

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**  
**“ANTONIO NARRO”**  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE.



**BIOFERTIRRIGACIÓN, TECNOLOGIA SUSTENTABLE EN EL CULTIVO DE  
NOGAL**

POR:

**ENRIQUE SUÁREZ MORENO**

**TESIS**

Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México,  
Mayo de 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**BIOFERTIRRIGACIÓN, TECNOLOGIA SUSTENTABLE EN EL CULTIVO  
DE NOGAL**

**TESIS**

Presentada por:

**ENRIQUE SUÁREZ MORENO**

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como  
requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

APROBADA POR:

**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

M. C. Lindolfo Rojas Peña

**Sinodal**

**Sinodal**

---

Dr. Juan Manuel Covarrubias Ramírez

---

M.C. Gregorio Briones Sánchez

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

---

Dr. Raúl Rodríguez García  
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**BIOFERTIRRIGACIÓN, TECNOLOGIA SUSTENTABLE EN EL CULTIVO DE  
NOGAL**

**TESIS**

Presentada por:

**ENRIQUE SUÁREZ MORENO**

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

APROBADA POR:

**DIRECTOR DE TESIS**

---

Dr. Juan Manuel Covarrubias Ramírez

**Asesor**

**Asesor**

---

M. C. Lindolfo Rojas Peña

---

M.C. Gregorio Briones Sánchez

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

---

Dr. Raúl Rodríguez García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2008

## **AGRADECIMIENTOS**

*A DIOS por ser tan grande y por concederme la dicha de existir y por haberme dado la oportunidad de lograr una meta más en mi vida.*

*A MI ALMA TERRA MATER por haberme acogido en su seno, por brindarme los conocimientos y herramientas necesarias para enfrentar a cada uno de los retos que esta hermosa vida nos enseña día con día.*

*A MI FAMILIA Por la confianza y el gran apoyo que me brindaron económica y moralmente y sobre todo por sus sabios consejos de seguir adelante.*

*AI MC LINDOLFO ROJAS PEÑA por darme la oportunidad y la confianza para la realización de este trabajo y contribuir de alguna u otra manera en mi formación profesional.*

*AI DR. JUAN MANUEL COVARRUBIAS RAMIREZ por formar parte de este proyecto y por su gran contribución en ello, y sobre todo por las asesorías y conocimientos aportados, así como también por su amistad que me brindo durante la elaboración y terminación de este trabajo.*

*AL MC GREGORIO BRIONES SANCHEZ por brindarme su amistad, conocimientos durante mi estancia en la universidad y por su valioso tiempo que me brindo durante la elaboración de este trabajo.*

*A MIS PROFESORES especialmente del departamento de Riego y Drenaje*

## **DEDICATORIAS**

*Con profundo respeto, amor y admiración a los seres que mas amo en esta vida.*

### **A MIS PADRES**

*Sr. Gustavo Suárez Cancino  
Sra. Rita Moreno de Suárez*

*Por apoyarme infinitamente desde mi niñez tanto moral como económicamente, y por haberme regado la mejor herencia “la educación”, estoy consiente que jamás podré pagar todos sus esfuerzos y sacrificios que han hecho por mí, en especial a ti Madre, por haberme regalado la vida, por tus grandes sacrificios para que yo pudiera ser alguien en la vida y sobretodo por tus buenos ejemplos, sin duda alguna eres la mejor madre del mundo.*

### **A MIS ADMIRABLES HERMANOS**

*Rosa América, Rodrigo, José Caralampio, Gustavo, José Oscar, María Elena, Silvia, Julio Cesar, Carmelino, Beatriz (+).*

*Porque han sido parte del pilar de nuestro hogar y por sus grandes enseñanzas y sus buenos ejemplos, por el gran apoyo económico y moral que recibí siempre de ellos y por familiarizarse con esta linda frase “dejar de luchar es comenzar a morir” porque me han enseñado que para lograr algo en la vida tenemos que esforzarnos al máximo, los quiero mucho y que dios me los bendiga siempre.*

### **A MIS SOBRINOS**

*Que vinieron a llenar de alegría, paz he ilusiones a nuestra familia con mucho cariño a:*

*Rodrigo, Aurora, Alejandra, Andrés, Carmen, Janeth, Eric, Francisco Antonio, Sandra, Odalis, Cristian, Hernán Caralampio, José Luís, Carolina, Fany Gerald, Pablo Cesar.*

### **A MIS CUÑADOS Y CUÑADAS**

*Hernán, Antonio, Jaime, Consuelo, Claudia, Rosario, Bella luz.  
Gracias por compartir grandes momentos con la familia, y formar parte de ella, por su amistad y apoyo moral que alguna vez recibí por parte de ustedes.*

## **A MIS AMIGOS**

*Roselin, Arímael, Manuel de Jesús, Tito Exequiel, Javier, , Norberto, Francisco, Moisés, Benjamín, Luís Enrique, Antonio, Yolanda, Doris, Joel, Nelson, Eduar, Marco Antonio, Reynaldo, Edgar, y a todas las personas que a pesar de la distancia y en tiempo conservo su amistad.*

## **A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS DE LA GENERACION CIV**

*Bladimir, Edwin, Teofilo, Hilíder, Orlando, Nery, Roger, Francisco Guzmán, Enrique Eduardo, Claudia, Elvia, lucero, Rodrigo, Hector.*

*En especial a Miguel Ángel, Rubelio, Rodrigo, Victorino, Anselmo, Magin, Eduardo. Por haberme brindado su amistad y apoyo incondicional durante el transcurso de la carrera.*

*A TODAS LAS PERSONAS que viven en el lugar que me vio nacer, Yocnajib el Rosario municipio de Comitán Chiapas, porque de alguna u otra manera me ayudaron moralmente, y también para aquellas personas que algún día me criticaron, gracias a ellos pude sacar el coraje y la fuerza para culminar con mi formación profesional*

## **DE MANERA MUY ESPECIAL A ROSY.**

*Por el amor cariño y comprensión que siempre recibí, por estar siempre conmigo en los buenos y malos momentos, por darme ánimos de salir adelante te dedico este humilde pero significativo trabajo y esperando que algún día poder corresponderte como te mereces, pero de algo que estoy seguro es que nunca voy a olvidarte, “Te quiero mucho”.*

## INDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>I</b>
<b>DEDICATORIAS.....</b>	<b>II</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>IV</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>V</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
Objetivos.....	2
<b>II. REVISION DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
Origen del Nogal .....	3
Clasificación Taxonómica .....	3
Descripción Botánica.....	4
Raíz.....	4
Tronco y Ramas.....	4
Follaje .....	4
Flores .....	5
Fruto .....	5
Efectos de la temperatura del cultivo .....	5
Fonología del nogal .....	6
Necesidades de agua del nogal pecanero.....	7
Países productores de nuez .....	8
Situación del nogal en México .....	8
Desarrollo del nogal en Coahuila .....	9
Características del producto .....	10
Composición de la nuez.....	11
Importancia económica.....	11
Definición de fertirriego .....	12
Situación actual del sistema de fertirrigación.....	12
Ventajas de la fertirrigación .....	13

Limitaciones o desventajas de fertirrigación.....	14
Funcionamiento de un sistema de fertirrigación.....	15
El suelo y el fertirriego .....	16
Calidad del agua. ....	16
Características físicas .....	16
Características químicas .....	16
Factores que influyen en la aplicación del fertirriego .....	17
Eficiencia de Aplicación.....	17
Fertilizantes para su uso en fertirriego .....	18
Características.....	18
Solubilidad.....	18
Salinidad .....	18
Grado de pureza.....	18
Principales Funciones de los Elementos en las Plantas.....	18
Reglas básicas para la preparación de mezclas .....	20
Metodología para realizar adecuadamente la programación de la fertirrigación .....	21
Mejoradores de suelo.....	21
Biofertirrigación .....	22
Biofertilizantes .....	23
Funciones de los biofertilizantes .....	23
<b>III. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>24</b>
Localización geográfica.....	24
Curvas a nivel .....	25
Características del suelo .....	26
Tratamientos utilizados.....	28
Modelo estadístico.....	29

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	30
Rendimiento (kg árbol <sup>-1</sup> ) de nogal bajo tres manejos.....	30
Porcentaje de almendra en nogal bajo tres manejos .....	31
Rendimiento de almendra en nogal bajo tres manejos .....	31
Longitud de brote en nogal bajo tres manejos.....	32
Hoja por brote en nogal bajo tres manejos .....	32
Rueznos por brote en nogal bajo tres manejos .....	33
Foliolos por hoja en nogal bajo tres manejos .....	33
Longitud de la hoja en nogal bajo tres manejos .....	34
Cuadro de tratamientos.....	35
Cuadro de rendimientos.....	36
Grafica de rendimientos .....	37
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	38
Recomendaciones .....	39
Resumen .....	40
Apéndice.....	42
Bibliografía.....	47

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 producción de nuez pecanero para 1995.....	8
Cuadro 2.2 movilidad de los nutrientes.....	19
Cuadro 3.3 Análisis de suelo en la huerta de nogal.....	27
Cuadro4. 1. Rendimiento (kg árbol <sup>-1</sup> ) de nogal bajo tres manejos.....	31
Cuadro 4.2. Porcentaje de almendra en nogal bajo tres manejos.....	32
Cuadro4. 3. Rendimiento de almendra en nogal bajo tres manejos.....	32
Cuadro4. 4. Longitud de brote en nogal bajo tres manejos.....	33
Cuadro 4.5. Hoja por brote en nogal bajo tres manejos.....	34
Cuadro4. 6. Rueznos por brote en nogal bajo tres manejos.....	34
Cuadro 4.7. Foliolos por hoja en nogal bajo tres manejos.....	35
Cuadro 4.8. Longitud de la hoja en nogal bajo tres manejos.....	35
Cuadro 4.9 de tratamientos utilizados en el experimento.....	36
Cuadro 4.10 de rendimientos de nuez.....	37
Cuadro 4.11 Grafica de rendimiento. (kg.almendra/árbol, % de almendra).....	38

## INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 localización geográfica del sitio experimental.....	24
Figura3.2 curvas a nivel del sitio experimental.....	26

## I. INTRODUCCIÓN

México se encuentra entre los países que cuentan con una gran biodiversidad en el mundo ya que posee diversas regiones con climas excelentes para mantener una producción continua de cultivos, una de estas regiones es el municipio de parras de las fuentes Coahuila. El nogal es uno de los cultivos más importantes en esta región principalmente por la superficie de siembra y por la generación de recursos económicos para los productores, además se ha considerado como uno de los principales productores de nuez para consumo nacional, derivado de la industria del dulce signifique hoy en día una fuente importante de ingresos para los productores por su calidad y producción, así mismo por ser una actividad en la que se requiere una gran demanda de mano de obra para muchos fruticultores.

Las principales zonas productoras de nuez en nuestro país se encuentran en los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora, Durango y en menor importancias los estados de Aguascalientes, Guanajuato, San Luis Potosí, Jalisco y Oaxaca, sin embargo en la actualidad dada a la gran escasez de recursos hídricos ha ocasionado que se implementen nuevas alternativas de producción de cultivos como es la fertirrigación que permite modificar los antiguos sistemas de producción alcanzando una producción satisfactoria, para lograr lo anterior es necesario determinar con mayor exactitud sus requerimientos nutricionales del nogal durante sus diferentes etapas vegetativas del cultivo.

Basándose en la problemática expuesta y considerando que en el estado de Coahuila el cultivo del nogal ocupa uno de los primeros lugares por su producción y por la superficie cultivada ya que cuenta con 11,007 has, es necesario realizar una investigación mas a fondo sobre la

determinación de sus demandas nutrimentales para poder aspirar a alcanzar rendimientos cercanos a los máximos posibles, esta condición se puede alcanzar mediante la formulación y aplicación de un plan nutrimental que cumpla los requerimientos del cultivo durante su desarrollo (crecimiento, floración y producción), así como la forma de aplicación de los fertilizantes mediante los sistemas de riego.

El cultivo del nogal difiere grandemente en sus requerimientos nutrimentales en cada una de sus etapas fonológicas, estas diferencias pueden ser dosificadas en forma oportuna y adecuada mediante la aplicación de fertilizantes en el agua de riego.

Una de las alternativas que pretende resolver en parte esta problemática por la que pasan los productores solo será posible con la utilización de tecnologías de punta que permitan aprovechar eficientemente el recurso agua y sus insumos, esta tecnología conocida como fertirrigación que aplicada a través de los distintos sistemas de riego presurizado ha demostrado ser de gran utilidad por los innumerables beneficios alcanzados (agua y fertilizantes).

## **Objetivos**

- Dar a conocer el concepto de Biofertirrigación así como sus ventajas y desventajas.
- Demostrar el beneficio de la Biofertirrigación el cultivo del nogal.
- Generar una guía de cómo operar los programas de Biofertirrigación bajo condiciones ambientales de parras, Coahuila.

## II. REVISION DE LITERATURA

### Origen del Nogal

La nuez pecanera es originaria del norte de México y sureste de los Estados Unidos de América. Los colonizadores españoles llamaron “Nogal” al árbol pecanero y a su fruto la “pecana” le llamaron “nuez“. El nombre de pecana o pecanera es derivado del vocablo indígena Algonquin que le da el nombre de “pakan” que significa nueces tan duras que requieren una piedra para quebrarlas (Brisson, 1976).

Por miles de años, la nuez fue una de las principales fuentes de alimento para los indios americanos (Tait ,1996).

En la actualidad el nogal es cultivado en la parte sur de los Estados Unidos y el norte de la Republica Mexicana.

### Clasificación Taxonómica

(Hernández 1973), clasifica al nogal con las siguientes generalidades:

División Espermatofitas

Clase: Angiospermas

Orden: Dicotiledóneas

Familia: Juglandáceas

Genero: Juglans, Carya

Especie: Regia, illinoensis,

Lacinos, Ovalis, Glabra.

## **Descripción Botánica**

### **Raíz**

El nogal presenta una raíz pivotante que en el primero y segundo año crece en forma vertical mas del doble de su follaje a partir del tercer año se hace semifibrosa extendiéndose en un radio que se ensancha horizontalmente hasta abarcar un área semejante o mayor alcanzada por el follaje. Esto se debe a que principalmente en las capas profundas del suelo no encuentra elementos nutritivos y debidos a la compactación del suelo debajo de 1.50-2.00 metros de profundidad, impide la fácil respiración de las raicillas, igualmente al encontrar la raíz agua estancada detiene su desarrollo.

### **Tronco y Ramas**

Un árbol presenta las siguientes características; Árbol vigoroso de 24 a 27 m de alto, su tronco puede alcanzar de 3 a 4 m de diámetro Copa ramosa, extendida, de forma esférica comprimida, el tronco derecho esta cubierto con una corteza cenicienta y gruesa, en las ramas jóvenes y de color rojo oscuro y en las viejas agrietada y parda. Por lo general los árboles nativos y a los árboles injertados, ya que los troncos generalmente son cortos y sus ramificaciones empiezan desde muy abajo.

### **Follaje**

Al alcanzar la madurez el follaje es espeso con copa semi-redonda, de hojas caedizas, compuestas empare pinadas, con 5 a 19 foliolos de forma oblonga, lanceoladas y finalmente dentadas. Una longitud de 10 17 centímetros. Las hojas del nogal sin injerto tienen vellosidades y son de color verde grisáceas; las del nogal injertado son glabras, es decir carecen de vello con un verde más brillante.

### **Flores**

El árbol es monoico; las flores masculinas dispuestas en amentos colgantes de 6 a 8, de longitud axilares, que nacen en madera del año anterior de las yemas formadas en la base del crecimiento a lo largo de las ramas.

Las flores nacen en yemas mixtas (hoja y flores) en la punta de la ramita que se desarrolla al crecer el brote en la primavera. Crece en inflorescencia de espiga, suelta de dos a ocho hojas, pegadas a un pedúnculo corto. Son de color verde claro y los pistilos tienen la forma de motita amarilla en la punta al encontrarse maduras.

### **Fruto**

Nuez grande, drupácea con mesocarpio carnoso y endocarpio duro, arrugado en dos válvulas, y el interior dividido incompletamente en dos o cuatro celdas; semilla con dos o cuatro lóbulos y diversos hoyos (Mendoza, 1967).

### **Efectos de la temperatura del cultivo.**

El nogal es un frutal caducifolio, por lo que requiere de un período de descanso en el invierno (Brison, 1976). Tiene ritmos de crecimiento o estudios fonológicos bien diferenciados, los cuales requieren temperaturas óptimas para su desarrollo (CIAN, 1980).

El nogal se desarrolla bien en áreas, donde las temperaturas promedio son de 25° a 35 °C, sin cambios bruscos que afecten el desarrollo. La susceptibilidad del nogal para ser dañado en altas y bajas temperaturas, está determinado hasta cierto grado por el estado de crecimiento o de reposo que tenga el árbol. En general el nogal es más tolerante a esos extremos de temperaturas durante el período de invierno. Esto posiblemente se debe a que la concentración de azúcares y otros materiales solubles en la savia tienden a ser mayores, cuando el árbol está en actividad (Banco Agropecuario del Norte, 1969).

En cuanto al requerimiento de frío, es un frutal de hojas caediza que requiere un período de descanso en el invierno, el cual el árbol debe completar sus horas frío, que es el número de horas acumuladas inferiores a 7.2 °C. Se dice que el total de horas frío que el nogal requiere, son alrededor de 400 a 750, sin embargo, algunos árboles se desarrollan favorablemente en áreas con menor cantidad de horas frío (Garza, 1973).

Requiere un período de crecimiento largo con temperaturas cálidas y libres de heladas, para la plena maduración de las nueces, y el invierno debe ser corto, benigno y suficiente de frío para que las yemas puedan salir del período de reposo (Edmon et al., 1984). Se requiere un período largo de crecimiento, libre de heladas desde el inicio de la brotación, hasta completar la maduración de la nuez. Este período comprende desde 150 a 210 días entre la primera y última helada (Banco Agropecuario del Norte, 1969).

### **Fonología del nogal.**

Todos los años el nogal presenta la misma fonología, coincidiendo dentro de ciertos rangos de variación con la época del año en los que se encuentran los diferentes estados (McWhorter et al., 1977) los cuales continuación se mencionan:

- a) Estado de dormancia: Cuando el árbol no tiene hojas y esta acumulando las horas frío necesarias para su brotación.
- b) Brotación. Cuando las yemas abren y dan lugar a las primeras ramas del brote.
- c) Polinización. Esta etapa inicia cuando aparece la inflorescencia masculina en la madera del año anterior y la femenina en los brotes nuevos.
- d) Estado acuoso. Ocurre cuando dentro de la nuez aun no se forma la almendra y la nuez se encuentra llena de un líquido acuoso.
- e) Estado mañoso. Cuando se esta formando la almendra y su consistencia no es muy firme.
- f) Dehiscencia del ruezno. Es el momento en que abre el ruezno y la nuez puede ya ser cosechada.
- g) Caída de hojas. Cuando el árbol tira las hojas para iniciar el reposo invernal.

### **Necesidades de agua del nogal pecanero**

La necesidad de agua se basa principalmente en la evapotranspiración. Los nogales requieren de humedad en el suelo durante todo el año, siendo las etapas más críticas durante el amarre y llenado de las nueces. A pesar de las bajas demandas de los nogales se riegan una vez en postcosecha y una ocasión en prebrotación. Los requerimientos son mayores durante el verano y alcanzan sus valores mínimos durante el invierno. Durante

la brotación las plantas pueden requerir de 145 litros diarios por árbol, mientras que en el verano son necesarios de 680 litros por árbol en huertas adulta.

Para esto es necesario conocer las necesidades de un cultivo, en una época determinada durante el ciclo, la edad de las plantas y las características de almacenaje de humedad del suelo.

En el mes de abril árboles adultas, en plena producción consumen de 120 a 135 litros de agua diariamente. Las tasas máximas de demanda se tienen en el mes de julio, cuando se consumen diariamente alrededor de 670 litros de agua. Normalmente el último riego previo a la cosecha se realiza en la tercera o cuarta semana del mes de septiembre, para realizar la cosecha desde el inicio del mes de octubre. Posteriormente a la cosecha se aplican otro riego. Este riego tiene como objetivo mantener activas a las raíces, y satisface las necesidades de humedad por parte del árbol durante el invierno. Este riego generalmente se acompaña de fertilizantes. En general se ha observado que al aplicar el riego y fertilización de postcosecha, reduce los niveles de alternancia, ya que permite al árbol elaborar reservas para la brotación del próximo año.

Durante el mes de septiembre de prebrotación y postcosecha las demandas por aguas son más bajas durante el año. En este periodo se requieren alrededor de 50 litros de agua por día.

Los requerimientos de agua para producir un kilogramo de cosecha es uno de los más altos entre los frutales. El nogal pecanero es una planta que requiere 7,500 litros para producir un kilogramo de nuez (Valdez y Núñez, 1991).

### **Países productores de nuez**

Existen varios países productores de nuez de los cuales Estados Unidos de América ocupa el primer lugar con una producción de 113 mil toneladas, que representa al 78.6%

de la cosecha, México ocupa el segundo lugar con 28,274 toneladas que equivale al 19.6%, Australia Israel y Sudáfrica producen 1.8%. 11,13 (Herrera ,1996).

### **Situación del nogal en México**

La primera plantación comercial de nogal pecanero se estableció en el estado de nuevo león en el año de 1902. Sin embargo en la década de los 60's se alcanzó un impresionante incremento en la superficie cultivada con nogal mediante el establecimiento de variedades mejoradas.

En 1995 se registró en el país una superficie establecida en producción de 53,593 has, sobresaliendo en primer lugar el estado de chihuahua con 27,800 has que representan el 51.87% del total. Otros estados productores como son Coahuila, Nuevo León, Sonora y Durango cuentan con el 42.16% de la superficie.

En menor importancia se ubican Hidalgo, Jalisco, Guanajuato, San Luis Potosí, estado de México, Oaxaca, Querétaro y Tamaulipas.

Cuadro 2.1 producción de nuez pecanero para 1995.

Estado	Superficie (Ha)	%	Producción (ton)
--------	-----------------	---	------------------

Chihuahua	27,800	51.87	6,800
Coahuila	8,692	16.22	3,000
Nuevo león	6,100	11.38	1,600
Sonora	4,300	8.02	1,800
Durango	3,500	6.54	960
Hidalgo	902	1.69	400
Jalisco	600	1.12	105
Guanajuato	482	0.90	90
San Luis Potosí	611	1.14	90
Edo. De México	197	0.37	50
Oaxaca	147	6.27	20
Querétaro	142	0.26	30
Tamaulipas	120	0.22	20
total	53,593	100	14,985

Fuente confederación nacional de productores de nuez

### **Desarrollo del nogal en Coahuila**

Coahuila se ubica como uno de los principales estados productores de nuez en el país, ocupando el segundo lugar. Y se encuentra distribuido principalmente en los municipios de Parras, Torreón, Allende, Nava, Villa Unión, Morelos, Juárez, Acuña, Múzquiz, Sabinas, San Juan de Sabinas, San Buenaventura, Saltillo, General Cepeda; Nadadores, San Pedro de las Colonias.

El nogal es el segundo cultivo de importancia en la comarca lagunera y que existe más de 300 huertas, 178 ejidales y 122 en pequeñas propiedades, ocupando una superficie de 4,168 hectáreas de las cuales el 63 % están en desarrollo (1 a 6 años) y el 37 % (mayores de 7 años) en producción.

Medina (1980), menciona que los cultivares más comunes en el estado de Coahuila son: Western, Wichita, Choctaw y Borton.

*Wichita*. Son árboles que producen buen follaje, entran en producción a temprana edad, maduran alrededor de una semana antes que la “Western”. Retiene su follaje en otoño, lo cual ayuda a la maduración de la almendra. Los árboles son susceptibles a deficiencias de zinc.

Las nueces son grandes y tienen rayas y manchas negras púrpura, cáscaras cafés. Son moderadamente alargadas, con el ápice final normal y poco más pequeño que el basal final. Las nueces de la “Wichita” son más grandes que las “Western”; su promedio es de 44 nueces por libra. Producen 56-62 por ciento de almendra. Es protogínica y buenos polinizadores de “Western” Herrera (1983).

### **Características del producto**

La nuez comercial es una parte del fruto: el endocarpio (“cáscara”), de textura dura, lignificado y arrugado, compuesto por dos valvas, con su interior dividido incompletamente en dos o cuatro celdas y la semilla (la fracción comestible) con dos o cuatro lóbulos.

En el lenguaje productivo-comercial, se denominan “cascos” las valvas del endocarpio y “pepita”, “pepa” o “pulpa” a la semilla. Ésta puede extraerse en dos mitades denominadas “mariposas”, o en cuatro cuartos (“media mariposa”). La semilla está cubierta por un tegumento o piel que presenta distintas tonalidades, desde claras a oscuras.

### **Composición de la nuez**

Las nueces tienen gran valor nutritivo. Son una importante fuente de lípidos (65,2%), proteínas (15,2%) e hidratos de carbono (13,7%). Aportan al organismo alrededor de 650 kilocalorías cada 100 gramos de producto.

Otra característica significativa es el contenido de vitaminas y minerales. Entre las primeras se destacan la vitamina A, los folatos y la vitamina E, y entre los segundos, importantes cantidades de Potasio, Fósforo, Magnesio y Calcio.

Una mención especial merece la composición de lípidos, que muestra significativas cantidades de grasas monoinsaturadas y una importante cantidad de grasas poliinsaturadas.

### **Importancia económica**

El nogal pecadero ofrece a los productores las mayores posibilidades económicas dentro de las actividades frutícolas, no sólo por su producción extraordinaria al llegar a la edad adulta, si no por la longevidad de los árboles, los bajos costos de producción, la facilidad para almacenar y conservar el producto y sus múltiples usos (Garza, 1973).

Según estadísticas, se consumen en México 75gr. per cápita, mientras que en los Estados Unidos se consumen 225gr. anualmente por persona (Solís, 1980).

Existen en la actualidad mas de 500 cultivares de nogal en el mundo, del los cuales se han introducido aproximadamente el 10% a México. En la región que comprende las localidades de Ramos Arizpe, Arteaga y Saltillo Coahuila, existen aproximadamente 20 cultivares mejorados ya establecidos, además de algunos tipos no identificados provenientes de árboles criollos. Los cultivares mejorados mas importantes son Western, Whichita, Cheyenne, Choctaw y Mahan (Pimentel, 1984).

### **Definición de fertirriego**

(Martínez becerra L, 1998) Define a la fertirrigación, o también Denominada fertigación; como el proceso mediante el cual los Fertilizantes o elementos nutritivos

que necesita una planta son Aplicados y disueltos en el agua de riego. Por lo tanto, a través de ‘este método se consigue regar con una solución nutritiva en forma continua o intermitente, favoreciendo la eficiencia de absorción de los nutrientes por las raíces de las plantas.

Si además de fertilizante se aplica otro tipo de productos químicos como herbicidas, insecticidas, fumigantes de suelo, acondicionadores de suelo (enmiendas) y compuestos que permiten el buen funcionamiento de los sistemas de riego presurizado (Goteo , Microjet y Microaspersión), se usa el termino “Quimigación.

### **Situación actual del sistema de fertirrigación**

En primer lugar ha sido un paso muy importante en la evolución de la fertirrigación los grandes avances en las formulaciones de los abonos comerciales. Actualmente, no solo hay una amplia gama de fertilizantes solubles, sino que encontramos formulaciones líquidas que permiten su inyección en estado puro, así como fertilizantes comerciales “a la carta “según cada uno de los estados vegetativos de los cultivos.

También existen avances en las tecnologías de fabricación de los elementos filtrantes, malla de gran fiabilidad, anillas microrranuradas de alta precisión, etc. la aparición de los sistemas automáticos de filtrado garantizan la limpieza continua del sistema y por lo tanto, la inyección constante y precisa de los fertilizantes (Cadahia, L. C .1998).

### **Ventajas de la fertirrigación**

Las posibles ventajas de aplicar agroquímicos con el riego en lugar de aplicarlos por medio de avionetas o tractores son:

- ❖ Aplicación oportuna del agroquímico.
- ❖ Aplicación dirigida de fertilizantes.
- ❖ Fraccionamiento de los fertilizantes y por ende mayor producción y eficiencia en el uso de fertilizante.
- ❖ Fácil incorporación y activación del químico.
- ❖ Ahorro de agua.
- ❖ Reducción de la compactación del suelo y de daños a las plantas por maquinaria
- ❖ Reducción de riesgos para el operador.
- ❖ Mayor eficiencia en el uso de químicos.
- ❖ Reducción de contaminación ambiental.
- ❖ Menor costo de producción.
- ❖ Aplicación más uniforme del químico.
- ❖ Concentración de raíces en el bulbo húmedo.
- ❖ Daños en las raíces de los cultivos.
- ❖ Se requiere de menos equipos para aplicar el químico.
- ❖ Se requiere de menos
- ❖ energía para la aplicación del químico.
- ❖ Los nutrientes pueden ser aplicados directamente en etapas donde el cultivo las necesite.
- ❖ Los nutrientes pueden ser aplicados en donde las condiciones del suelo y cultivo prohíban la entrada en el campo con equipo convencional.
- ❖ Rápida actuación ante síntomas de carencias y facilidad de aplicar no solo macroelementos, sino también elementos secundarios y microelementos.
- ❖ Posibilidades de utilizar las instalaciones para aplicar otros productos tales como herbicidas. Fungicidas, etc.

### **Limitaciones o desventajas de fertirrigación**

- Problemas de contaminación de la fuente de abastecimiento.
- Gasto inicial de inversión elevada por unidad de superficie que con otros sistemas de riego.

- Posible des-uniformidad producidas por fallas en el sistema de riego.
- Necesidad de calibración.
- Obturaciones por precipitados causados por incompatibilidad de los distintos fertilizantes entre sí o con el agua de riego.
- Aumento de la salinidad del agua de riego.
- Requisitos administrativos mayores, ya que el retraso en las decisiones de operación pueden causar daños irreversibles al cultivo.
- El daño de roedores, insectos y humanos a tubos de goteo causa fugas y reparaciones.
- Las pequeñas aberturas del gotero se pueden taponear y requieren filtración cuidadosa del agua, y mantenimiento adecuado del quipo.

En la fertirrigación existe una serie de aspectos que deben tenerse en cuenta y que no siempre se tratan adecuadamente derivados de la propia esencia del método, es decir, la confección y el manejo de las soluciones de las mezclas, una gran mayoría de los autores consideran como parámetros importantes las compatibilidades entre las sales, la solubilidad y acidez. Otras razones obvias, hablan de la potencialidad de la salinización de los fertilizantes. En cualquier caso parece lógico indicar que estos cuatro parámetros: compatibilidad, solubilidad, acidez y grado de salinización son los aspectos fundamentales que deben conocerse a la hora de elaborar una solución nutritiva (Marotto, J.V 1991).

### **Funcionamiento de un sistema de fertirrigación**

El proceso de inyección de fertilizante comienza en el cabezal de riego, donde son mezclados los fertilizantes con el agua a ocupar en el sistema. La solución madre se

mezcla con el agua de riego formando una solución diluida llamada solución fertilizante que es la que circula por las tuberías, y llega al terreno para nutrir a la planta.

La inyección de fertilizante desde los tanques puede realizarse con venturas o bombas dosificadoras; el sistema se puede controlar mediante electroválvulas, de forma que la succión solo se produzca cuando estas se encuentren abiertas. Es un sistema barato, pero tiene la desventaja que produce muchas pérdidas de carga.

Las bombas de inyección son más precisas que el sistema anterior, pero más caras. Se componen de un embolo o una membrana que con un movimiento de vaivén, inyecta la solución. Pueden tomar la solución desde un tanque fertilizador sin presión e inyectarla con una presión superior a la del sistema de riego.

Algunas instalaciones de fertirrigación poseen un equipo de control automático, que puede ser programable o un sistema similar específico; a veces, a estos equipos se les denomina controladores. En general, el sistema visualiza los parámetros medidos con los sensores en una pantalla, o bien permite su conexión y visualización en una pantalla de ordenador.

El equipo de control recibe información de las medidas de pH, CE, radiación solar, nivel de agua en determinados puntos de la instalación emitidas por los sensores y, de esta forma con la información recibida y de su programación inicial decide la dosificación a aplicar, la proporción de nutrientes que se incorpora al agua de riego y el tiempo de aplicación del riego. (Osorio, U.A. 1998).

## **El suelo y el fertirriego**

Características del agua para ser utilizada en el fertirriego.

**Calidad del agua.** La calidad del agua de riego, es un término que se utiliza para indicar la conveniencia o limitación del empleo de agua con fines de riego, la calidad

depende de sus características físicas y químicas, y de los problemas potenciales que se pueden generar a los cultivos, suelo y al sistema de riego, dando lugar al uso condicionado del agua de riego.

**Características físicas.** Se consideran como características físicas a las sustancias que lleva el agua en suspensión, estas son: tierra (arena, limo y arcilla), materia orgánica muerta (restos de plantas), y materia orgánica viva (insectos, plantas acuáticas, bacterias y algas). Los materiales sólidos de mayor densidad que el agua, se eliminan con decantación (con tanque decantadores o hidrociclones) y los materiales orgánicos con filtración del agua.

### **Características químicas**

En estas características se consideran a las sustancias diluidas en el agua de riego, en cantidad y proporción de diversas sales y el pH del agua, dentro de ellas tenemos:

**El pH de agua de riego.** Este parámetro indica la acidez o la alcalinidad, el  $\text{pH} = 7$  corresponde al agua neutra;  $\text{pH}$  mayor que 7 a alcalina y menor de 7 a ácida. Con un  $\text{pH}$  mayor de 8, el agua presenta problemas de uso en fertirriego porque hay peligro que se generen precipitados de calcio y magnesio o de colaborar que se eleve el  $\text{pH}$  del suelo a niveles que los nutrimentos no puedan aprovecharse.

**Contenido de sales.** El contenido total de sales engloba el peligro de acumulación de sales solubles en el suelo, que pueden generar problemas de presión osmótica, es decir producen dificultades de absorción del agua para las plantas.

**Conductividad eléctrica.** Es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad y valencia, y de la temperatura de la medición.

**Contenido de sodio.** Un alto contenido de sodio puede llegar a desplazar iones de Calcio y Magnesio en el complejo de intercambio cationico, originando en el suelo pérdidas de estructura y haciéndose impermeable.

## **Factores que influyen en la aplicación del fertiriego**

Los parámetros más importantes a considerar en los sistemas de fertirrigación son la eficiencia de aplicación y la uniformidad de distribución del sistema de riego, pues solo cubriendo estos aspectos será posible dosificar de forma adecuada el agua y los nutrimentos requeridos por el cultivo.

### **Eficiencia de Aplicación**

Considerada como la relación que existe entre la lámina de riego proyectada a aplicar y la lámina de riego se calcula con relación:

$$\text{Eficiencia de aplicación (Ea)} = (\text{Lr CC} / \text{Lr t}) * 100$$

Donde:

LCR = lamina de riego a capacidad de campo proyectada.

Lr t = lamina de riego total aplicada.

Para asegurar el éxito de la fertirrigación se deben alcanzar eficiencias mayores a 80% para riego por superficie, de 90% para aspersión de 95% para microaspersión y goteo ya que se evitan pérdidas de fertilizantes por percolación, escurrimiento y/o problemas de contaminación. (Fuentes 2003).

## **Fertilizantes para su uso en fertirriego.**

### **Características**

Para el uso de los fertilizantes adecuados debemos considerar las siguientes características que pueden influir sobre el suelo, el cultivo o el manejo de la instalación.

**Solubilidad:** deben ser solubles e agua para evitar obturaciones al sistema de riego. La solubilidad del fertilizante permite saber la cantidad máxima que se puede añadir a una

determinada cantidad de agua. La solubilidad depende de la temperatura: a mayor temperatura mayor solubilidad.

**Salinidad:** al disolver los fertilizantes en el agua de riego se modifica su contenido salino y, por tanto, su conductividad eléctrica, empeorando su calidad desde el punto de vista osmótico ya que el esfuerzo que la planta tiene que ejercer para absorber el agua se incrementa. La mezcla de agua y fertilizantes no debe superar 3 mmhos/cm. De C.E. para evitar problemas de salinidad (Moya, 2002).

Acidez. Los fertilizantes usados no deben provocar variaciones bruscas de PH del agua de riego ( $3.5 < PH < 9$ ). Lo más conveniente es mantener una reacción ácida, para facilitar la solubilidad de los compuestos de calcio y evitar sus precipitados en las conducciones.

**Grado de pureza.** Deben tener un alto grado de pureza, para evitar sedimentos o precipitaciones que obstruyan la instalación.

### Principales Funciones de los Elementos en las Plantas

Las funciones de los elementos básicos son muy variadas dentro de la planta, sin embargo, un aspecto importante es conocer el grado de movilidad de los nutrientes en la planta ya que es la forma más rápida de determinar los requerimientos de algunos de ellos, esta movilidad se indica en el siguiente cuadro.

**Cuadro 2.2 Movilidad de los nutrientes.**

Movilidad	Elementos	Deficiencia
Móviles	Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Magnesio	En las hojas inferiores
Poco móviles	Azufre, Hierro, Cobre, Zinc, Manganeso	En las hojas superiores
inmóviles	Calcio, Boro	En toda la planta

En general las funciones más importantes que realizan los elementos y los diversos síntomas que presentan las plantas son las deformaciones en las hojas, menor crecimiento y desarrollo, clorosis total o intervenal y necrosis, sin embargo, es necesario describirlas en forma más específica.

Funciones del nitrógeno en las plantas. El nitrógeno es el nutriente de mayor importancia por su elevada demanda por los cultivos este se caracteriza por su alta movilidad en el suelo y por tener distintas vías de pérdidas, las formas inorgánicas de nitrógeno en el suelo son; nitrito ( $NO_2^-$ ), nitrato ( $NO_3^-$ ), amonio ( $NH_4^+$ ), óxido nitroso ( $N_2O$ ), óxido nítrico (NO) Y nitrógeno elemental (N).

Las plantas generalmente absorben la mayor parte de los requerimientos de nitrógeno (N) como iones de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y en menor proporción en forma de Ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) el nitrato, es muy soluble en agua, por lo tanto, es muy móvil y puede ser fácilmente lavado del perfil del suelo cuando su concentración es alta y la cantidad de agua aplicada es grande. (Rojas, 2000).

### **Reglas básicas para la preparación de mezclas**

1. Siempre llenar el recipiente con un 50 o 75% de agua para las mezclas.
2. Agregar el fertilizante sólido o fertilizante soluble. Se adimensiona o aumenta el líquido en caso de que el fertilizante seco tenga características de calentamiento o enfriamiento.
3. Hay que agregar el ingrediente seco lentamente y manteniendo en agitación circular para prevenir la formación de masa o gránulos por la lenta solubilidad.
4. colocar o poner el ácido dentro del agua, no el agua en el ácido.

5. cuando se trate de aguas cloradas o clorogas, siempre se añade el cloro en el agua, y en forma viceversa.
6. Nunca mezclar un ácido o fertilizante ácido con cloro, ya que alternativamente el cloro forma gases o líquidos en forma de hipoclorito, por ejemplo, con sodio. El cloro en forma de gas es tóxico. Nunca guardar recipientes que contengan ácidos y cloro en un mismo sitio.
7. No hacer mezclas de soluciones de concentrado de fertilizantes directamente con otras concentraciones de fertilizantes.
8. No mezclar los compuestos que contengan sulfato con otros compuestos que contengan calcio, porque se forman en la mezcla yeso insoluble, en la inyección de nitrato de calcio y fertilizantes de sulfato de amonio algún sistema de riego causa la formación de sulfato de calcio (yeso), el sulfato de calcio es de muy baja solubilidad. Aunque el nitrato de calcio es muy soluble y el sulfato de amonio es de muy buena solubilidad el problema se crea cuando, las mezclas se hacen en un mismo recipiente o se depositan donde mismo, aunque sean tanques diferentes. Los cristales de yeso que se forman pueden obstruir los filtros y los emisores de goteo.
9. Antes de suministrar cualquier químico observar la información sobre su solubilidad y su compatibilidad.
10. Tener extrema precaución sobre las mezclas de fertilizantes de Urea sulfúrica (eg. N-pHURIC<sup>R</sup>) con otro compuesto. La Urea sulfúrica es incompatible con muchos compuestos.
11. Se han aplicado soluciones de fertilizantes en muy pequeñas dosis inyectadas en líneas de riegos separados y muchos de los problemas de incompatibilidad han desaparecido o desaparecen. La prueba de la jarra es esencial para decir si algunas soluciones pueden inyectarse simultáneamente dentro de los sistemas de riego.
12. No mezclar fertilizantes que contengan fósforo con otros fertilizantes que contengan calcio. Sin antes hacer la prueba de jarra.
13. Las aguas extremadamente duras o sólidas. Contienen grandes cantidades relativas de calcio y magnesio en combinación con fósforo polifosfato neutral o compuesto de sulfato en forma de sustancia insolubles. (Burt; et al.1995).

## **Metodología para realizar adecuadamente la programación de la fertirrigación**

- Análisis de suelo. Este permitirá el nivel de fertilidad y las características físico-químicas que afectan el comportamiento y eficiencia de los fertirriegos.
- Composición química del agua de riego. Se deduce la cantidad de elementos nutritivos que aporta, así como la salinidad y elementos tóxicos que afectan a la productividad del cultivo.
- Rendimiento de cosecha esperado.
- Necesidad periódica de agua, para el desarrollo del cultivo.
- Necesidades totales y distribución según estado vegetativo.

El análisis de agua es de vital importancia para prevenir los problemas de salinidad y problemas de obturaciones, en aguas con estas características ya que los iones que forman parte de una molécula de cualquier sal, el disolvente en agua que se une a ciertas cantidades moleculares de agua las retiene; quedando menos agua libre para ser absorbida por las raíces de las plantas (Burt, 1995).

## **Mejoradores de Suelo**

Los mejoradores de suelo con productos de diferente origen y composición, que al ser aplicados al suelo producen cambios en éste, que repercuten en una mayor eficiencia en el suelo en beneficio de las plantas. Narro y Méndez (1982).

Los abonos empleados en la expropiación agrícola se agrupan en dos categorías: abonos orgánicos y abonos químicos. Durante siglos la agricultura extensiva y tradicional utilizó únicamente los residuos de plantas y animales para compensar las pérdidas debido a la explotación y el lavado de las materias nutritivas que se pierden en el suelo. Con el transcurso del tiempo se ha comprobado que los abonos orgánicos continúan siendo indispensables, principalmente para mantener un buen estado húmico del suelo, mejorar la estructura, régimen de humedad y actividad microbiana favorables. Un abono orgánico mezclado con un abono químico es siempre superior al abono químico en igualdad de dosis de principios sustantivos. Baeyens, J. (1970).

Los abonos orgánicos actúan más lentamente que los abonos químicos, sin embargo los abonos orgánicos repercuten principalmente en las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo de forma favorable. Jonás (1974).

## **Biofertilización**

En la producción de nogal predominan las condiciones de riego por presión; Dado lo anterior es necesario implementar tecnologías que eviten el deterioro del ambiente como fertirrigación, biofertilización y agricultura natural (Rojas *et al.*, 2007), las que deben evaluarse para conocer su potencial en este cultivo y su capacidad para mejorar la calidad del suelo agrícola (Pérez *et al.*, 2003).

La asociación del riego, con la fertilidad del suelo y la nutrición vegetal, conceptúa la fertirrigación como la aplicación de nutrientes a través de un sistema de riego; sin embargo, los fertilizantes líquidos o solubles tienen un costo superior de cuatro a seis veces más respecto a los fertilizantes sólidos tradicionales (Sandino, 2007).

El uso de microorganismos promotores del crecimiento aplicados en solución a través del sistema de riego, a la semilla al momento de la siembra o al trasplante, pero sin fertilización, se define como bioirrigación (González, 1999); y con la aplicación de los fertilizantes

En forma alterna a los microorganismos a través del riego se logra la biofertilización (Covarrubias y Hernández, 2005).

## **Biofertilizantes**

Son producto a base de microorganismos benéficos (Bacterias y Hongos), que viven asociados o en simbiosis con las plantas y ayudan a su proceso natural de nutrición, además de ser regeneradores de suelo. Estos microorganismos se encuentran de forma natural en suelos que no han sido afectados por el uso excesivo de fertilizantes químicos u otros agro químicos, que disminuyen o eliminan dicha población.

### **Funciones de los Biofertilizantes**

Los fertilizantes con base en bacterias y hongos benéficos tienen las siguientes funciones principales:

- \* Fijadores de nitrógeno del medio ambiente para la alimentación de la planta.
- \* Protectores de la planta ante microorganismos patógenos del suelo.
- \* Estimulan el crecimiento del sistema radicular de la planta.
- \* Mejoradores y regeneradores del Suelo.

Incrementan la solubilización y la absorción de nutrientes, como el fósforo, que de otra forma no son bacteria fijadora de nitrógeno que vive sobre las raíces de las plantas y es capaz de beneficiar diversos cultivos de importancia agrícola, tales como el trigo, maíz, sorgo, arroz, cebada, avena y en cultivos perennes como el café, los cítricos, tanto en vivero como en plantaciones comerciales directamente en campo. Además de fijar Nitrógeno, esta bacteria es capaz de producir hormonas de crecimiento vegetal, generando un crecimiento importante del sistema radicular, lo que permite mayor capacidad de absorción de agua y nutrientes disponibles en el suelo, incluyendo la mayor absorción de los nutrientes o fertilizante aplicados.

[http://www.biofabrica.com.mx/cms/index.php?option=com\\_content&task=view&id=30&Itemid=52](http://www.biofabrica.com.mx/cms/index.php?option=com_content&task=view&id=30&Itemid=52)

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

#### **Localización Geográfica.**

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

Limita al norte con el municipio de Cuatrociénegas; al noreste con el de San Pedro; al sur con el estado de Zacatecas; al este con los municipios de General Cepeda y Saltillo; y al oeste con el municipio de Viesca. Se divide en 175 localidades.

Se localiza a una distancia aproximada de 157 kilómetros de la capital del estado.

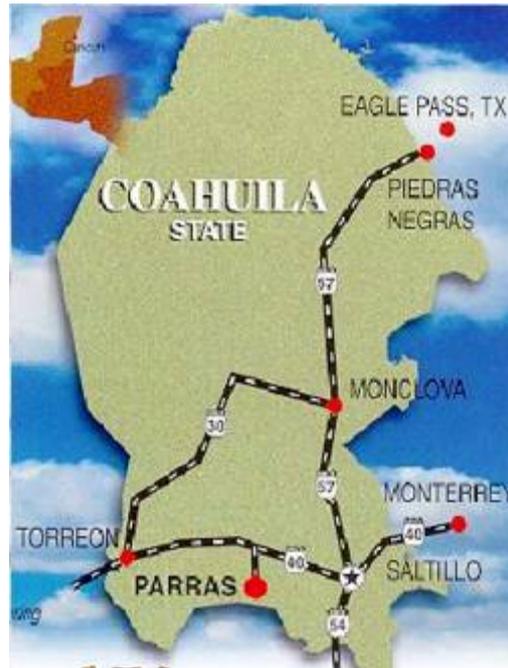
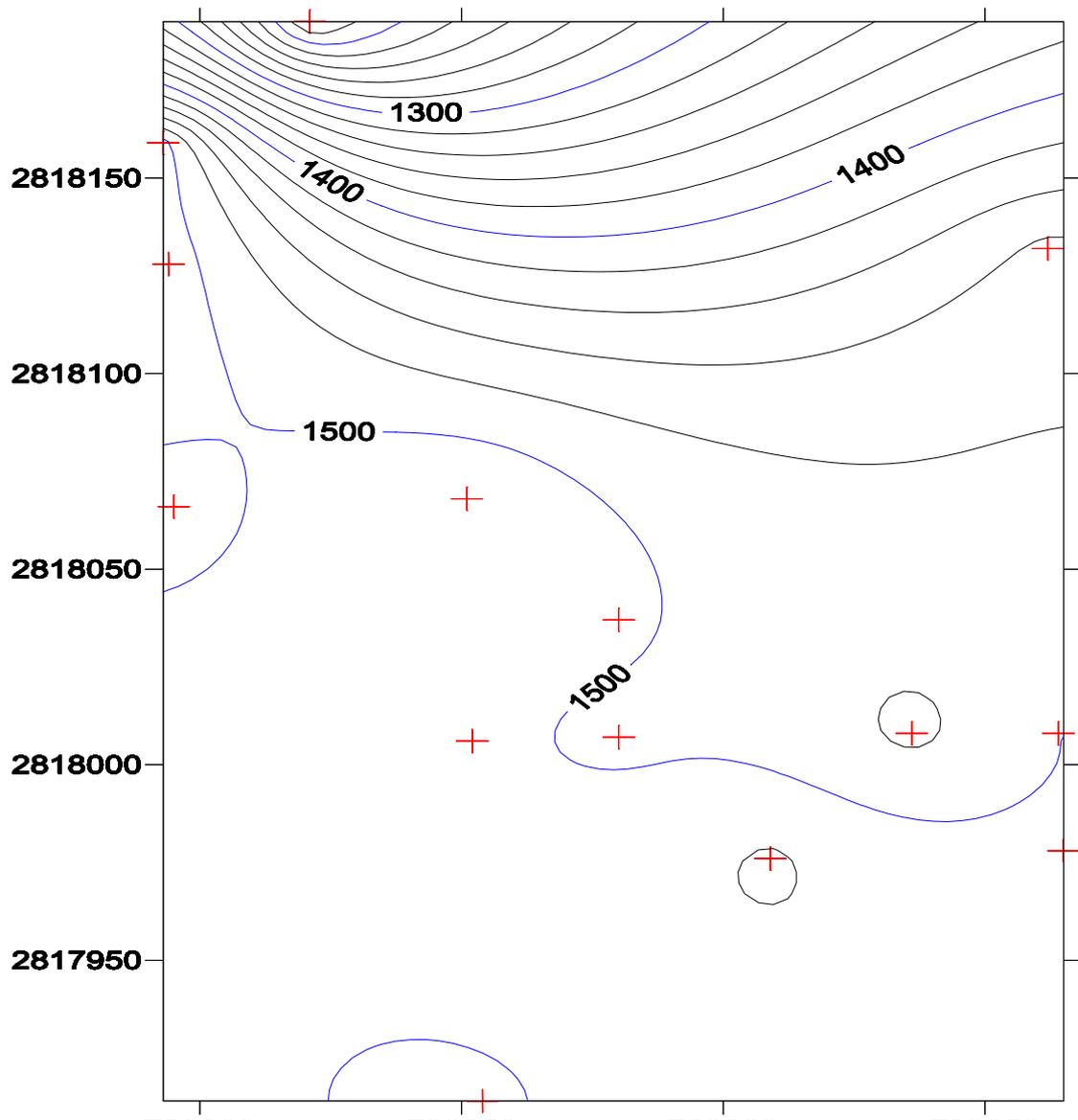


Figura 3.1 localización geográfica del sitio experimental

La investigación se realizó durante Verano–Otoño de 2007, en la región de Parras de las Fuentes Coahuila en el del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No 21.

En un huerto con 34 años de establecida y espaciamiento de 12 x 12 m con la variedad Wichita en el área del sector agrícola, se estableció una área determinada en el cual se marcaron 16 árboles con circunferencia de tronco similar, dentro del área se seleccionaron los árboles más uniformes de acuerdo con la edad, se tomaron datos con el GPS para posteriormente hacer el mapa de las curvas a nivel.



3.2 Curvas a Nivel del Sitio Experimental

**Características del suelo**

Localidad: Parras de la Fuente

Estado: Coahuila

Cultivo: Nogal

**3.3 Análisis de suelo en la huerta de nogal**

Materia Orgánica %	3.85	Muy Rico
Nitrógeno Total %	0.1926	Mediano
Fósforo Kg/ha	31.5	Mediano
Potasio Kg/ha	252	Mediano

La materia orgánica que contiene el suelo procede tanto de la descomposición de los seres vivos que mueren sobre ella, como de la actividad biológica de los organismos vivos que contiene: lombrices, insectos de todo tipo, microorganismos, etc. La descomposición de estos restos y residuos metabólicos da origen a lo que se denomina humus. En la composición del humus se encuentra un complejo de macromoléculas en estado coloidal constituido por proteínas, azúcares, ácidos orgánicos, minerales, etc., en constante estado de degradación y síntesis. El humus, por tanto, abarca un conjunto de sustancias de origen muy diverso, que desarrollan un papel de importancia capital en la fertilidad, conservación y presencia de vida en los suelos. A su vez, la descomposición del humus en mayor o menor grado, produce una serie de productos coloidales que, en unión con los minerales arcillosos, originan los complejos organominerales, cuya aglutinación determina la textura y estructura de un suelo. Estos coloides existentes en el suelo presentan además carga negativa, hecho que les permite absorber cationes  $H^+$  y cationes metálicos ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ) e intercambiarlos en todo momento de forma reversible; debido a este hecho, los coloides también reciben el nombre de complejo absorbent. Otro dato relevante con respecto a la materia orgánica es su afinidad por los metales pesados. Cuando éstos se encuentran en disolución, a menudo forman complejos orgánicos solubles, que pueden polimerizarse sobre los complejos moleculares del humus. También pueden formar directamente complejos insolubles con los compuestos del humus.

Otro componente orgánico de los suelos es el ácido fúlvico, que es un tipo de ácido húmico débilmente polimerizado, que interviene en el proceso de podsolización. Junto con las arcillas y el hierro presentes en el suelo, este ácido forma complejos coloidales que por lixiviación son desplazados hasta cierta profundidad, donde finalmente flocculan como consecuencia de actividad bacteriana. (Acevedo, 1999)

**Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:**

- a) Testigo, que corresponde a riego por aspersión un programa de fertilización con 120-60-100-20Mg-16S aplicados a través del riego en forma semanal siguiendo el programa de aplicación del nogal descrito por INIFAP (2002), este tratamiento para que fuera utilizado como testigo, su manejo tuvo que efectuarse sin control de plagas y enfermedades.
  
- b) Biofertilización, es la aplicación de microorganismos promotores del crecimiento más la aplicación de los fertilizantes con la misma dosis mas un mejorador de suelo a

través del riego a base de ácidos fúlvicos, aminoácidos, auxinas, extractos vegetales y MO; un repelente insecticida orgánico con extractos de Neen y *Allium* spp; un insecticida orgánico de amplio espectro con aceites de origen vegetal y un fungicida con *Bacillus subtilis* y bicarbonato de potasio.

c) Mixto, la combinación de biofertilización y fertilización aplicando los productos naturales y los químicos con la misma dosis de fertilizantes, en la fertilización el control de plagas se realizó con diazinon y clorpirifos etil; y el control de las enfermedades se efectuó con propiconazol y benomyl; aplicando en forma alterna y en forma semanal este tratamiento.

El análisis de los tratamientos se realizó con un diseño en bloque al azar con cuatro repeticiones que corresponde a cuatro árboles en competencia completa, la variable de análisis fue rendimiento de nuez en  $\text{kg árbol}^{-1}$ , porcentaje de almendra medido sobre un kg de nuez, rendimiento de almendra en  $\text{kg árbol}^{-1}$ , (Martínez-Rodríguez *et al.*, 2001)

Las variables longitud final de brote en centímetros, longitud final de hoja compuesta en centímetros, número final de hojas por brote, número final de ruznos por brote, número final de foliolos por hoja se realizó con un diseño en bloque al azar con 16 repeticiones que corresponde a 16 árboles en competencia completa.

### **Modelo Estadístico Empleado**

Se utilizo un diseño bloques al azar con cuatro repeticiones para evaluar las diferencias observadas en los parámetros vegetativos además se hicieron correlaciones entre los parámetros evaluados.

El modelo estadístico del diseño bloques al azar es el siguiente.

$$Y_{ij} = \mu + \gamma_i + B_j + E_{ij}$$

$i=1, 2, 3$

$j=1, 2, 3, 4$

$E_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

Donde

$Y_{ij}$ . Observación perteneciente al tratamiento  $i$  en la repetición  $j$ .

$\mu$  = Efecto verdadero de la media general

$\gamma_i$  = tratamiento del manejo

$B_j$  = efecto de las repeticiones

$E_{ij}$  = efecto del error experimental.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de nuez se muestra en el cuadro 4.1, la cosecha se realizó el 16 y 17 de noviembre, donde los tratamientos de biofertilización y el mixto superaron el testigo significativamente en 41 y 43 %, estos manejos son similares estadísticamente, aunque el mixto y la biofertilización son alternativas sustentables.

Cuadro 4. 1 Rendimiento ( $\text{kg árbol}^{-1}$ ) de nogal bajo tres manejos.

Manejo	Rendimiento de Nuez
	$\text{kg árbol}^{-1}$
Mixto	78,50 a

BioFertirrigaciòn	77,50 a
Testigo	55,00 b
$\bar{X}$	70.33

a, b = Valores con literales similares en una columna son iguales. Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

Los rendimientos obtenidos son muy aceptables comparados con los obtenidos por Sánchez *et al.*, (2007) con la variedad Wichita de 12.34 kg árbol<sup>-1</sup>, donde hasta el testigo es superior en 345 % a este rendimiento, lo que indica que la región de Parras de la Fuente es adecuada para el cultivo de nogal.

El porcentaje de almendra se muestra en el cuadro 4.2, los manejos son similares estadísticamente, por lo que esta variable no se ve afectada por los manejos propuestos en el estudio.

Cuadro 4. 2 Porcentaje de almendra en nogal bajo tres manejos.

Manejo	Rendimiento de Almendra
	%
Mixto	58,45 a
BioFertirrigaciòn	60,10 a
Testigo	58,91 a
$\bar{X}$	59,15

a = Valores con literales similares en una columna son iguales. Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

El rendimiento de almendra se muestra en el cuadro 4.3, donde los tratamientos de fertirrigación, y el mixto superaron el testigo en 40 y 39 % y son similares estadísticamente, aunque el mixto es alternativas sustentables.

Cuadro 4.3 Rendimiento de almendra en nogal bajo tres manejos.

Manejo	Rendimiento de Almendra
	kg árbol <sup>-1</sup>
Mixto	45,25 a
BioFertirrigaciòn	45,50 a
Testigo	32,50 a
$\bar{X}$	41,08

a = Valores con literales similares en una columna son iguales. Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

La biofertilización es una opción en producción y calidad en el desarrollo sustentable del nogal para la región de Parras, Coahuila. Además implementar tecnologías que eviten el deterioro del ambiente como la biofertilización y agricultura natural, que reducen el riesgo de contaminación por lo cual estas tecnologías deben continuar evaluándose para conocer su potencial en este cultivo.

En el caso de longitud de brote en el nogal que se muestra en el cuadro 4.4 donde los manejos son estadísticamente similares por lo consiguiente esta variable no se ve afectada por los manejos propuestos en el estudio. Donde podemos apreciar que el tratamiento mixto y biofertilización superaron al testigo. El crecimiento del brote de la estación y baja producción en número de frutos es de esperarse. (McEachern y Zajicek, 1996; McEachern, 1996; Herrera, 1996). Por lo tanto cualquier factor externo que limite el crecimiento del brote puede afectar negativamente su crecimiento y producción.

Cuadro 4.4 Longitud de brote en nogal bajo tres manejos

Manejo	Longitud de Brote
	Cm
Mixto	17,47 a
BioFertilización	17,22 a
Testigo	13,63 a
$\bar{X}$	16,10

a = Valores con literales similares en una columna son iguales. Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

En el caso de hoja por brote en el cultivo del nogal que se muestra en el cuadro número 4.5 donde los tres manejos evaluados son estadísticamente similares por el cual esta variable no se ve afectada por los manejos propuestos. Es importante apreciar que el tratamiento mixto y biofertilización superan al testigo. Una característica que tienen las hojas del nogal es que requieren altas intensidades de luz para operar a su máxima capacidad fotosintética (Worley, 1978; Wood, 1996). Por lo que el nogal es considerado como una especie que presenta baja tolerancia al sombreado. Resultados de investigación indican que en árboles de nogal pecanero en producción, las hojas localizadas en la periferia de la copa, bajo condiciones ilimitadas de luz, alcanzan su máxima tasa fotosintética bajo una intensidad de radiación fotosintética activa (Andersen, 1994).

Cuadro 4.5 Hoja por brote en nogal bajo tres manejos

Manejo	Hoja por brote
	Cm.
Mixto	76,87 a

BioFertirrigación	74,38 a
Testigo	60,00 a
$\bar{X}$	70,42

a = Valores con literales similares en una columna son iguales. Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

En la variable rueznos por brote como se muestra en el cuadro 4-6 el manejo mixto y biofertilización superaron al testigo observando con esto una cierta diferencia en los manejos.

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

Cuadro 4.6 Rueznos por brote en nogal bajo tres manejos

Manejo	Rueznos por brote
	Cm.
Mixto	4,75 a
BioFertirrigación	4,75 a
Testigo	3,94 b
$\bar{X}$	4,48

a, b = Valores con literales similares en una columna son iguales. Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

En tanto a la variable foliolos por hoja que se muestra en el cuadro numero 4.7 se aprecia que estadísticamente que son similares y no se ve afectada por los manejos propuestos.

Una deficiencia de Cu puede presentarse como “muerte regresiva” de las ramas en los árboles frutales, donde las hojas se marchitan y caen, la corteza llega a ser áspera y fisurada con exudación de sustancias gomosas (Bidwell, 1979).

Cuadro 4.7 Foliolos por hoja en nogal bajo tres manejos

Manejo	Foliolos por hoja
	Cm
Mixto	13,13 a
BioFertirrigación	12,88 a
Testigo	12,13 a
$\bar{X}$	12,71

a = Valores con literales similares en una columna son iguales. Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

En la variable longitud de la hoja en nogal que se muestra en el cuadro numero 4.8 se puede observar que trabajando estadísticamente son similares por lo tanto no se ve afectada por los manejos propuestos. Por lo tanto si es recomendable el sitio experimental para continuar realizando trabajos de campo con la biofertilización, puesto a que los resultados obtenidos fueron aceptables.

Cuadro 4.8 Longitud de la hoja en nogal bajo tres manejos

Manejo	Longitud de la hoja
	Cm.
Mixto	34,84 a
BioFertirrigación	33,94 a
Testigo	32,13 a
$\bar{X}$	33,64

a = Valores con literales similares en una columna son iguales. Tukey ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.9 Cuadro de Tratamientos utilizados en el experimento

			kg árbol <sup>-1</sup>	% Almedra	kg. almen/árbol
		Arbol 1	52	57.92	30
		Arbol 2	64	58.90	38
<b>Testigo</b>		Arbol 3	58	59.55	35
		Arbol 4	46	59.25	27
	Promedio		55	58.91	32
	CV		7.75	0.71	4.63
		Arbol 5	76	59.45	45
		Arbol 6	74	58.86	41
<b>Fertirrigación</b>		Arbol 7	73	59.62	42
		Arbol 8	76	59.97	46
	Promedio		74.75	59.48	43

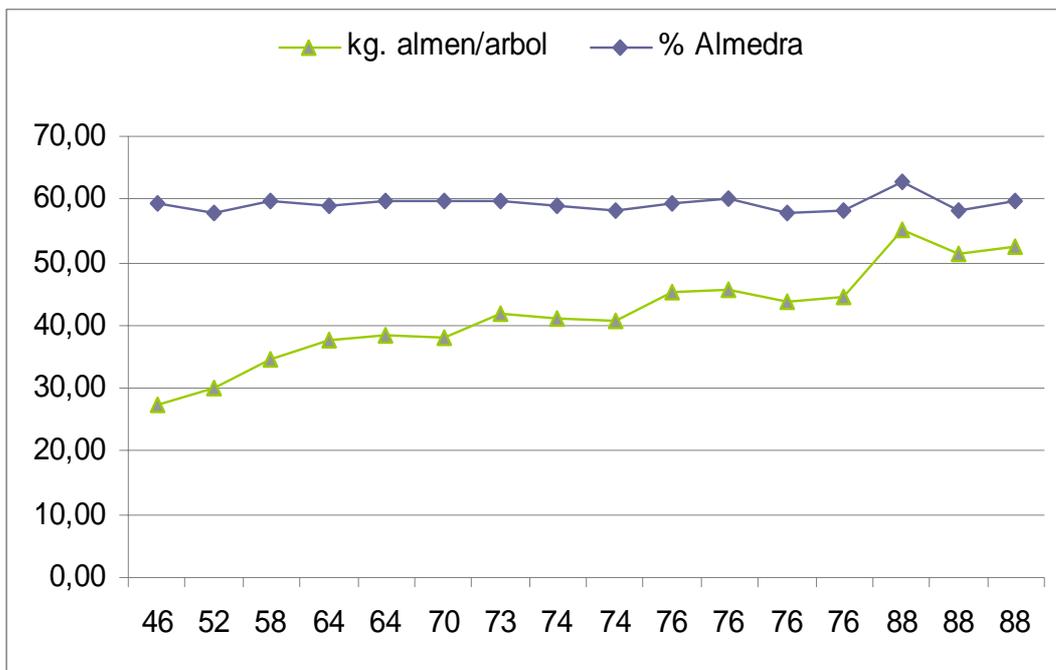
	CV		1.50	0.46	2.27
		Arbol 9	70	59.54	38
<b>Biofertilización</b>		Arbol 10	88	62.84	55
		Arbol 11	88	58.15	51
		Arbol 12	64	59.82	38
	Promedio		77.5	60.09	46
	CV		12.37	1.98	8.85
		Arbol 13	76	57.70	44
		Arbol 14	74	58.09	41
<b>Mixto</b>		Arbol 15	76	58.36	44
		Arbol 16	88	59.65	52
	Promedio		78.5	58.45	45
	CV		25.02	21.56	14.09

#### 4.10 Cuadro de rendimientos por árbol

Arbol	kg árbol <sup>-1</sup>	kg. almen/arbol	% Almedra
4	46	27.25	59.25
1	52	30.12	57.92
3	58	34.54	59.55
2	64	37.69	58.90
12	64	38.29	59.82
9	70	38.11	59.54
7	73	41.74	59.62
6	74	41.21	58.86
14	74	40.66	58.09
5	76	45.18	59.45
8	76	45.58	59.97
13	76	43.85	57.70

15	76	44.36	58.36
10	88	55.30	62.84
11	88	51.17	58.15
16	88	52.49	59.65

4.11. Grafica de rendimiento. (Kg. almendra/Árbol, % de almendra)



En la grafica anterior se puede apreciar que a medida de que los tratamientos cambian el rendimiento de Kg/nuez/árbol va en aumento, es importante observar que el más eficiente fue el mixto y el de menor rendimiento fue el testigo.

En el caso de la variable de por ciento de almendra (%) se observa que los tratamientos 1 y 3 los rendimientos son semejantes, y en el caso del tratamiento 4 (mixto) el rendimiento se dispara un poco mas con relación a los tratamientos anteriores.

## V. CONCLUSIONES

En el tratamiento 1 (testigo) fue en el que se obtuvo el menor rendimiento en lo que respecta a la producción de nuez con una media de 55 kgNuez/árbol.

El tratamiento 2 denominado como (fertirrigación) se observa que el rendimiento de nuez va en aumento en comparación con el tratamiento anterior, obteniendo una media de 74.75 kgNuez/árbol.

Respecto al tratamiento 3 considerado como (biofertirrigación) el rendimiento de nuez supero a los tratamientos 1 y 2 (testigo y fertirrigación) con un rendimiento medio de 77.5 kgNuez/árbol.

Es importante apreciar que el tratamiento 4 que fue el mixto, superó al testigo, fertirrigación, biofertirrigación obteniéndose poca diferencia entre 3 y 4. Esto indica que la región de Parras Coahuila es recomendable para trabajar con la biofertirrigación.

Con respecto a la curva de rendimiento, el porcentaje de almendra se comportó semejante a los tratamientos testigo, fertirrigación, biofertirrigación, pero en el caso del tratamiento 4 que fue el mixto, se puede apreciar que el rendimiento es mayor con respecto a los anteriores.

Es importante resaltar que el porcentaje de almendra fue equilibrado en todos los tratamientos, esto se debe a que el porcentaje fue obtenido con respecto al rendimiento de nuez por árbol.

El aumento de los rendimientos fue significativo en aquellos tratamientos combinados fertirrigación y biofertirrigación.

## **RECOMENDACIONES**

Es importante mencionar algunas de las recomendaciones que hacen los investigadores Goldbarg, Garnot y Rimon, (1986) y que son aplicables en el estudio para lograr mejores resultados con la fertirrigación y la biofertirrigación.

- Los agroquímicos deben ser lo suficientemente solubles
- Si se utiliza más de un agroquímico para la fertirrigación, es necesario preparar una solución madre para inyecciones posteriores, estos productos químicos no deberán reaccionar unos con otros para formar un precipitado.
- Los efectos químicos deberán ser compatibles con los elementos constituyentes del agua de riego ya que estos entran en contacto después de su inyección.
- Cuando se disuelven en agua, los productos químicos no deberán formar espuma o sedimentos, ya que pueden penetrar en el sistema de riego ocasionando problemas de diversa índole.
- Los productos químicos utilizados no deben corroer o deteriorar de ninguna forma los materiales o componentes utilizados en el sistema de micro-riego.

- Entre los productos químicos que pueden ser dañinos se tienen: el cloro daña los componentes de bronce utilizados en los manómetros, en medidores o en los impulsores de las bombas así tenemos que algunos nematicidas atacan al PVC y algunos otros plásticos.
- Las recomendaciones del régimen de fertirriego para los diferentes cultivos están basadas en la etapa fisiológica, tipo de suelo, clima, variedades y otros factores agrotécnicos. Especial atención debe prestarse al pH, la relación NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub>, la movilidad de los nutrientes en el suelo y la acumulación de sales.  
Para programar correctamente el fertirriego se deben conocer el consumo de nutrientes a lo largo del ciclo del cultivo que resulta en el máximo rendimiento y calidad (Bar-Yosef, 1991).

Es importante seguir realizando este tipo de experimentos para comparar rendimientos, y aplicar la dosis que proporcione mayores y mejores rendimientos de nuez.

## **RESUMEN**

Las principales zonas productoras de nuez en nuestro país se encuentran en los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora, Durango y en menor importancia los estados de Aguascalientes, Guanajuato, San Luis Potosí, Jalisco y Oaxaca.

Es importante saber que el nogal aparece como una especie que requiere baja demanda de nitrógeno, todo dependerá del tipo de suelo donde está implantado el cultivo. Es muy exigente en el momento en que se debe agregar el fertilizante nitrogenado ya que la mayor demanda es en el momento del cuajado del fruto cuando están también creciendo fuertemente los brotes y se establece una competencia fuerte que puede llegar al bajo cuaje de frutos, es decir, si hay bajo nivel de nitrógeno para una alta productividad debe haber en ese momento suficiente oferta de nitrógeno.

La nutrición de Calcio y Magnesio constituye un problema en los programas de fertilización especialmente en fertirriego bajo condiciones de suelos arenosos, debido a su marcada incompatibilidad con gran parte de fertilizantes. El Azufre, en términos generales es suplido por muchos fertilizantes portadores de macro y micronutrientes.

El presente trabajo se llevo a cabo en el municipio de parras de las fuentes que se encuentra en la parte central del sur del estado de Coahuila, se realizó en un huerta con 34 años de establecida y espaciamiento de 12 x 12 m con la variedad Wichita en el área del sector agrícola del centro de bachillerato tecnológico agropecuario no 21, durante el ciclo Verano–Otoño de 2007.

Testigo, que corresponde a riego por aspersión un programa de fertilización con 120-60-100-20Mg-16S aplicados a través del riego en forma semanal

Biofertilización, es la aplicación de microorganismos promotores del crecimiento más la aplicación de los fertilizantes con la misma dosis mas un mejorador de suelo a través del riego a base de ácidos fúlvicos, aminoácidos, auxinas, extractos vegetales y MO.

Mixto, la combinación de biofertilización y fertilización aplicando los productos naturales y los químicos con la misma dosis de fertilizantes, en la fertilización el control de plagas.

Las variables evaluadas fueron longitud final de brote en centímetros, longitud final de hoja compuesta en centímetros, número final de hojas por brote, número final de ruznos por brote, número final de foliolos por hoja se realizó con un diseño en bloque al azar con 16 repeticiones que corresponde al total de árboles en la competencia.

El análisis de los tratamientos se realizó con un diseño en bloque al azar con cuatro repeticiones que corresponde a 16 árboles en competencia completa, la variable de análisis fue rendimiento de nuez en  $\text{kg árbol}^{-1}$ , porcentaje de almendra medido sobre un kg de nuez, rendimiento de almendra en  $\text{kg árbol}^{-1}$ .

Estos estudios se realizaron con el objetivo de evaluar cual de las variables propuestas se obtuvo un rendimiento considerable y así elaborar una mejor propuesta fundamentada en los siguientes ciclos.

Se calcula que un árbol joven requiere anualmente entre 150 y 200 g de N, mientras que un árbol en producción requiere entre 300 y 500 g de N.

A largo plazo la biofertilización va a mejorar las condiciones calcáreas del suelo en Parras, creando un ambiente edáfico propicio para la nutrición del nogal pecanero.

Se recomienda incorporar las aspersiones de zinc foliar en las guías de fertilización

# **APENDICE**

Cuadro5. 1 Análisis de varianza (ANVA) para el Rendimiento (kg árbol<sup>-1</sup>) de nogal bajo tres manejos.

Fuente Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fc.	Fα
Manejos	2	1412,7	706,33	7,94	0,0206 *
Repeticiones	3	228,0	76,00	0,85	0,5136 NS
Error	6	534,0	89,00		
Total	11	2174,7			

\* = Significativa; \*\* = Altamente significativa; N. S. = No significativa

Cuadro 5.2 Análisis de varianza (ANVA) para el Porcentaje de almendra en nogal bajo tres manejos

Fuente Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fc.	Fα
Manejos	2	5,7	2,86	1,63	0,2723NS

Repeticiones	3	4,8	1,61	0,92	0,4879 NS
Error	6	10,5	1,75		
Total	11	21,1			

\* = Significativa; \*\* = Altamente significativa; N. S. = No significativa

Cuadro5. 3 Análisis de varianza (ANVA) para el Rendimiento de almendra en nogal bajo tres manejos

Fuente Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fc.	F $\alpha$
Manejos	2	442,2	221,08	0,83	0,526NS
Repeticiones	3	108,9	36,31	5,03	0,0522NS
Error	6	263,8	43,97		
Total	11	814,9			

\* = Significativa; \*\* = Altamente significativa; N. S. = No significativa

Error	30	924,0	30,80		
Total	47	1379,0			

Fuente Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fc.	F $\alpha$
Manejos	2	148,0	74,01	2.40	0.1077 NS
Repeticiones	15	307,0	20,47	0.66	0.7970 NS

Cuadro5. 4 Análisis de varianza (ANVA) Longitud de brote en nogal bajo tres manejos

\* = Significativa; \*\* = Altamente significativa; N. S. = No significativa

Cuadro 5.5 Análisis de varianza (ANVA) Hoja por brote en nogal bajo tres manejos

Fuente Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fc.	F $\alpha$
Manejos	2	26,5	13,27	8.39	0.0013 **
Repeticiones	15	29,9	1,99	1.26	0.2849 NS
Error	30	47,5	1,58		
Total	47	103,9			

\* = Significativa; \*\* = Altamente significativa; N. S. = No significativa

Cuadro5. 6 Análisis de varianza (ANVA) Rueznos por brote en nogal bajo tres manejos

Fuente Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fc.	F $\alpha$
Manejos	2	7,0	3,52	4.47	0.0200 *
Repeticiones	15	11,3	0,75	0.96	0.5181 NS
Error	30	23,6	0,79		
Total	47	42,0			

\* = Significativa; \*\* = Altamente significativa; N. S. = No significativa

Cuadro 5.7 Análisis de varianza (ANVA) Foliolos por hoja en nogal bajo tres manejos

Fuente Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fc.	F $\alpha$
Manejos	2	8,7	4,33	2.95	0.0674 NS
Repeticiones	15	43,3	2,88	1.97	0.0562 NS
Error	30	44,0	1,47		
Total	47	95,9			

\*= Significativa; \*\* = Altamente significativa; N. S. = No significativa

Cuadro 5.8 Análisis de varianza (ANVA) Longitud de la hoja en nogal bajo tres manejos

Fuente Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fc.	F $\alpha$
Manejos	2	61,3	30,66	0.82	0.4501 NS
Repeticiones	15	516,5	34,44	0.92	0.5524 NS
Error	30	1122,0	37,40		

Total	47	1699,9			
-------	----	--------	--	--	--

\* = Significativa; \*\* = Altamente significativa; N. S. = No significativa

## BIBLIOGRAFIA

Arreola A., J.; Herrera, E. y Fowler, J. 1999. Sunlight distribution before and after pecan orchard

thinning: its influence on yield and shoot growth. p. 189-193. en McGraw, B., E. H. Dean y B. W. Wood (Eds.) Pecan Industry: Current situation and Future Challenges. Proc. 3th National Pecan Workshop. USDA Agric. Res. Ruidoso. NM.

Andersen, P. C. 1994. Lack of sunlight can limit pecan production in the Southeastern. U. S. The Pecan Grower. Georgia Pecan Gro. Assoc. 6(2):20-21.

Brison, R. F. 1976. Cultivo del Nogal Pecanero. México CONAFRUT.

Banco Agropecuario del Norte. 1969. la nuez pecanera. Sistema Nacional Agropecuario. 85 pag.

Burt, C. K. O Connot and T. Ruehr; 1995. Fertigation. 1<sup>a</sup> Ed. California Poly Technic. United states of America .

Baeyens, J. (1970). Nutrición de las plantas de cultivo fisiología aplicada a las plantas agrícolas , traducción mateo Box. Editorial Lemos. Madrid España p.p 270-340.

CIAN. 1980. Guía técnica del nogalero. Matamoros Coah. SARH-INIA. Méx. 97 pag.

Tait, N. 1996. the pecan tree. Dohmann pecan Farms.  
<http://www.ortech.engr.com/pecans/tree.html>

Fuentes Y J L. 2003 Técnicas de riego. Ministerio de agricultura pesca y alimentación. Ed. Mundiprensa. 4ta edición .Madrid. España. Pp 343-346

Garza, F.G. 1973. Factores importantes para emprender una plantación de nogales. Primer ciclo de productores de Nuez de la Republica Méx. .CUNAFRUT.Méx. pp. 25-26

Herrera, E. 1983. Curso corto sobre manejo de huertas de nogal. Las cruces New México. Cooperativa extensión Service College of Agriculture and Home Economics.

INIFAP. 2002. Tecnología de producción de nogal pecadero. Libro técnico No. 3. CELALA-CIRNOC. Matamoros, Coah. 220 p.

Jonás, A.J. (1974). Evaluación del zn. Extraídos por métodos químicos y por las plantas de maíz al aplicar zinc y gallinaza en un suelo del estado de Tlaxcala.

Mendoza U.M. 1967 La nuez pecanera en México. Primera parte. Banco agropecuario del Norte, S,A.

MAROTTO,J.V.1991. Congreso nacional de fertirrigacion, acta del congreso, fundado para la investigación Agraria en la provincia de almacenamiento. Almeria España.

Moya, T. J. A. 2002. Riego Localizado y Fertirrigacion Ed. Mundi-prensa. 3ra Edición .Madrid. España.365

Medina, M. Ma. del C: 1980.Marco de referencia regional del cultivo del nogal pecanero en la Comarca Lagunera. Informe de investigación ciclo 1979. CIAN, INIA, SARH. Ciclo de conferencia internacionales sobre el cultivo del nogal.

Martínez-Rodríguez, O. A., L. Rodríguez D. y A. Lagarda M. 2001. Determinación de los requerimientos de estratificación de nueces en diferentes tipos de nogal pecanero (*Carya illinoensis*, Wang Koch) Revista Chapingo. Serie: Zonas áridas 2(1):15-18.

Narro, F.E. y V. Méndez 1982. efecto de los mejoradores de suelo y dosis de fertilización fosfatada en el desarrollo del cultivo de la papa Xv congreso nacional de las ciencias del suelo.

Porta, J.; López-Acevedo, M.; Roquero, C. (1999) Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. 849 pg.

Rojas P. L. 2000. El fertirriego y la plasticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coah. México. Pp.52-53.

Sánchez Sánchez, E., J. A. Samaniego R., J. T. Borbón S., R. Sabori P. y J. Grajeda G. 2007. Fenología y producción de dos variedades de nogal pecanero en el sur de Sonora. In: Amador R, M.D., J. A. Zegbe D., L.R., Reveles T., J. Mena C.y A Serna P. (eds). Memoria del XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, A. C. Zacatecas, Zac. Pag 80.

Valdez, G. B. y H. M. Núñez. 1991. Respuesta del nogal Pecanero a la Microaspersión Partiendo de Riego por Inundación con Diferente Manejo de Humedad.