

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EFFECTO DE LA CANTIDAD DE APLICACIÓN DE PACLOBUTRAZOL EN
ÁRBOLES DE 6 A 7 AÑOS DE EDAD EN NOGAL PECANERO (*Carya
illinoensis koch*) VARIEDAD WESTERN.**

POR:

LORENZO ANTONIO GABRIEL CARRANZA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México,

Diciembre de 2010.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

LORENZO ANTONIO GABRIEL CARRANZA

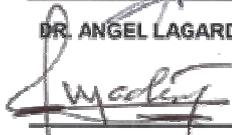
APROBADO POR:

ASESOR PRINCIPAL:



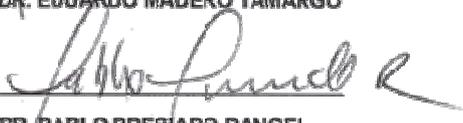
DR. ANGEL LAGARDA MURRIETA

ASESOR:



DR. EDUARDO MADERO TAMARGO

ASESOR:

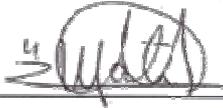


DR. PABLO PRECIADO RANGEL

ASESOR:



ING. FRANCISCO SUAREZ GARCIA



M.E. VICTOR MARTINEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México,

Diciembre de 2010.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

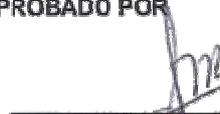
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. LORENZO ANTONIO GABRIEL CARRANZA QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

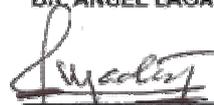
APROBADO POR

ASESOR PRINCIPAL:



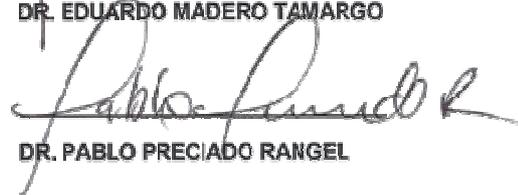
DR. ANGÉL LAGARDA MURRIETA

ASESOR:



DR. EDUARDO MADERO TAMARGO

ASESOR:

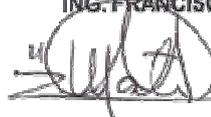


DR. PABLO PRECIADO RANGEL

ASESOR:

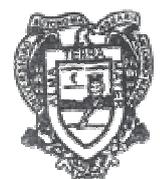


ING. FRANCISCO SUAREZ GARCIA



M.E. VICTOR MARTINEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.


Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México,

Diciembre de 2010.

DEDICATORIAS

A DIOS:

Ha sido el omnipotente, quien ha permitido que la sabiduría dirija y guíe mis pasos. Ha sido el todopoderoso, quien ha iluminado mi sendero cuando más oscuro ha estado, Ha sido el creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

A MIS PADRES:

Bernardino Gabriel Analco y Romelia Carranza Jijón, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera. Este logro es de ustedes, Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí, los amo.

A MIS HERMANOS:

Balquis, Honorio, Mario, Yeimis, Pety gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho, este logro es de ustedes también.

A MIS ABUELITOS:

Isabel, Petra, Fidel, Santa Cruz (+) gracias por ser el ejemplo para salir adelante y por sus consejos que han sido de gran ayuda en mi vida, por su apoyo incondicional y por su amor que me han brindado. En especial a ti abuelita santa que estando en vida me demostraste siempre cuanto me querías, siempre estarás presente en mí.

A TODOS MIS FAMILIARES:

Gracias por cada palabra de apoyo y aliento que tuvieron para mí durante mi estudio.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS. Por haberme dado fuerza y valor para terminar estos estudios, por llevarme a lo largo de esta vida siempre llenándome de alegría y gozo.

A mi “Alma Terra Mater”. Por permitirme realizarme como profesionista y cobijarme durante cuatro años y medios 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, por haberme brindado sus conocimientos como profesionista, por tenerme paciencia, comprensión y por sus consejos, mas que un profesor es un gran amigo.

A mis asesores. Dr. Eduardo Madero Tamargo, Dr. Pablo Preciado Rangel, Ing. Francisco Suarez García, por su apoyo y colaboración en este trabajo de tesis.

A mis profesores. Por que cada uno, con sus valiosas aportaciones, me ayudaron a crecer como persona y profesionista.

A mis compañeros de grupo. Porque la constante comunicación con ellos ha contribuido en gran medida a transformar y mejorar mi forma de actuar en mi trabajo, especialmente a aquellos que me brindaron cariño, comprensión y apoyo, dándome con ello, momentos muy gratos.

A mis amigos. Tita, tacho, lore, aris, fredy, valdo, Karen, nico, olat, mitzi, ani, bety, eli, negris, maira, ade, Andrik, Héctor, toño, nati, yare, nani, kobi, cruz y a todos aquellos que de una u otra manera me brindaron su apoyo, amistad, confianza, cariño y comprensión.

RESUMEN

El presente trabajo consistió en evaluar dos dosis de paclobutrazol y un testigo en árboles jóvenes de nogal pecanero en la variedad Western en altas densidades de plantación. Con el objetivo de evaluar el inicio de producción y aumentar el rendimiento por hectárea.

El nogal pecanero (*Caria illinoensis 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 acabo durante el ciclo 2009 – 2010. El experimento fue realizado en el rancho Tierra Blanca municipio de Matamoros Coahuila. El municipio de Matamoros Coahuila se localiza en el suroeste del estado de Coahuila, en las coordenadas 103° 13' 42" longitud oeste y 25° 31' 41" latitud norte, a una altura de 1,100 metros sobre el nivel del mar.

Los tratamientos evaluados fueron: 0, 1 y 2 Litros por hectárea del producto Cultar al 25 % (Paclobutrazol) en la variedad Western Schely de 6 a 7 años de edad.

Las variables evaluadas fueron: Área seccional del tronco respecto al rendimiento, Nueces por árbol, Nueces por racimos, Racimos por árbol, Hojas por árbol, Nueces por longitud de brote.

Los resultados obtenidos indican la aplicación de 1L por hectárea de paclobutrazol fue el más sobresaliente seguida 2L por hectárea, superando al testigo en un 30 % en producción.

Palabras claves: nogal pecanero, paclobutrazol, producción, dosis, efecto.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	iii
INDICE GENERAL.....	iv
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
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 de nogal pecanero.....	6
2.2.1. Clasificación taxonómica (Arreola et al., 2002).....	6
2.2.2. Descripción Botánica.....	6
2.2.3. Árbol.....	7
2.2.4. Raíz.....	7
2.2.5. Troncos y Ramas.....	7
2.2.6. Hojas.....	7
2.2.7. Flores.....	8
2.2.8. Frutos.....	8
2.3. Importancia del cultivo.....	9

2.3.1. Aspecto general del nogal.....	9
2.3.2. Composición de la nuez.....	9
2.4. Altas densidades de plantación y su manejo en el cultivo de nogal pecanero.....	11
2.5. Requerimientos climáticos.....	13
2.5.1. Periodo libre de heladas.....	13
2.5.2. Temperatura.....	13
2.5.3. Hídricos.....	13
2.5.4. Suelo.....	14
2.5.5. Luz.....	14
2.5.6. Requerimientos de agua.....	15
2.6. Descripción de las variedades.....	16
2.6.1. Western Schely.....	16
2.6.2. Wichita.....	17
2.7. Fitohormonas.....	17
2.7.1. Auxinas.....	18
2.7.2. Citocininas.....	18
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 climáticas.....	25
3.3. Localización del experimento.....	25
3.4. Diseño experimental utilizado.....	25
3.5. Material utilizado.....	26
3.6. Manejo del cultivo.....	26
3.6.1. Localización de los árboles de nogal pecanero.....	26
3.6.2. Etiquetado de los árboles de nogal.....	26
3.6.3. Aplicación del Cultar.....	26
3.7. Variables a evaluar.....	27
3.7.1. Área seccional del tronco (AST).....	27
3.7.2. Número de nueces por árbol.....	27
3.7.3. Número de racimos por árbol.....	27
3.7.4. Número de nueces por racimos.....	27
3.7.5. Número de nueces por longitud de de brote.....	27
3.7.6. Número de hojas por árbol.....	28
3.7.7. Análisis estadístico.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1. Resultados obtenidos sobre el efecto de reguladores de crecimiento (PBZ) sobre la producción de Nuez en árboles jóvenes de nogal pecanero en altas densidades de plantación.....	29

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
VI. LITERATURA CITADA.....	35

INDICES DE CUADROS

Cuadro 2.1. Principales estados productores de nogal en México.....6

Cuadro 2.2. Composición nutritiva de la nuez.....10

INDICES DE FIGURAS

Figura 4.1 Efecto de la dosis de Pacloburazol en nogales jóvenes sobre la producción de nuez por árbol (kg) en la variedad Western en lata densidad de plantación. UAAAN-UL 2009.	29
Figura 4.2 Efecto de la longitud de brote sobre el numero de nueces por brote en la variedad Western, en altas densidad de plantación. UAAAN-UL 2009.....	30
Figura 4.3 Efecto de la longitud de brote sobre el numero de nueces por brote en la variedad Western, en altas densidad de plantación. UAAAN-UL 2009.	31
Figura 4.4 Relación del área seccional del tronco (AST) en diferentes dosis de Paclobutrazol sobre el rendimiento de nogal pecanero con 7 años de edad. UAAAN-UL 2009.....	32
Figura 4.5 Producción de nuez en nogal pecanero joven respecto a su desarrollo total de Área seccional de tronco (AST). UAAAN-UL 2009	33

I. INTORDUCCION

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 que aumenta formas en que se puede vender este producto. (Smith, 2003).

La producción de nuez pecanera en México es un cultivo muy reciente que inicio alrededor de 1940 con una tecnología importada y poco precisa, en cuanto a la densidad de plantación que debería 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 encuentra 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 arboles (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⁻¹, los costos de producción por hectárea van desde \$18,000 hasta los \$25,000, esta cifra se a 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 plantaciones. Desde un aumento considerable de la densidad de plantas (de 100-120 plantas/ha-1 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 mas 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-1 y con menor o mismo costo de producción (Lagarda, 2005a).

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 pecanero tiene un gran vigor, logrando así alcanzar alturas de mas de 20 m de altura. Lo cual hace difícil y costoso las practicas culturales como son: podas, control de plagas y enfermedades, fertilizantes foliares y la cosecha (Lagarda, 2006).

La producción de nuez cascara 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-1 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 por hectárea y manejar una mayor producción (Lagarda, 2005b).

1.1 Objetivo.

1.- Evaluar el efecto del Paclobutrazol en el desarrollo y fructificación del nogal pecanero variedad Western.

1.2 Hipótesis.

- Aplicación de Paclobutrazol modifica la capacidad productiva en árboles de nogal de 6 años.
- Es posible controlar la fructificación del nogal por medio de reguladores de crecimiento.

1.3 Meta.

Obtener frutos de mayor tamaño, alcanzar un método que induzca mayor producción y el mantenimiento de estas en el tiempo.

II. REVICION DE LITERATURA.

2.1 Origen.

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

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

2.1.1. Principales estados productores de nogal en México.

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

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

(Anónimo, 2007).

2.2 Aspectos generales del nogal.

2.2.1 Clasificación taxonómica (Frusso, 2007).

Reino: Vegetal.

División: Espermatofita.

Subdivisión: Angiosperma.

Familia: Juglandaceae.

Genero: *Carya*.

Especie: *Illinoensis* (koch).

2.2.2. Descripción Botánica.

El nogal pacanero (*Carya illinoensis*, koch) pertenece a la familia de las Juglandáceas al Genero *Carya* y la Especie *illinoensis*. El nombre común del fruto es nuez o pecán (Frusso, 2007).

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

2.2.3. Árbol.

El árbol alcanza una altura de 30 m y llega a una edad superior a los 100 años produciendo en ese momento mas 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 del árbol, cuando estas encuentran agua estancada detienen su desarrollo (Camargo, 2001).

2.2.5. Troncos y Ramas.

Existen nogales con troncos de más de 3 m de diámetro, estos por lo general son nativos o silvestres, se elevan restos y sus ramificaciones comienzan a los 10 m de altura. Estas características diferencian los árboles criollos a los injertados, ya que en estos generalmente su tronco es más corto y sus ramificaciones empiezan desde abajo. Un nogal adulto con alimentación equilibrada deberá tener un crecimiento anual de 10 a 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, dispuesta en forma alternada, imparipinada, teniendo de 11 a 17 foliolos de forma oblongo-lanceolada, glabros y de bordes 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 vellosidad y son de color verde ligeramente grisáceos, las de nogal injertado son “glabras”, es decir, carecen de bello, su color verde es más brillante y el aserrado del margen es diferente y más notable. Las hojas contribuyen directamente en el desarrollo de las nueces y proveen de reservas alimenticias que son almacenados en los tallos y las raíces, las cuales servirán para el crecimiento del árbol y desarrollo de las nueces del año siguiente (Camargo, 2001).

2.2.7 Flores.

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

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

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

2.2.8 Frutos.

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

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

2.3 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 mas promisorio de los frutales (Salas, 1997).

Su importancia en la Comarca Lagunera inicia a partir del año 1948, cuando se establecieron las primeras huertas de nogal. Las variedades introducidas fueron: Western, Wichita, Burkertt, 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 a contribuido a la población internacional, la nuez es la mas importante y esta destinada a jugar un papel muy importante en la gastronomía, siendo un recurso ara resolver la falta de alimentos como fuente de energía concentrada. Este fruto además tiene aplicaciones en la medicina y en la industria. El fruto del nogal es de sabor agradable y rico en su contenido de aceites según la variedad (Salas, 1997).

2.3.1 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, *et al.*, 2007).

2.3.2 Composición de la nuez.

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

Cuadro 2.2 Composición nutritiva de la nuez.

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

Fuente: (James y Duke., 2002).

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

En México las primeras plantaciones se iniciaron considerando densidades desde 50 hasta llegar a los 100 árboles por hectárea, como estrategia para una explotación comercial, 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 con el paso de los años, 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 se producen fácilmente y con poco trabajo; sin embargo, la producción de nuez se va limitando (1500 kilogramos por hectárea con una densidad de 50 árboles/ ha-1.) 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 frutos y madera (Herrera, 1993).

Las plantaciones intensivas comprenden una densidad de 140 o mas 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-1), a un marco de 7 x 7 m o de 8 x 8 m. se pretenden 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 productiva de 20 – 45 gr. /cm² de área seccional de tronco (AST), en árboles adultos, nos permiten desarrollar nuevos enfoques de producción y lograr mejores rendimientos promedio de nuez en cáscara (3000 Kg. Ha-1) (Lagarda, 2005a).

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 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 práctica cuando el árbol empiece a ensayar para evitar la competencia por humedad nutrientes. Conviene establecer las huertas nogaleras en área 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, 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 de nuez por hectárea, aumentando el número de ramas fructíferas por superficie. Altas densidades permite una máxima utilización de la tierra disponible. El alto valor de la tierra justifica económicamente la inversión (Casaubon, 2007)

2.5 Requerimientos climáticos.

2.5.1 Periodo libre de heladas.

El nogal requiere una estación de crecimiento mínima de 180 a 280 días libre de helada. En la Región Lagunera en un periodo de 45 años se presentó un promedio de 275.4 días libres de heladas.

2.5.2 Temperatura.

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

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

2.5.3 Hídricos.

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

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

2.5.4 Suelo.

El suelo es un factor esencial para el desarrollo de la nuez pecánera. De acuerdo a su textura los suelos pueden ser: Arenosos: son suelos de textura gruesa, muy sueltos y con baja capacidad de retención de agua. Arcillosos: son suelos de textura fina, encharcables, muy duros, compactos cuando están secos y moldeables cuando están húmedos. Estos suelos dificultan el drenaje del agua y obstaculizan el desarrollo de las raíces. Francos: son suelos de características intermedias; son los ideales para el cultivo. Prefiere los suelos profundos, permeables y sueltos, de textura media (Franco-Limoso; Franco-arcilloso-arenoso; Areno-limoso) con buen drenaje de agua, rico 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).

2.5.5 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 a la copa (Lagarda *et al.*, 2002), (Madero *et al.*, 2007).

Con estas prácticas se consigue mayor eficiencia de utilización de luz, aumentando la tasa de fotosíntesis durante todo el periodo productivo. Si se tiene una entrada deficiente de luz las ramas bajas pueden secarse y las plantaciones dejar de ser productivas (Núñez, 2001), citado por (Madero *et al.*, 2007).

2.5.6 Requerimiento de Agua.

Dentro de los factores que determinan el éxito de una plantación de nogal, el riego es considerado como uno de los más importantes, además que bajo ciertas condiciones influye sobre otros factores que controla el crecimiento de la planta y los efectos secundarios de la nuez, como la viviparidad. En nogal, cuando ocurre una deficiencia de agua la primera función fisiológica afectada es el crecimiento celular. En el nogal el tamaño del fruto o nuez es función del crecimiento celular, por lo que es importante que no se presenten deficiencias durante el desarrollo del fruto. Las hojas grandes pueden sostener más nueces que las hojas pequeñas y al igual que en el caso del fruto, el tamaño de la hoja es en función del crecimiento celular. El transporte de nutrientes, fotosíntesis y translocación de fotosintatos dentro de la planta son inhibidos también por deficiencias de agua. Una deficiencia afecta el llenado del fruto de la cosecha actual pero además, también la producción del próximo año (Whorthington 1998).

La humedad del suelo es muy importante para disparar el fenómeno de la germinación prematura de la nuez; en especial los riegos que coinciden con el periodo de desarrollo de la almendra (agosto-septiembre) donde se han demostrado que la falta de agua durante este periodo, se aumenta la germinación de la nuez antes de la cosecha (Godoy C. 2000).

El fenómeno de que el agua de riego reduce la germinación de la nuez, se explica porque el riego de la nuez, abre más fácilmente cuando tiene buena disponibilidad de agua durante la época de maduración del fruto. Permitiendo así la pérdida de humedad en la semilla o sea la nuez y evita de ésta manera la germinación de la nuez. (Lagarda, 1978; Sparks, 1933; Godoy, 2000).

2.6 Descripción de las Variedades.

La variedad de la nuez, tiene mucha influencia sobre la germinación, y se puede mencionar que las variedades Western y Wichita se clasifican como medianamente susceptibles a este fenómeno, en tanto que Burquett, Grakin y Mahan, son altamente sencibles, mientras que las variedades que han mostrado resistencia son Sioux y Caddo. (Lagarda, 2000).

No se explotan comercialmente las variedades resistentes porque no son altamente productoras; además, de producir nuez de baja calidad, de ahí que al problema se le busque solución por medio de las variedades Western y Wichita.

2.6.1 Western Schely.

Es el árbol más popular y preferido por los productores del estado de Coahuila y otras regiones del Norte del País. Es una selección de gran adaptación para zonas desérticas y semidesérticas (Núñez, 2001).

Muestra cierta tolerancia alas deficiencias de zinc; sin embargo, necesita aplicaciones de este elemento menor para un bien desarrollo; es regularmente precoz en la maduración del fruto. Necesita de la presencia de la variedad Wichita para una buena polinización. Son de porte vigoroso, con buena ramificación y con buen ángulo de apertura (Núñez, 2001).

Necesita un promedio de 300 horas frio 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).

2.6.2 Wichita.

Es también una variedad de buena adaptación a zonas áridas, pero es susceptible a la roña y otras enfermedades fungosas, es por eso que no se recomienda para regiones húmedas. La liberación del polen de la variedad Wichita, coinciden en gran parte con la receptibilidad de las flores hembras de la variedad Western. Es extremadamente precoz, poseen buen follaje de color verde oscuro, de hojas grandes y buena producción de nueces atractivas de gran calidad; esto lo hace la variedad mas susceptible al fenómeno de la viviparidad los ángulos de las ramas son cerradas, por lo que es necesario una buena poda de formación y proporcionarle al árbol la estructura adecuada y evitar desgajamiento de ramas. Posee ruezno grueso, que es atractivo para el gusano barrenador (Núñez, 2001).

En esta variedad los brotes de 25 a 45 cm 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).

2.7 Fitohormonas.

Las fitohormonas pertenecen a cinco grupos de conocidos de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe propiedades fuertes de reguladores de 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).

Para crecer las plantas no solo necesitan agua y luz del sol sino que además 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)

Las características compartidas de este grupo de reguladores del desarrollo consisten 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).

2.7.1 Auxinas.

Son sintetizadas en las hojas jóvenes, especialmente por las células presente 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).

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).

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).

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 | promover primero la división y luego la elongación celular. Inhibe la floración (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).

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).

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 Mithell, 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 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, *et al.*, 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 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 más 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 fotosintatos 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 sequia, el frío, el calor intenso, etc.
- Frecuentemente aumenta también la resistencia contra algunas enfermedades.
- Por lo general los reguladores favorecen la absorción de los nutrimentos del suelo, por estas propiedades se les ha 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 la 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 ha sido aceptado como práctica comercial (www.tecnoagro.com).

2.9 Usos 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 abscísico, 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 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 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. Concluyo 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 eficiencia del prohexadione- Ca, en la reducción del crecimiento vegetativo en manzano (Lemus, G.2002).

El Apogee (prohexadione calcio) es un nuevo (RDC). Es una antigiberelinas 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 abscisión foliar (Lemus, G.2002).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

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 1,100 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 climáticas.

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 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, 1988).

3.4. Diseño experimental utilizado.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar simple con tres tratamientos con diez repeticiones donde la unidad experimental la constituye un árbol, estos tratamientos fueron de 0, 1 y 2 Litros por hectárea Se utilizó la variedad de nogal pecanero, western, estos árboles fueron plantados en 2003.

3.5. Material utilizado.

Árboles de nogal pecanero de la variedad western, 7 años de edad, plantados bajo un sistema intensivo con un marco de plantación de 6 x 6 y una densidad de 276 árboles por hectárea, con riego a una lamina de 1m y fertilización de 60 Kg de Nitrógeno por año.

- Cinta métrica
- Libreta de datos
- Pluma

3.6. Manejo del cultivo.

3.6.1. Localización de los árboles de nogal pecanero.

Los árboles de nogal cuentan con una edad de 7 años, con una densidad de 276 árboles / ha a una distancia de (6 x 6), con un sistema de riego por cintilla enterradas y agua rodada. Los árboles de nogal pecanero que se necesitaban para este experimento tenían que presentar un buen porte para una mejor respuesta a la aplicación del paclobutrazol.

3.6.2. Etiquetado de los árboles de nogal.

Se etiquetaron 30 árboles en total, 10 para cada tratamiento donde un árbol constituye una repetición, esto se realizó el día 12 de Marzo del 2009.

3.6.3. Aplicación del Cultar.

La aplicación del Cultar se llevo acabo el día 20 de abril del año 2009, al momento de la aplicación los árboles tenían aproximadamente 4 semanas de haber brotado, el producto se aplico directamente al suelo en el área de riego, aproximadamente unos 30 cm del tronco y a una profundidad de 10 cm, las dosis que se aplicaron fueron de 1 y 2 Litros y el testigo sin aplicar.

3.7. Variables a evaluar.

3.7.1. Área seccional del tronco (AST)

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

3.7.4. Numero de nueces por árbol

Con el fin de estimar el rendimiento potencial de los árboles se realizó un conteo del número de nueces por cada uno de los árboles a evaluar en septiembre del 2009.

3.7.2. Numero de racimos por árbol

Para evaluar la cosecha potencial de los árboles se realizó un conteo del número de racimos de cada uno de los árboles a evaluar en septiembre del 2009.

3.7.3. Numero de nueces por racimo

Para evaluar la cosecha potencial de los árboles se realizó un conteo del número de nueces promedio por racimo de cada uno de los árboles a evaluar en septiembre del 2009.

3.7.6. Número de nueces por longitud de brote

Con el fin de estimar el número de nueces por longitud de brote se realizó un conteo en septiembre del 2009. Se realizó con una cinta métrica, se tomó cada uno de los brotes de los árboles evaluados expresando su valor en cm y contándoles el número total de nueces por brote.

3.7.5. Numero de hojas por árbol

Se realizo el conteo de las hojas total, esto se llevo a cabo en septiembre del 2009. Estos conteos se realizaron en todos los árboles a evaluar.

3.7.7 Análisis estadístico.

Se utilizo el paquete estadístico "SAS", para el diseño completamente al azar simple.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Resultados obtenidos sobre el efecto de reguladores de crecimiento (PBZ) sobre la producción de nuez en árboles jóvenes de nogal pecanero en altas densidades de plantación, 276 árboles por hectárea.

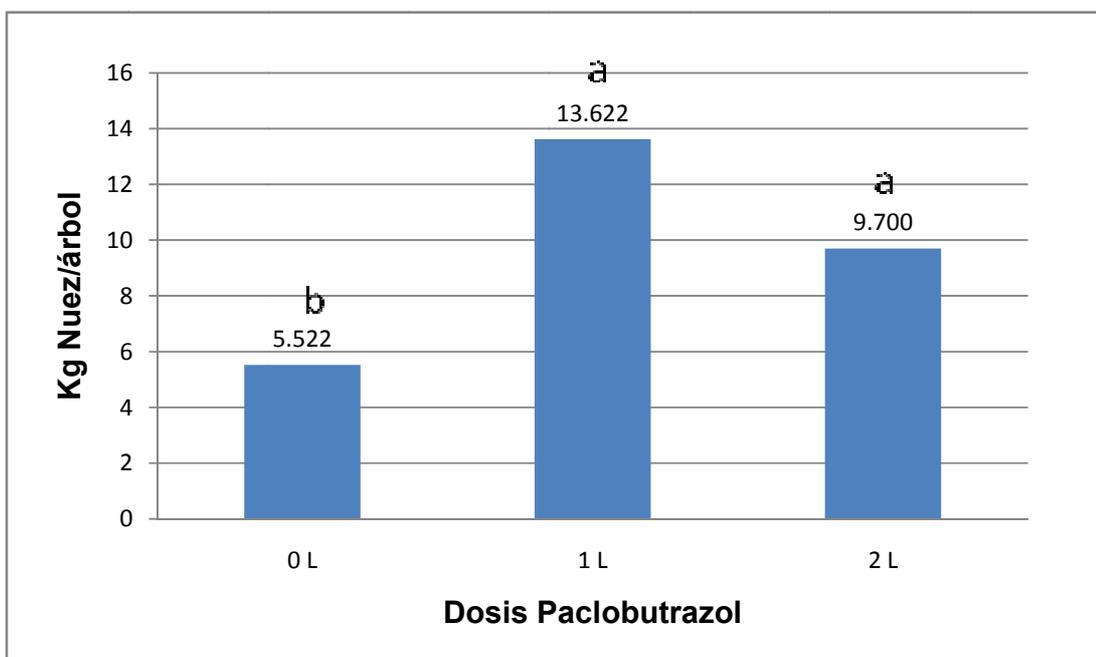


Figura 4.1 Efecto de la dosis de Pacloburazol en nogales jóvenes sobre la producción de nuez por árbol (kg) en la variedad Western en lata densidad de plantación. UAAAN-UL 2009.

En la Figura 4.1 se observa que para la producción de nuez en los árboles evaluados existe diferencia significativa, siendo los árboles tratados los que presentan mayor producción en comparación sobre el testigo, siendo estadísticamente iguales entre ellos pero diferente al testigo.

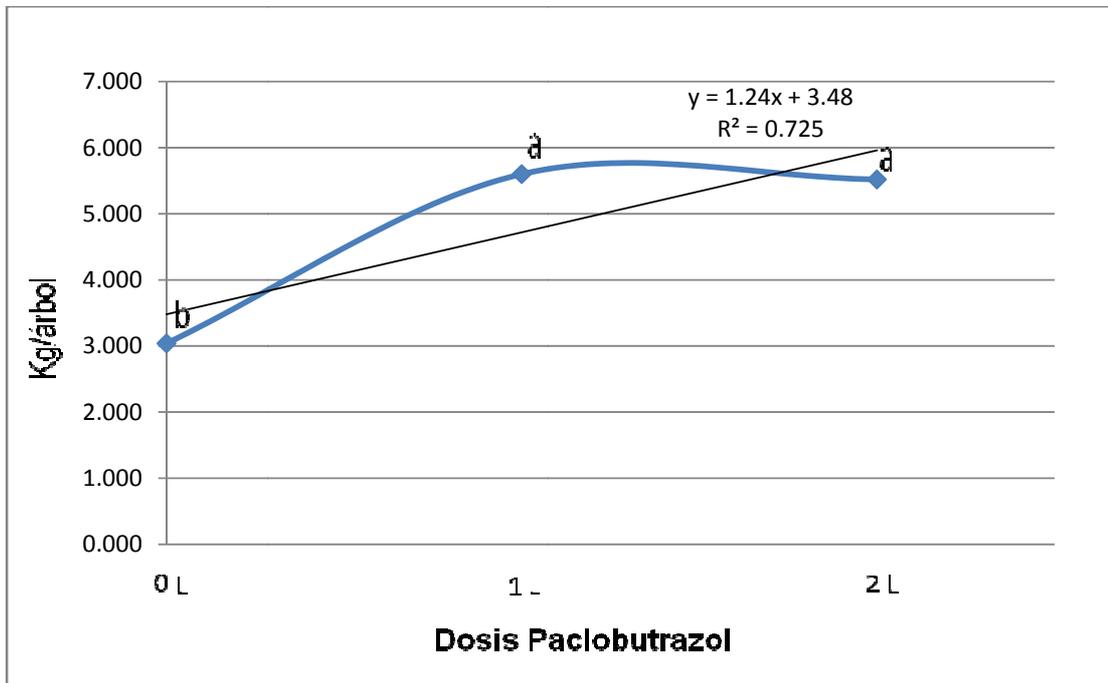


Figura 4.2 Tendencia de la producción de nuez con diferentes dosis de Paclobutrazol en la variedad western de nogal pecanero en alta densidad de plantación. UAAAN-UL 2009.

En la Figura 4.2 se observa que para la tendencia de producción de nuez las dosis evaluadas en los tratamientos de 0, 1 y 2 Litros de paclobutrazol no mostraron significativamente diferencia ya que las tres dosis tienden a producir casi el mismo número de producción/árbol, aunque la dosis de 0L (testigo) produjo la menor producción por árbol.

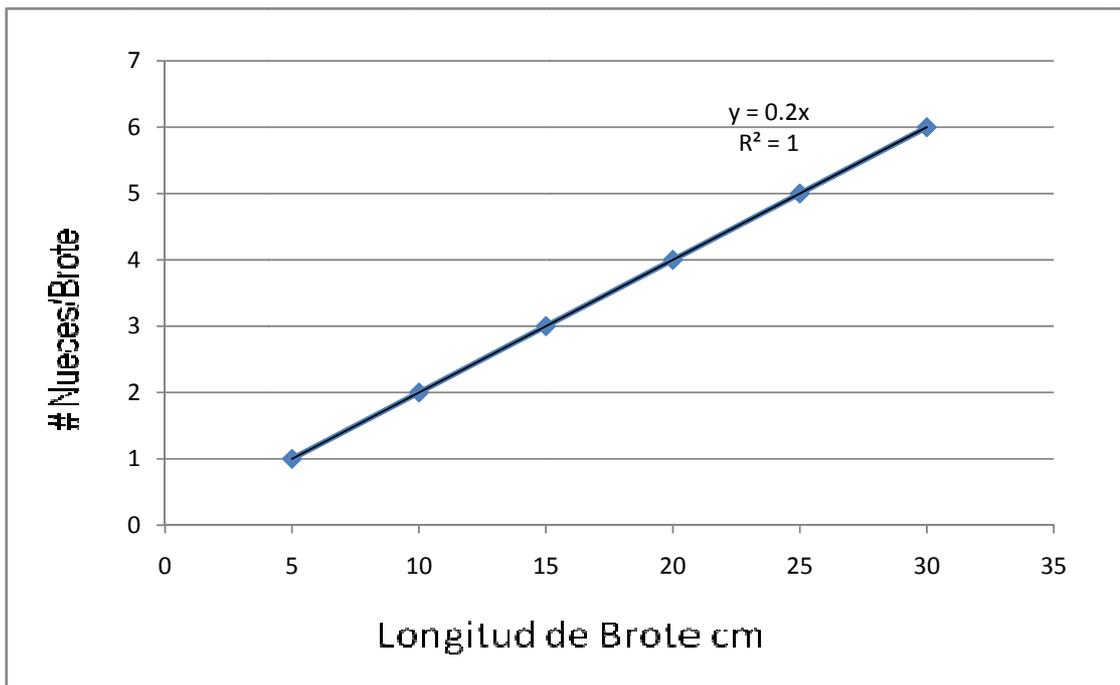


Figura 4.3 Efecto de la longitud de brote sobre el número de nueces por brote en la variedad Western, en altas densidad de plantación. UAAAN-UL 2009.

En la Figura 4.3 se observa que hay diferencia significativa entre el número de nueces sobre las diferentes longitudes de brotes, siendo los brotes mayores de 15 cm los más productivos con los que se puede obtener una mayor producción.

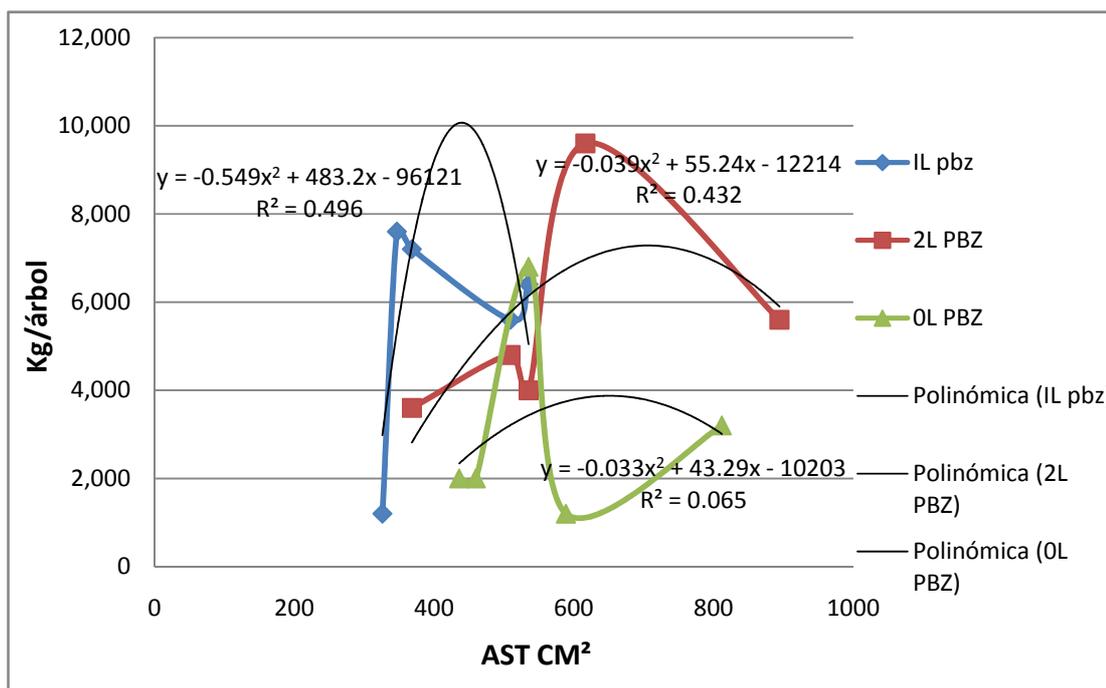


Figura 4.4 Relación del área seccional del tronco (AST) en diferentes dosis de Paclobutrazol sobre el rendimiento de nogal pecanero con 7 años de edad. UAAAN-UL 2009.

En la Figura 4.4 se observa que para la relación del área seccional del tronco (AST) sobre el rendimiento de nuez, las dosis evaluadas en los tratamientos de 0, 1 y 2 Litros de paclobutrazol mostraron estadísticamente diferencia, siendo la de 1L de paclobutrazol la que presenta mejor respuesta adelantando la maduración y obteniendo mayor rendimiento en comparación sobre la dosis de 0 y 2 L de paclobutrazol.

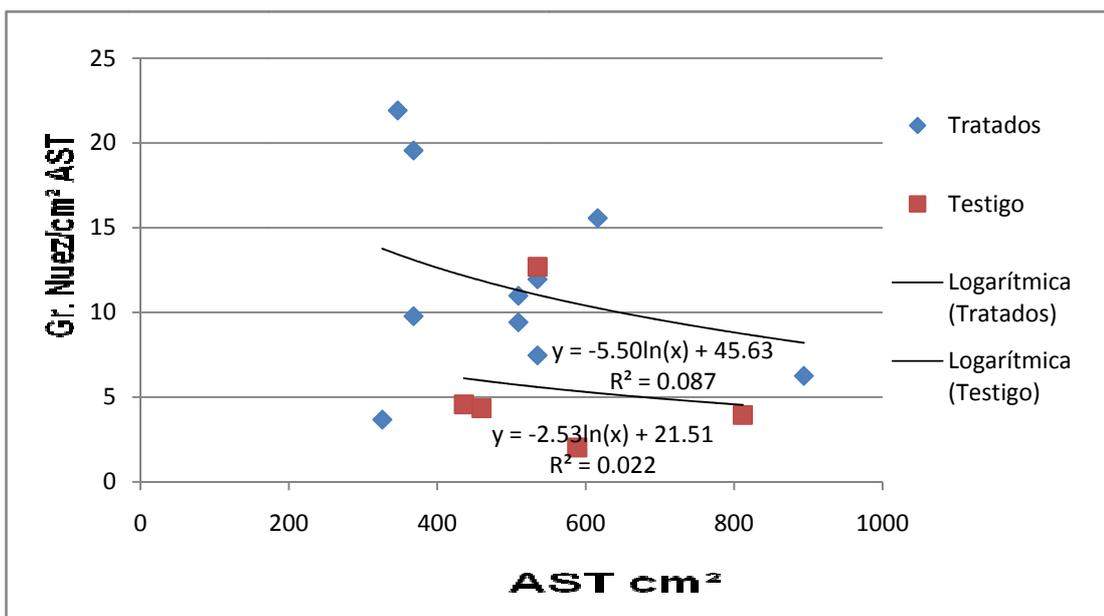


Figura 4.5 Producción de nuez en nogal pecanero joven respecto a su desarrollo total de Área seccional de tronco (AST). UAAAN-UL 2009.

En la Figura 4.5 se observa que para la producción de nuez respecto a su desarrollo total de área seccional de tronco (AST), existe estadísticamente diferencias entre los tratamientos tratados de 1 y 2 Litro de Paclobutrazol, obteniendo mayor producción sobre la tendencia de su eficiencia productiva en comparación del testigo 0 Litro.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1.- Aplicación de Paclobutrazol mejoró la producción de nuez de los arbolitos en un 30 % sobre el testigo.

2.- Aplicar 1 o 2 Litros de Paclobutrazol por hectárea es igual en producción, pero no en costos.

3.- Brotes mayores de 15 cm son los mas productivos, obteniendo con estos mas eficiencia productiva.

4.- Se recomienda usar la dosis de 1L de paclobutrazol, ya que la dosis de 2L de paclobutrazol tiene los mismos resultados.

VI. LITERATURA CITADA.

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

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

Camargo L. 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.

Frusso, E.A. 2007. Características morfológicas y fenológicas 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 Congresos 2005. Chih.

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

Lagarda M. A. 2005c. Evolución de la tecnología de manejo para producción de nogal pecanero. SOMECH. Memorias Congresos 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. 2007a. Bases teóricas para la definición de la densidad de plantación en huertas productoras de nuez pecanera. Capítulo XII. Producción de pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina. Pp. 1-3.

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

Leszek S. 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

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 Horticultural. <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.

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 C., 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 illinoensis*) en la Argentina. Capitulo IV. Producción de pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina. Pp. 2.

Wood W. B. 2000. Fundamenal principles regulating the development of canopy management strategies for pecan orchards. 34th. WPCE. N. Méx. Proceedings. 81-92.

Worthington, J.W., Stein, L.A. and McFarland, M.J. 1998. Now that you've decided to irrigate...How...How Much?...When?...Pecan South. March-April.vol 22(2): 6-14.

LITERATURA CITADA EN INTERNET.

Anónimo, 2003.<http://www.inia.cl/platina/descarga/docs/documentos/D0015.pdf>

5 de Septiembre del 2010.

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.infoagro.com/frutas/reguladores_crecimiento.htm

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

10 de Septiembre del 2010.