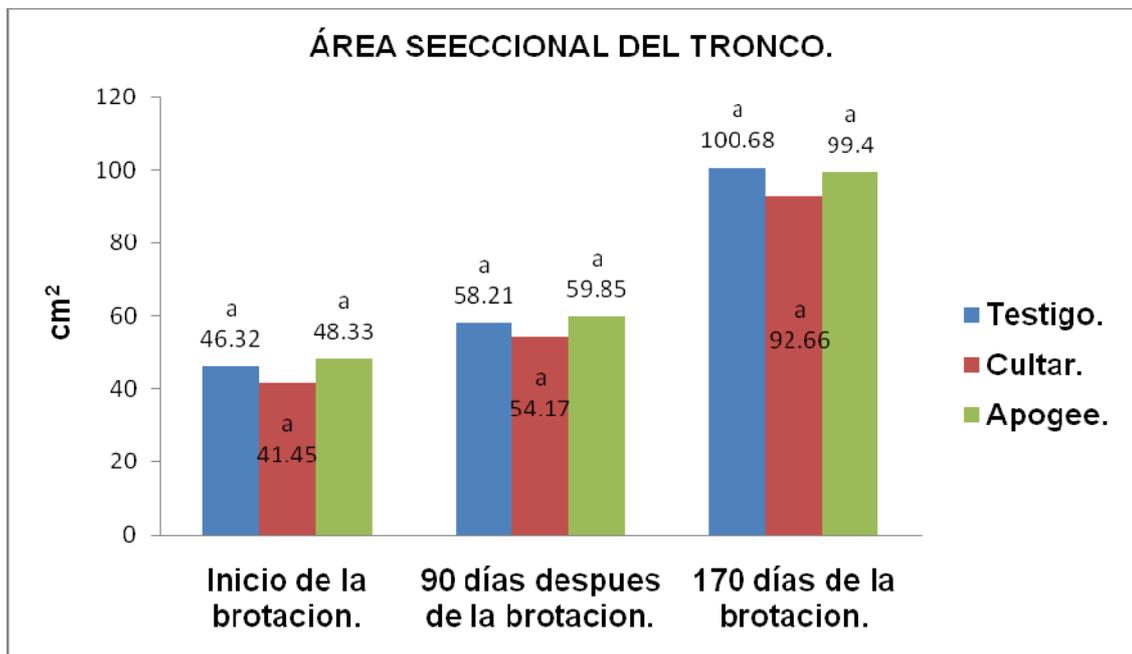
En la figura 4.9 se observa que estadísticamente no existe diferencia significativa en el número de hojas/árbol ya que las dosis de 0,2 y 4 ppm. se comportaron igual.

Es importante decirlo que se tomaron muy pocos datos para esta variable de ahí que no se pueda observar la diferencia entre las dosis aplicadas.



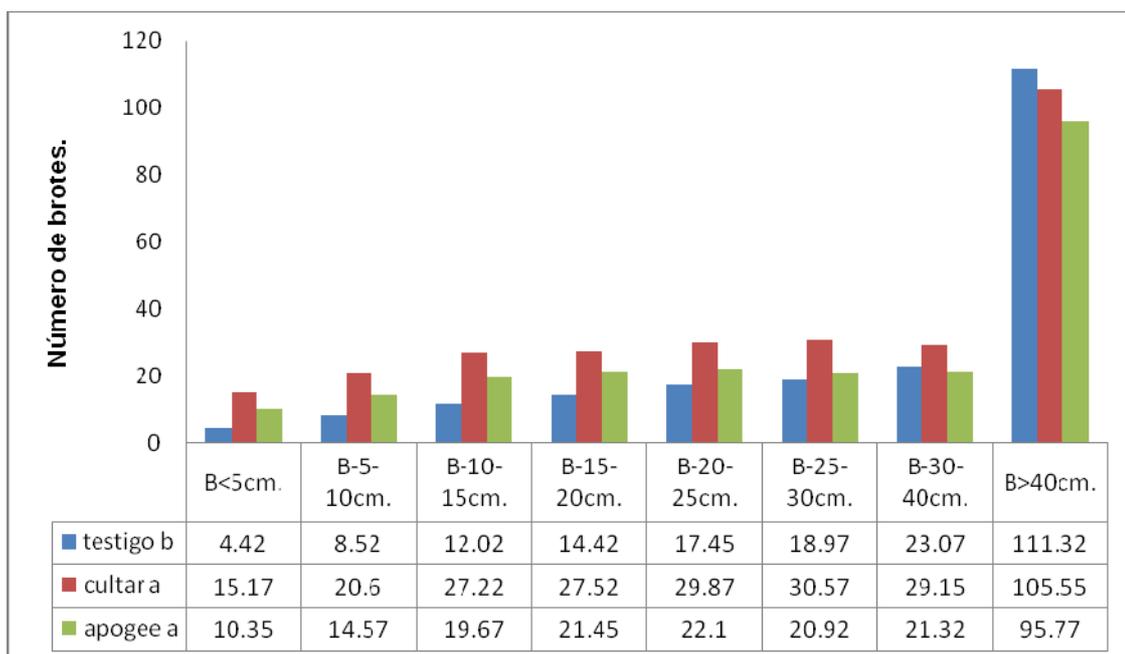
**Figura 4.10** Efecto de la dosis de los productos de 0,2 y 4 ppm. en el número de frutos/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.

En la figura 4.10 se observó que para la dosis de 0,2 y 4 ppm. no existe diferencia significativamente hablando ya que las tres dosis tienden a producir casi el mismo número de frutos/árbol, aunque la dosis de 4 ppm. produjo la menor cantidad de frutos/árbol.



**Figura 4.11** Efecto de la aplicación de los productos para el AST en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.

En la figura 4.11 se observa que no existe diferencia significativa entre los productos aplicados y el testigo. Ya que desde el momento de la brotación hasta los 170 días después de la brotación los productos se comportaron igual que el testigo.

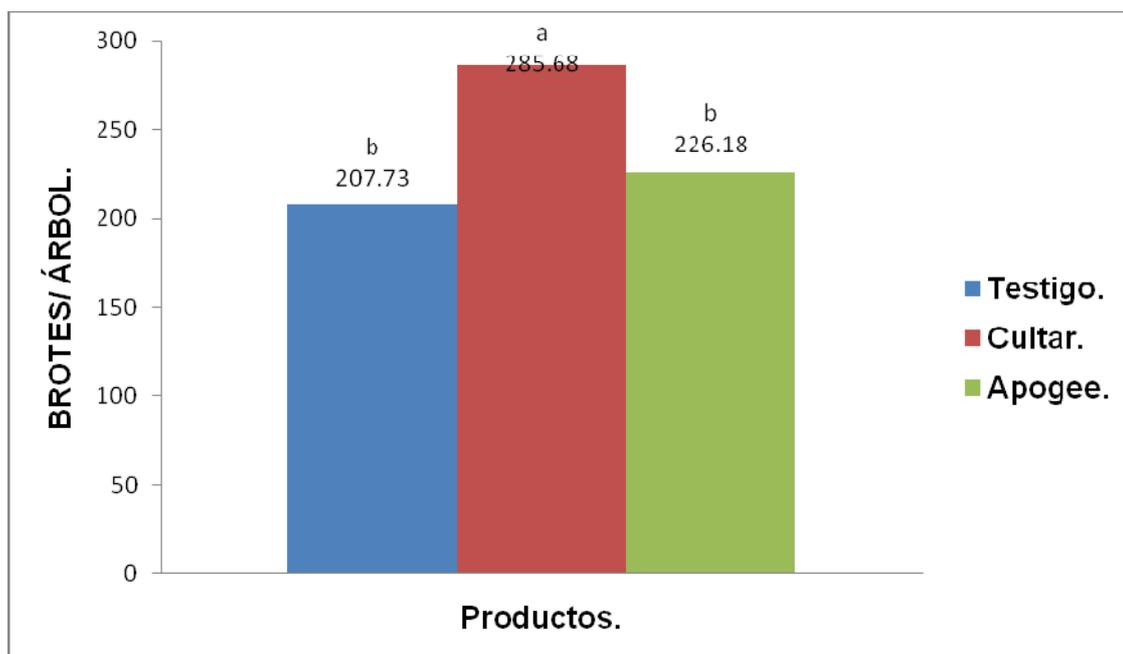


**Figura 4.12** Efecto de la aplicación de los productos para el número de brotes/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.

En la figura 4.12 existe diferencia significativa entre el testigo y los productos aplicados, mas no así entre los productos cultar y el apogee, los productos producen un mayor número de brotes productivos que el testigo.

En el testigo se observaron un 30% de brotes productivos en comparación con el cultar y el apogee, ya que el cultar presenta un 41% de brotes productivos y el apogee un 38%.

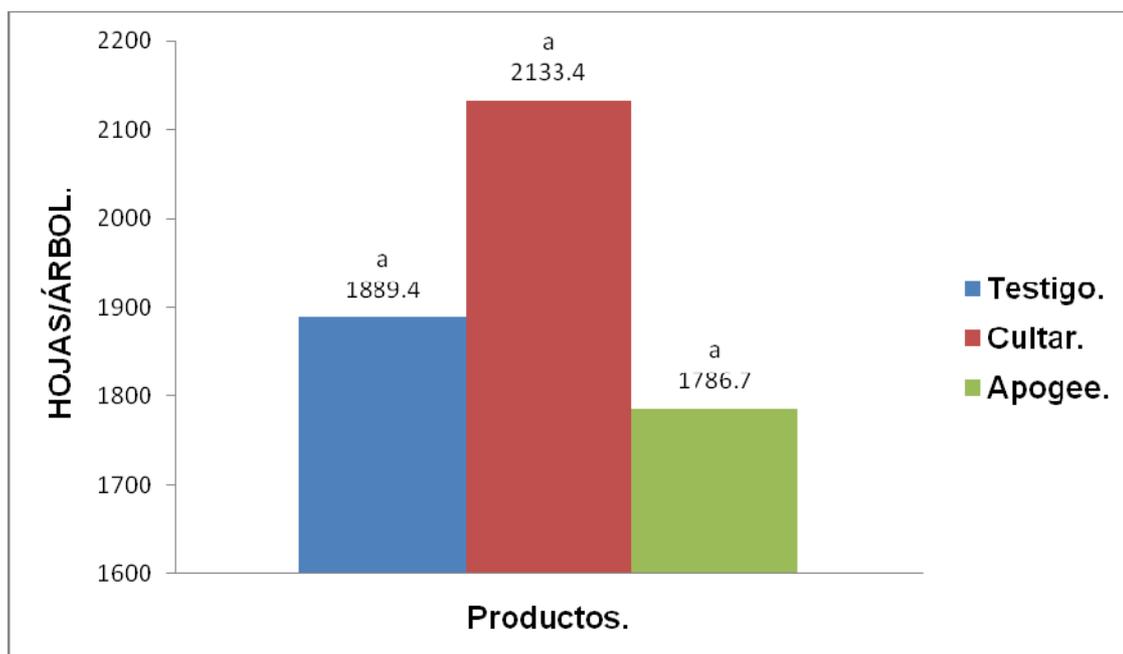
Esto nos indica que los productos tienden a aumentar el número de brotes productivos y a mayor número de brotes productivos mayor producción.



**Figura 4.13** Efecto de la aplicación de los productos para el número total de brotes/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.

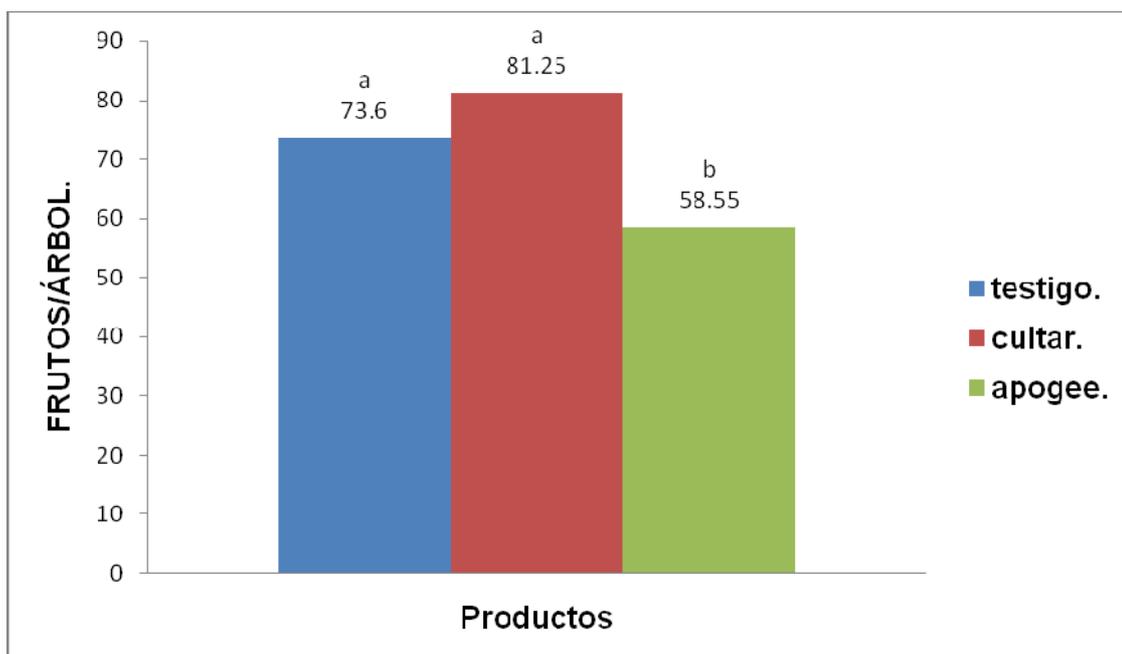
En la figura 4.13 se observa que existe diferencia significativa entre el cultar en comparación con el testigo y el apogee, siendo el cultar el producto que tiende a producir un mayor número de brotes/árbol, no existe diferencia significativa entre el apogee y el testigo.

El cultar mostro una mejor respuesta ya que produjo un mayor número de brotes/árbol.



**Figura 4.14** Efecto de la aplicación de los productos para el # de hojas/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.

En la figura 4.14 se observa que no existe diferencia significativa entre el testigo y los productos aplicados al ser estadísticamente iguales.



**Figura 4.15** Efecto de la aplicación de los productos para el número de frutos/árbol en las variedades Western y Wichita en el cultivo de nogal pecanero. UAAAN-UL 2007.

En la figura 4.15 se observa que existe diferencia significativa entre el apogee en comparación con el testigo y el cultar, siendo el apogee el producto que menos frutos produce.

El cultar y el testigo son estadísticamente hablando no significativos ya que tienden a producir casi el mismo número de frutos/árbol.

## **V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

- 1 La variedad Wichita produce más temprano que la variedad western por efecto de la variedad.
- 2-.el efecto de los reguladores de crecimiento reducen de un 12 a 17% el crecimiento en longitud.
- 3-. Los productos no favoreció la producción de nuez en árboles jóvenes aunque si detiene el crecimiento en longitud.
- 4-. No es conveniente aplicar los productos en el primer año de producción de los árboles.
- 5-. Se recomienda usar la dosis de 2 ppm. ya que la dosis de 4 ppm. tiene casi los mismos resultados para detener el crecimiento de los arboles.
- 6-. Es recomendable que se sigan evaluando estos productos cuando los árboles alcancen un mayor desarrollo.

## **VI. LITERATURA CITADA.**

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

**Brison,F. R. 1974.** Pecan Culture. Capital Printing. Austin Tx.

**Bausher M.G., Yelenosky G., 1986.** Sensitivity of potted citrus plants to top sprays and soil applications of paclobutrazol. Hort-Science 21(1), 141-143.

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

**Casaubon E.A. 2007.** Guía para plantación de pecan. Capítulo VII. Producción de Pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina. Pp.2-4; 10-11.

**Domínguez, L. S. 1998.** Determinación de la raíz de copa en vid (vitis vinífera) mediante la materia seca producida. Tesis U.A.A.A.N.U.L.

**Frusso, E.A. 2007.** Características morfológicas y fonológicas del pecan. Capítulo II. Producción de pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina.Pp.1-3.

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

**Lagarda M. A. 2005a.** Evolución de la tecnología de manejo para producción de nogal pecanero.SOMECH . Memorias Congreso2005.Chih.

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

**Lagarda M. A. 2005c.** 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 Nogatec 06. Memorias electrónicas.

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

**Lagarda M., A. 2007.** Bases teóricas para la definición de la densidad de plantación en huertas productoras de nuez pecanera. Capítulo XIII Producción de pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina.Pp.1-3.

**Lemus, G. 2002.** El nogal en Chile. Lemus, G. (ed.). Instituto de investigaciones agropecuarias, centro de investigación La Platina. Fundación para la innovación Agraria

**Leszek S. Jankiewicz. 2003.** Reguladores de crecimiento desarrollo y resistencia en plantas. Pp. 248-249.

**Medina M. Ma. Del Consuelo y Pedro Cano Ríos. 2002.** Tecnología de producción de nogal. INIFAP. Matamoros, Coah. Méx. Pp.1

**McCraw, D. M.W. Smithand W. Reid.2004.** Pecan cropload management. F-6251. OCES- Oklahoma State University. P. 90-91.

**Madero E., Frusso E. A. y Casaubon E. 2007 .**Manejo del Cultivo. Capitulo XII.

Producción de pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina. Pp.1-2

**Madero E. 2007.** La Nuez Pecan. INTA Delta Paraná. Buenos Aires, Argentina. p1

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

**Noble, S.R. 2000.** Las mejores variedades de nogal para el sitio de Scott Landgraf Horticultura. <http://www.noble.org/>.

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

**Rivero, T.S.H. López, M.B.C. 2004.** Micorrización natural e inducida en nogal pecanero. Instituto de Investigación Agrícola, Forestales y Pecuarias. Cd. Delicias, Chihuahua.

**Sparks, D. and G. D. Madden. 1985.** Pistillate flower and fruit abortion in pecan as a function of cultivar, time, and pollination. J. Amer. Soc.Hort. Sci.

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

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

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

**Smith, R. 2003.** Pecans nut as integral part of healthy diet. Pecanland, Inc. pp8

**Sierra, M.E.; López, R.E.; Pérez, P.S. 2007.** Agroclimatología del pecan (*Carya illiniensis*) en la Argentina. Capítulo IV. Producción de pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina. Pp.2.

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

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

#### **LITERATURA CITADA EN INTERNET.**

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

[http://www.tecnoagro.com.mx/portal/html/cultivos\\_ext.php?a=263](http://www.tecnoagro.com.mx/portal/html/cultivos_ext.php?a=263)

[http://www.infoagro.com/frutas/reguladores\\_crecimiento.htm](http://www.infoagro.com/frutas/reguladores_crecimiento.htm)

<http://www.um.es/grupos/grupos-fitohormonas/index.html>

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

**Cuadro 7.1.A. Análisis de varianza para la variable área seccional del tronco 1.**

FV	GL	SC	CM	FC	P > F	Significansia
VARI	1	2241.87	2241.87	11.61	0.0009	**
DOSIS	2	210.91	105.45	0.55	0.5807	NS
VARI*DOSIS	2	556.32	278.16	1.44	0.2412	NS
PROD	1	947.23	947.23	4.91	0.0288	*
VARI*PROD	1	61.18	61.18	0.32	0.574	NS
DOSIS*PROD	1	120.83	120.83	0.63	0.4306	NS
VARI*DOSIS*PROD	1	93.24	93.24	0.48	0.4885	NS
Error	110	21237.24	193.06			
Coef Var		30.622				

**Cuadro 7.2.A. Análisis de varianza para la variable área seccional del tronco 2.**

FV	GL	SC	CM	FC	P > F	Significansia
VARI	1	1296.97	1296.97	4.32	0.039	**
DOSIS	2	815.22	407.61	1.36	0.2614	NS
VARI*DOSIS	2	566.87	283.43	0.94	0.3920	NS
PROD	1	645.61	645.61	2.15	0.1453	NS
VARI*PROD	1	29.03	29.03	0.10	0.7564	NS
DOSIS*PROD	1	251.87	251.87	0.84	0.3616	NS
VARI*DOSIS*PROD	1	31.48	31.48	0.10	0.7466	NS
Error	110	33008.94	300.08			
Coef Var		30.171				

**Cuadro 7.3.A. Análisis de varianza para la variable área seccional del tronco 3.**

FV	GL	SC	CM	FC	P > F	Significansia
VARI	1	8288.44	8288.44	9.30	0.0029	**
DOSIS	2	1005.93	502.96	0.56	0.5703	NS
VARI*DOSIS	2	3144.13	1572.06	1.76	0.1762	NS
PROD	1	908.84	908.84	1.02	0.3148	NS
VARI*PROD	1	543.64	543.64	0.61	0.4365	NS
DOSIS*PROD	1	761.51	761.51	0.85	0.3573	NS
VARI*DOSIS*PROD	1	505.10	505.10	0.57	0.4531	NS
Error	110	98027.37	891.15			
Coef Var		30.591				

**Cuadro 7.4.A. Análisis de varianza para la variable de brotes < de 5 cm.**

FV	GL	SC	CM	FC	P > F	Significasia
VARI	1	48.13	48.13	2.54	0.1137	NS
DOSIS	2	1986.31	993.15	52.46	<.0001	**
VARI*DOSIS	2	18.31	9.15	0.48	0.6178	NS
PROD	1	465.61	465.61	24.59	<.0001	**
VARI*PROD	1	1.51	1.51	0.08	0.7780	NS
DOSIS*PROD	1	9.11	9.11	0.48	0.4893	NS
VARI*DOSIS*PROD	1	148.51	148.51	7.84	0.006	**
Error	110	2082.45	18.93			
Coef Var		43.58282				

**Cuadro 7.5.A. Análisis de varianza para la variable de brotes > de 5 cm.**

FV	GL	SC	CM	FC	P > F	Significancia
VARI	1	396.03	396.03	6.01	0.0158	*
DOSIS	2	2800.61	1400.30	21.25	<.0001	**
VARI*DOSIS	2	230.01	115.00	1.75	0.1794	NS
PROD	1	726.01	726.01	11.02	0.0012	**
VARI*PROD	1	0.61	0.61	0.01	0.9234	NS
DOSIS*PROD	1	270.11	270.11	4.10	0.0453	*
VARI*DOSIS*PROD	1	159.61	159.61	2.42	0.1225	NS
Error	110	7248.45	65.89			
Coef Var		55.727				
Variable dependiente: B10						

**Cuadro 7.6.A. Análisis de varianza para la variable de brotes 10 cm.**

FV	GL	SC	CM	FC	P > F	Significancia
VARI	1	385.20	385.20	4.57	0.0347	*
DOSIS	2	3637.61	1818.80	21.59	<.0001	**
VARI*DOSIS	2	165.31	82.65	0.98	0.3781	NS
PROD	1	1140.05	1140.05	13.53	0.0004	**
VARI*PROD	1	33.80	33.80	0.40	0.5278	NS
DOSIS*PROD	1	198.45	198.45	2.36	0.1277	NS
VARI*DOSIS*PROD	1	192.20	192.20	2.28	0.1338	NS
Error	110	9266.95	84.24			
Coef Var		46.729				

**Cuadro 7.7.A. Análisis de varianza para la variable de brotes de 15 cm.**

FV	GL	SC	CM	FC	P > F	Significansia
VARI	1	197.63	197.63	4.81	0.0304	*
DOSIS	2	2730.11	1365.05	33.21	<.0001	**
VARI*DOSIS	2	203.51	101.75	2.48	0.0888	*
PROD	1	738.11	738.11	17.95	<.0001	**
VARI*PROD	1	3.61	3.61	0.09	0.7675	NS
DOSIS*PROD	1	99.01	99.01	2.41	0.1236	NS
VARI*DOSIS*PROD	1	37.81	37.81	0.92	0.3396	NS
Error	110	4522.05	41.10			
Coef Var	30.339					

**Cuadro 7.8.A. Análisis de varianza para la variable de brotes de 20 cm.**

FV	GL	SC	CM	FC	P > F	Significansia
VARI	1	216.00	216.00	3.89	0.0509	*
DOSIS	2	1957.31	978.65	17.65	<.0001	**
VARI*DOSIS	2	466.31	233.15	4.20	0.0174	*
PROD	1	1209.01	1209.01	21.80	<.0001	**
VARI*PROD	1	15.31	15.31	0.28	0.600	NS
DOSIS*PROD	1	0.61	0.61	0.01	0.9165	NS
VARI*DOSIS*PROD	1	19.01	19.01	0.34	0.5594	NS
Error	110	6101.00	55.46			
Coef Var	32.181					

**Cuadro 7.9.A. Análisis de varianza para la variable de brotes de 25 cm.**

FV	GL	SC	CM	FC	P > F	Significansia
VARI	1	12.67	12.67	0.32	0.5718	NS
DOSIS	2	1252.81	626.40	15.89	<.0001	**
VARI*DOSIS	2	356.55	178.27	4.52	0.0130	*
PROD	1	1862.45	1862.45	47.25	<.0001	**
VARI*PROD	1	54.45	54.45	1.38	0.2424	NS
DOSIS*PROD	1	0.45	0.45	0.01	0.9151	NS
VARI*DOSIS*PROD	1	14.45	14.45	0.37	0.5461	NS
Error	110	4336.15	39.41			
Coef Var	26.726					

**Cuadro 7.10.A. Análisis de varianza para la variable de brotes de 30 cm.**

FV	GL	SC	CM	FC	P > F	Significansia
VARI	1	0.00	0.00	0.00	1.0000	NS
DOSIS	2	135.21	67.60	1.25	0.2902	NS
VARI*DOSIS	2	215.15	107.57	1.99	0.1414	NS
PROD	1	1224.61	1224.61	22.67	<.0001	**
VARI*PROD	1	171.11	171.11	3.17	0.0779	*
DOSIS*PROD	1	17.11	17.11	0.32	0.5747	NS
VARI*DOSIS*PROD	1	103.51	103.51	1.92	0.1691	NS
Error	110	5943.25	54.02			
Coef Var		29.981				

**Cuadro 7.11.A. Análisis de varianza para la variable de brotes > de 40 cm.**

FV	GL	SC	CM	FC	P > F	Significansia
VARI	1	2083.33	2083.33	2.43	0.1221	NS
DOSIS	2	3380.31	1690.15	1.97	0.1445	NS
VARI*DOSIS	2	7789.51	3894.75	4.54	0.0128	*
PROD	1	1911.01	1911.01	2.23	0.1386	NS
VARI*PROD	1	2542.51	2542.51	2.96	0.0881	*
DOSIS*PROD	1	382.81	382.81	0.45	0.5057	NS
VARI*DOSIS*PROD	1	1288.01	1288.01	1.50	0.2232	NS
Error	110	94430.85	858.46			
Coef Var		28.114				

**Cuadro 7.12.A. Análisis de varianza para la variable de brotes/árbol.**

FV	GL	SC	CM	FC	P > F	Significansia
VARI	1	17836.40	17836.40	5.73	0.0184	*
DOSIS	2	62891.51	31445.75	10.10	<.0001	**
VARI*DOSIS	2	21813.51	10906.75	3.50	0.0335	*
PROD	1	70805.00	70805.00	22.73	<.0001	**
VARI*PROD	1	4743.20	4743.20	1.52	0.2198	NS
DOSIS*PROD	1	4500.00	4500.00	1.44	0.2320	NS
VARI*DOSIS*PROD	1	7527.20	7527.20	2.42	0.1229	NS
Error	110	342615.75	3114.68			
Coef Var		23.267				

**Cuadro 7.13.A. Análisis de varianza para la variable de hojas/árbol.**

FV	GL	SC	CM	FC	P > F	Significansia
VARI	1	1550025.00	1550025.000	1.97	0.1724	NS
DOSIS	2	480820.16	240410.083	0.31	0.7394	NS
VARI*DOSIS	2	2051913.50	1025956.750	1.30	0.2888	NS
PROD	1	721413.37	721413.375	0.92	0.3472	NS
VARI*PROD	1	2380.04	2380.042	0.00	0.9566	NS
DOSIS*PROD	1	17550.04	17550.042	0.02	0.8825	NS
VARI*DOSIS*PROD	1	1099532.04	1099532.042	1.40	0.2480	NS
Error	26	20468456.83	787248.34			
Coef Var		45.81824				

**Cuadro 7.14.A. Análisis de varianza para la variable de frutos/árbol.**

FV	GL	SC	CM	FC	P > F	Significansia
VARI	1	23074.13	23074.13	45.04	<.0001	**
DOSIS	2	2021.26	1010.63	1.97	0.1439	NS
VARI*DOSIS	2	7585.86	3792.93	7.40	0.0010	**
PROD	1	10305.80	10305.80	20.12	<.0001	**
VARI*PROD	1	7296.20	7296.20	14.24	0.0003	**
DOSIS*PROD	1	304.20	304.20	0.59	0.4426	NS
VARI*DOSIS*PROD	1	4147.20	4147.20	8.10	0.0053	**
Error	110	56349.20	512.26			
Coef Var		31.818				