

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE INGENIERIA**



**ELABORACIÓN DE UN PROYECTO E INSTALACIÓN DE UN  
SISTEMA DE RIEGO POR MICRO - ASPERSIÓN PARA  
NOGALES EN CRECIMIENTO.**

**POR :**

**RAÚL MARTIN US TORRES**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.**

**NOVIEMBRE DE 1995**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

ELABORACIÓN DE UN PROYECTO E INSTALACIÓN DE UN  
SISTEMA DE RIEGO POR MICRO - ASPERSIÓN PARA NOGALES  
EN CRECIMIENTO.

APROBADA POR EL COMITE DE TESIS

---

M.C. FERNANDO BLAZQUEZ GARCIA.  
PRESIDENTE

---

M.C. MANUEL GONZALES MOLINA  
VOCAL

---

M.C. LINDOLFO ROJAS PEÑA  
VOCAL

---

ING. CARLOS ROJAS PEÑA.  
SUPLENTE

---

ING. JUAN FRANCISCO MARTINEZ AVALOS

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA

DICIEMBRE, 1997

LA VERDADERA INGENIERIA TIENE QUE  
VER CON LA FORMACIÓN PROFESIONAL  
DE UN HOMBRE, DE LA MANERA EN  
QUE RESPETA LAS BASES CON QUE TRABAJA,  
CON SU SENSIBILIDAD ACERCA DEL TIEMPO  
EN QUE VIVE EL PRESENTE Y EL FUTURO,  
Y CON SU INTEGRIDAD PERSONAL.

(R.M.U.T)

# INDICE

*Pagina*

<b>Agradecimientos</b> .....	<b>i</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>ii</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>iii</b>
<b>Indice De Tablas</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Objetivo General</b> .....	<b>2</b>
<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>3</b>
<b>Revisión De Literatura</b> .....	<b>3</b>
<b>Riego A Presión</b> .....	<b>6</b>
<b>Riego Por Micro - aspersion</b> .....	<b>7</b>
<b>Ventajas</b> .....	<b>8</b>
<b>Desventajas</b> .....	<b>8</b>
<b>Principales Fabricantes</b> .....	<b>8</b>
<b>Adaptación</b> .....	<b>8</b>
<b>Riego Por Aspersion</b> .....	<b>9</b>
<b>Ventajas</b> .....	<b>9</b>
<b>Desventajas</b> .....	<b>10</b>
<b>Adaptación</b> .....	<b>10</b>
<b>Principales Fabricantes</b> .....	<b>11</b>
<b>Riego Por Goteo</b> .....	<b>11</b>
<b>Ventajas</b> .....	<b>12</b>

Desventajas .....	13
Adaptación .....	14
Principales Fabricantes .....	14
Materiales Y Métodos .....	14
1. Documentación Legal .....	16
2. Descripción General Del Sitio De Proyecto .....	19
2.1 Datos Generales .....	19
2.2 Características Del Area Proyecto .....	19
a. Clima .....	19
a.1. Precipitación .....	20
a.2. Temperatura .....	21
a.3. Heladas .....	22
a.4. Granizo .....	22
b. Características Del Sitio De Establecimiento .....	22
b.1 Tipo De Suelo .....	23
b.2 Descripción De Horizontes .....	24
b.3 Calidad Del Agua .....	26
Análisis Del Agua Utilizada para Riego.....	27
Sugerencias .....	29
c. Superficie .....	30
d. Localización Geográfica Del Terreno .....	30
Croquis De Localización Del Área Proyecto .....	31
2.3 Situación Actual Del Proyecto .....	31
a. Sistema De Riego .....	31
b. Sistema Productivo .....	32
c. Problemática .....	32

<b>C.1 Antecedentes De La Huerta</b> .....	<b>32</b>
<b>a. Inventario De Recursos Disponibles</b> .....	<b>33</b>
<b>b. Preparación Del Terreno</b> .....	<b>33</b>
<b>c. Control De Plagas Y Enfermedades</b> .....	<b>33</b>
<b>3. Proyecto Ejecutivo</b> .....	<b>34</b>
<b>3.1 Descripción Especifica Del Proyecto</b> .....	<b>34</b>
<b>Características Del Pozo</b> .....	<b>34</b>
<b>3.2 Diseño Agronómico</b> .....	<b>35</b>
<b>a. Uso Consuntivo</b> .....	<b>35</b>
<b>a.1 Método Racional Modificado</b> .....	<b>35</b>
<b>Evapotranspiración Del Cultivo</b> .....	<b>36</b>
<b>a.2 Calculo De Laminas De Riego</b> .....	<b>38</b>
<b>a.3 Duración Del Ciclo Vegetativo</b> .....	<b>38</b>
<b>b. Demandas Hídricas</b> .....	<b>39</b>
<b>3.3 Diseño Hidráulico</b> .....	<b>40</b>
<b>a. El Diseño Por Micro - aspersión</b> .....	<b>40</b>
<b>a.1 Requerimientos Mínimos De Humedad</b> .....	<b>43</b>
<b>a.2 Frecuencia Del Riego</b> .....	<b>44</b>
<b>b. Cálculo De Las Pérdidas Por Fricción</b> .....	<b>48</b>
<b>c. Cálculo Y Revisión Del Equipo De Bombeo</b> .....	<b>58</b>
<b>3.4 Especificaciones Técnicas</b> .....	<b>60</b>
<b>a. Plano Del Proyecto</b> .....	<b>60</b>
<b>b. Suministro E Instalación De Materiales</b> .....	<b>62</b>
<b>c. Construcción (Instalación)</b> .....	<b>64</b>
<b>3.5 Costos Y Financiamiento</b> .....	<b>64</b>
<b>A). Cotización De La Obra</b> .....	<b>64</b>

<b>B). Esquema De Participación Alianza Productor .....</b>	<b>65</b>
<b>4. Impactos .....</b>	<b>65</b>
<b>4.1 Productivos .....</b>	<b>65</b>
<b>4.2 Generación De Empleo .....</b>	<b>66</b>
<b>4.3 Económicos .....</b>	<b>66</b>
<b>5. Anexos .....</b>	<b>66</b>
<b>B. Patrón De Productores .....</b>	<b>66</b>
<b>Discusión .....</b>	<b>67</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>67</b>
<b>Observaciones .....</b>	<b>68</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>69</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>70</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>72</b>

## **AGRADECIMIENTOS**

AL ING. MC. FERNANDO BLAZQUEZ GARCIA  
POR SU VALIOSO APOYO, Y OPORTUNO QUE ME BRINDO AL  
INICIAR A DESARROLLARME PROFESIONALMENTE.

A ING. MC. MANUEL GONZALES MOLINA

ING. MC. LINDOLFO ROJAS PEÑA.

ING. CARLOS ROJAS PEÑA.

POR SU VALIOSA COLABORACIÓN EN LA REVISION Y  
TERMINACIÓN DE ESTE TRABAJO.

A TODOS Y CADA UNO DE LOS MAESTROS QUIENES CON SU  
CATEDRA NOS FORJARON Y ENSEÑARON LO MÁS  
IMPORTANTE DEL ARTE DEL RIEGO.

## **DEDICATORIA**

**GRACIAS :**

**A MIS PADRES :**

DEMETRIO US CAN Y ELIDE TORRES DE US

POR SUS DESVELOS, ESFUERZO Y DEDICACIÓN QUE SIEMPRE ME BRINDARON, QUE GRACIAS A ELLOS E LLEGADO A SER UN PROFESIONISTA, QUE HASTA HOY EN DIA TERMINA MI CARRERA PROFESIONAL, ASÍ COMO POR LOS VALORES Y LA BUENA EDUCACIÓN QUE SIEMPRE ME INCULCARON.

**A MI NOVIA Y FAMILIA.**

LOURDES CARDONA DIAZ

POR SU APOYO A ELLA Y A SU FAMILIA QUE ME BRINDARON DURANTE MI FORMACIÓN PROFESIONAL, ASÍ COMO LA ELABORACIÓN DE MI PRESENTE TRABAJO, AYUDA MUY PERSONAL DE PARTE DE ELLA QUE NUNCA DECALLO.

**A MIS HERMANOS.**

ABRAN JESUS

LORENA DEL CARMEN

MALENA

MINÚ ELIDE

ELVIA LUCIA

LUIS DEMETRIO

POR SU VALIOSO Y DESINTERESADO APOYO QUE SIEMPRE ME BRINDARON EN LA CULMINACIÓN DE MI CARRERA EN ESPECIFICO A LORENA DEL CARMEN, Y A MALENA.

### **A MI ALMA TERRA MATER**

POR ABRIRME LAS PUERTAS EN EL MOMENTO QUE MAS LO NECESITE PARA SER DE MI LO QUE HASTA HOY HE LOGRADO ESPERANDO VOLVER A VERLA Y DEFRAUDARLA DURANTE MI DESARROLLO PROFESIONAL Y SEGUIR PREPARANDONOS SIEMPRE.

### **A MIS COMPAÑEROS**

POR COMPARTIR TANTAS EXPERIENCIAS A LO LARGO DE NUESTRA CARRERA PROFESIONAL, EN ESPECIAL A LA GENERACIÓN LXXXIII

### **INDICE DE TABLAS.**

*Pagina*

<b>TABLA No. 1 Distribución de la Precipitación</b>	
<b>Pluvial</b> .....	<b>20</b>
<b>TABLA No. 2 Distribución de la Temperatura</b> ..	<b>21</b>
<b>TABLA No. 3 Análisis de Suelo</b> .....	<b>23</b>
<b>TABLA No. 4 Características Físicas del Suelo</b> .....	<b>24</b>
<b>TABLA No. 5 Análisis de la Calidad de Agua</b> .....	<b>26</b>
<b>TABLA No. 6 Factores Generales Para el Cálculo del Uso</b>	
<b>Consuntivo</b> .....	<b>36</b>
<b>TABLA No. 7 Uso Consuntivo Mensual del Cultivo de Nogal</b>	
<b>Pecanero (Carya illinoensis)</b> .....	<b>37</b>
<b>TABLA No. 8 Demandas Hídricas</b> .....	<b>39</b>
<b>TABLA No. 9 Carga contra Gasto para Obtener la Ecuación del</b>	
<b>Micro - aspersor</b> .....	<b>46</b>
<b>TABLA No. 10 Datos Obtenidos en el Levantamiento Planimetrico</b>	
<b>Para Delimitar el área de Diseño</b> .....	<b>60</b>
<b>TABLA No. 11 Lista de Materiales por Sección</b> .....	<b>62</b>
<b>TABLA No. 12 Resumen de Tuberías Principales</b> .....	<b>62</b>
<b>TABLA No. 13 Cotización del sistema</b> .....	<b>63</b>
<b>TABLA No. 14 Construcción e Instalación</b> .....	<b>64</b>
<b>TABLA No. 15 Esquema de Participación Alianza - Productor</b> .	<b>65</b>
<b>TABLA No. 16 Impactos Productivos</b> .....	<b>65</b>

## INTRODUCCION.

El arte del riego es una actividad tan antigua como la existencia del hombre mismo, esto lo comprueban las culturas primitivas de

regiones como la China, Egiptia, India y otras. Los equipos de riego por micro - aspersión se han venido instalando en nuestro país desde hace mas de 15 años y hasta hoy han demostrado ser la solución más viable para el riego de frutales como : nogal, guayabo, cítricos, plátanos, etc. Actualmente hay una gran diversidad de diseños de microcabezas por lo que será básico la correcta selección de la misma de acuerdo a los hábitos de crecimiento del cultivo en estudio. Aquí es donde el técnico aplica los conocimientos obtenidos durante el transcurso de su carrera para llevarlos a la práctica, por otra parte la selección del sistema adecuado requiere también de ciertos conocimientos para obtener una eficiencia de más del 85%. Corresponde a los especialistas en riego promover la utilización de estos sistemas presurizados con los productores a fin de eficientar el uso del agua, incrementar su productividad, invitarlos a utilizar los apoyos que proporciona el gobierno, tales como ; Alianza para el Campo, dentro de este programa está considerado la Ferti-irrigación, Lechería, Maquinaria Agrícola, Mantenimiento de praderas y otros, así como conocer los requisitos que se requieren para elaborar estos proyectos. De aquí nace mi inquietud para presentar mi trabajo de tesis.

El nogal pecanero (*carya illinoensis*) es originario del suroeste de los Estados Unidos y del Norte de México; De acuerdo a las estadísticas en 1978 México figura como segundo productor de nuez a nivel mundial, introduciéndose en la república mexicana en los Estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sonora y Tamaulipas; así mismo cabe mencionar que a nivel nacional el Estado de Coahuila figura como primer lugar obteniendo la máxima producción de nuez, principalmente en los municipios de: Zaragoza, Allende, Saltillo, Buenaventura y Parras, tanto con variedades mejoradas como criollas, en donde este cultivo representa una de las fuentes mas importantes en la generación de ingresos económicos, así como una fuente de trabajo para los agricultores, además se comprueba que es una alternativa importante como cultivo, ya que en la actualidad se tiene un auge bastante notable en comparación con otros frutales, principalmente en el norte del país.

El Nogal Pecanero (*Carya illinoensis*), es una especie frutal que ha creado gran importancia. Hasta hace algunos años, su cultivo era esporádico, pero su doble interés, frutal y forestal ha hecho que en la actualidad que esta especie sea adoptada en varias regiones de nuestro país.

La nuez ha probado a través del tiempo ser un cultivo de grandes beneficios para el hombre, ya que ofrece al productor las mas grandes perspectivas económicas dentro de las actividades frutícolas. No solo por las altas producciones que es posible obtener 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 por sus múltiples usos que son a la vez algunas de las grandes ventajas que han permitido el establecimiento de grandes huertos de esta especie en nuestro país.

Pero, sus necesidades de agua, desde el punto de vista climático, en las zonas donde este frutal se cultiva no tienen las precipitaciones necesarias para proporcionar la cantidad de agua que requiere para el desarrollo del cultivo. Por lo que el riego, es uno de los factores más importantes en una plantación de nogal, ya que tiene influencias sobre los demás factores que controlan el crecimiento y producción del cultivo.

Otros factores que limitan la producción agrícola, es la mala operación y distribución del agua de riego en la parcela, lo que trae como consecuencia que los cultivos no tengan un medio apropiado para su desarrollo:

Por todo lo anterior se plantean los siguientes objetivos :

### **OBJETIVO GENERAL.**

a). Reducir los costos el consumo de energía eléctrica mediante el incremento de la eficiencia en el uso del agua.

b). Estimular el crecimiento y la productividad de los nogales con la aplicación del agua a través de este tipo de sistema de riego.

c). Reducir la mano de obra en la aplicación del riego.

d). Incremento de los rendimientos debido a la aplicación eficiente del agua y facilita la posibilidad de fertilizar a través del sistema.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

a). Implementar una metodología de cálculo lo mas completo posible, para elaborar un proyecto, diseño del sistema, instalación del equipo, con la aplicación de los conocimientos adquiridos en la especialidad.

b). Aumentar la producción con los mínimos costos, al utilizar el sistema de riego propuesto el cual es, Micro-aspersión en nogales.

### **REVISION DE LITERATURA.**

Hace miles de años, antes del descubrimiento de América, ciertas tribus de indios Norteamericanos eran los únicos que realizaban la explotación del nogal dentro de sus comunidades, nadie en otra parte del mundo había visto este tipo de nuez, por lo que en años posteriores se le asigno el nombre de nuez pecanera, donde pecan viene del lenguaje de los indios algoquin derivado del origen "Parkan" que se refiere a nueces duras de su corteza.

### **CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.**

Reino.....Vegetal  
División.....Spermatophitas.  
Clase.....Dicotiledoneas.  
Tipo.....Angiospermas.  
Familia.....Jungladaceas.  
Genero.....Juglans, Carya.  
Especie.....Regia, cordiformis, illinoensis, lacinosa, ovalis,

glabra.

## DESCRIPCION BOTANICA.

### *Plantación :*

El transplante del nogal a su lugar de plantación definitivo debe realizarse desde el mes de junio y continuando hasta septiembre, desde luego es conveniente iniciar los preparativos a tiempo, es decir en Abril. En los huertos comerciales, los nogales suelen plantarse a 15 m. distantes unos de otros, en todos los sentidos, en suelos sumamente fértiles se recomienda de 18 a 20m. Las escabaciones para realizar la plantación habrán de tener, por lo menos 0.80m. de diámetro y 0.90m de profundidad, es necesario córtar la raíz pivotante a unos 0.40m. y recórtese todas las raíces laterales que estén rotas, antes de la plantación.

En el rancho de San Simón Mpio de Ramos Arizpe Estado de Coahuila, cuenta con un huerto de nogales con una superficie de 17 Hectáreas, y se encuentran las siguientes variedades : Western y Wichita.

*Varietad Western.* Esta variedad proviene de un árbol que crece con vigor desde que prende el injerto ; se adapta muy bien a climas secos y áridos, la nuez se caracteriza por ser alargada de forma característica, aplastada en el ápice, tiene cascara delgada y llena adecuadamente, es una almendra de buena calidad, el descascare de esta nuez se dificulta a veces debido a una ranura que evita el despegue completo de la almendra, el efecto se acentúa dan más en áreas donde la falta de tiempo de crecimiento requiere un período vegetativo largo, especialmente en lugares donde los riegos no son regulares.

*Varietad Wichita.* Esta variedad es el producto que resulta de la cruce controlada entre las variedades Halbert y Mahan ; es un árbol de crecimiento rápido, de forma erecta, es considerada de tipo medio en cuanto a sus demás características, suelta el polen por las tardes por lo que requiere de polinizadores, una buena característica es la de ser

tardía para brotar aunque es considerado precoz en la producción, la nuez es de tamaño medio a grande con una cascara delgada y una almendra de buena calidad y color.

#### *Raíz :*

Es un fruto de raíz pivotante que durante el primero y el segundo año de desarrollo crece en forma vertical mas del doble de su follaje, pero del tercer año en adelante crece en forma fibrosa y se extiende en un radio que se ensancha horizontalmente hasta abarcar un área semejante o mayor a la que alcanza la copa del árbol.

#### *Tronco y Ramas :*

La raíz se comunica con el follaje por medio del tronco, las ramas constituyen el esqueleto del árbol y la base de las hojas, la raíz y el follaje son los órganos de nutrición, así mismo el tronco y las ramas son los órganos de sostén. El crecimiento anual que tienen las ramas y el tronco pueden servir como una guía para programar o preparar su fertilización.

#### *Follaje :*

En todo Nogal maduro, el follaje es espeso con copa semirredonda, hojas caedizas, compuestas emparipinadas, con cinco a diecinueve foliolos (hojillas) grandes, ovaladas, lanceoladas y dentadas, que al tallarlas despiden un olor característico. El follaje de los nogales nativos comparados con los de injerto es una característica útil para diferenciarlos hasta antes de los cinco o seis años de edad.

#### *Flores :*

Estas son muy pequeñas, apetaladas, monoicas y se encuentran agrupadas en amentos o zarcillos cilíndricos colgantes. Las flores femeninas crecen en inflorecencias en forma de espiga en un número de dos a ocho pegadas a un pedúnculo corto ; son de color verde claro y los pistilos tienen forma de mota amarilla en la punta cuando ya están maduros.

### *Frutos y Semillas :*

El fruto es una drupa en forma ovoide u oblungada compuesta por cuatro valvas, llamadas rueznos, son verdes carnosas, de sabor amargo, que al madurar se vuelven de color café o negro y se parten a lo largo dejando el fruto libre (dehisencia).

La semilla presenta dos cotiledones (almendra o parte comestible), con un alto contenido de aceite el cual es protegido por la cascara que dependiendo de la variedad es el grosor.

### *Propagación :*

El nogal se reproduce por semilla, y se propaga por injerto, es necesario recurrir a la semilla para obtener las plantas, que sirvan de portainjertos y patrón, también se emplean para obtener nuevas variedades. El patrón que se elige, debe ser silvestre, cuya rusticidad significa una gran ventaja para ser empleados como patrones, adaptados al medio, y resistentes a enfermedades, los mejores patrones recomendados son el Royal Rootstock y el Juglans Hindsii, Sarg, que se encuentren en buenas condiciones, el injerto más usado en los viveros es el de parches.

### *Cosecha :*

La maduración de las nueces se reconoce cuando se observa que el cocon se abre espontáneamente y cae. La cosecha se hace comúnmente golpeando las ramas por medio de cañas los cuales hacen caer las nueces ; en este caso es necesario recurrir cuando los árboles no están expuestos a todo el viento. Posteriormente se seleccionan de acuerdo al tamaño, eliminando las enfermas, se limpian bien y se ponen a secar. Una vez realizado lo anterior las nueces son almacenados en un área ventilada, colocandolas en capas bajas aproximadamente de 10 cm, estas son removidas de vez en cuando para que se conserven hasta seis meses. La producción potencial del nogal en optimas condiciones son de acuerdo a la edad.

Edad árboles (años)	Prod/árbol (Kg)
14	31.2

13	27.2
12	23.1
11	19.5

## FACTORES CAUSANTES DE LA PÉRDIDA DE COSECHAS.

Falta de polinización y fertilización.

Barrenador de la nuez (*Acrobasis Nuxvorella*)

Daño mecánico (poda, mal manejo, granizo)

Barrenador del ruezno (*Laspeyresia Caryana*)

Aborto del embrión

Anillador de ramitas (*Oncideres Cingulata*)

## EL RIEGO A PRESION.

En este método el agua comúnmente es aplicada en forma de lluvia o en forma de pequeñas gotas, es decir el caudal es fraccionado en pequeñas cantidades de agua que penetran en el suelo al mismo tiempo en que se aplican de forma continua, o con intervalos de dos, tres o mas días.

## *RIEGO POR MICRO-ASPERSIÓN.*

Slomo Armoni en el año de 1985. Señala que el empleo del riego por microaspersión representa el 25% del riego por aspersión en las plantaciones de árboles frutales, que tienen sistema de riego subfoliar.

Este sistema consiste en la instalación fija, de una tubería de polietileno que va instalado a lo largo de las hileras de los árboles, con un mini-aspersor colocado entre dos árboles o bien uno por árbol dependiendo del gasto del emisor, esto dependera del radio de copa del árbol, o de las necesidades de agua del cultivo. El adecuado desarrollo del sistema permitio resolver una gran diversidad de problemas, ya que para alcanzar su máxima eficiencia de instalación, mano de obra y operación, transcurrieron tres etapas, de estas la tercera anteriormente citada, fue la que mejores resultados obtuvo,

para la solución de nuevos problemas que se puedan presentar se esta realizando en la actualidad el desarrollo de una nueva variante en la instalación de riegos fijos, basada en la familia de los micro - emisores a las cuales definiremos brevemente.

Micro - Jet. Este tipo de micro - aspersor se caracteriza por contar con un deflector fijo y su diámetro de cobertura reducido, pero sin embargo difiere del “micro - nebulizador” en dos aspectos :

- a). Cuando resulta innecesario producir neblina es posible reducir la presión, instalando reguladores de flujo fijo a anti - mist.
- b). Existen deflectores de varios tipos con los cuales es posible crear el marco de distribución deseado.

Micro - nebulizador. Este tipo produce una niebla fina a través de un deflector plano y boquilla de diámetro reducido.

Micro-aspersor. Este tipo de microaspersor posee un deflector giratorio, denominado rotor, en lugar del deflector estático. Esto presenta un cambio radical respecto al “micro-Jet” ya que presenta las siguientes características : mayor diámetro de cobertura, menor tasa de precipitación, mayor tamaño de gota, mejor distribución del agua, sobre todo en lo que se refiere a la uniformidad de distribución.

#### VENTAJAS QUE PRESENTA EL SISTEMA DE RIEGO POR MICRO-ASPERSIÓN.

- Un costo reducido con respecto a la conversión de un tipo a otro.
- Posibilidad de variar el diámetro de cobertura y, por lo tanto, la superficie bajo riego.
- La posibilidad de variar la tasa de precipitación.
- La posibilidad de controlar el tamaño de la gota.

#### DESVENTAJAS.

- Costo de instalación elevados por la inversión inicial.
- Mala distribución del agua por el efecto del viento.
- En el caso del micro-nebulizador se requiere una presión relativamente elevada y no es posible emplear reguladores de flujo ya que no permite cambiarlo por un micro-Jet o un micro-aspersor.
- Por su construcción frágil e instalación sencilla los micro-emisores están expuestos al vandalismo.

### ADAPTACIÓN.

Debido a la compatibilidad que existe entre la familia de los micro - emisores, este sistema se adapta prácticamente a todas las condiciones que pueden presentarse en plantaciones de frutales e incluso en otros cultivos, así mismo se adapta bien o cuando el riego se efectúa en intervalos de 3 días dependiendo del tipo de suelo y/o clima, y también en viveros de hortalizas.

### PRINCIPALES FABRICANTES DE MICRO - ASPERSORES.

Las principales marcas son :

- Rain Bird
- Hardie
- Plastro
- Microjet
- Maxijet

### ***RIEGO POR ASPERSION.***

El riego por aspersión puede ser definido como la aplicación artificial de agua a los cultivos en forma similar a la lluvia que se presenta por el impacto del agua al salir a presión a través de las boquillas de los aspersores y entrar en contacto con el aire, la cantidad de agua aplicada debe ser menor que la velocidad de infiltración del suelo para evitar problemas de encharcamiento, escurrimiento, y erosión. Este tipo de riego se caracteriza por ser el agua bombeada desde la fuente de abastecimiento a través de una serie de tuberías a presión hasta el área de cultivo logrando en gran medida eliminar las acequias y canales que por lo general presentan pérdidas por conducción considerables que llegan a ser significativas.

Generalmente la presión se obtiene por medio del equipo de bombeo, aunque esta puede lograrse por gravedad, si la fuente de abastecimiento del agua, esta lo suficiente elevada con relación al área regada. Los sistemas de riego por aspersión son clasificados en permanentes, semipermanentes y portátiles, de acuerdo al tipo de movimiento que presente el equipo o parte de sus componentes.

#### VENTAJAS.

- Alta eficiencia de aplicación en relación al de superficie.
- No se requiere la nivelación de tierras.
- Se aprovechan gastos pequeños.
- Bajo costo de mano de obra.
- Se emplean en cualquier tipo de suelo.
- Permite la aplicación de parasiticidas y fertilizantes en el agua.
- No se requiere de experiencia para operar el sistema.

- Se pueden regar tierras con poca permeabilidad, o muy arenosa.
- Se puede utilizar para la protección de heladas.

#### DESVENTAJAS.

- Costos elevados en la inversión inicial para la instalación.
- Costos elevados para los equipos móviles.
- Mala distribución del agua por el efecto del viento.
- Requiere de un uso excesivo de energía.
- Afecta a ciertos cultivos cuando están en floración o maduración debido al impacto de las gotas.
- Puede provocar la incidencia de enfermedades foliares.

#### ADAPTACIÓN.

Este sistema se emplea en una gran diversidad de cultivos tales como, cereales, hortalizas y frutales, así mismo se adapta a todo tipo de suelos siendo ideal para suelos de velocidad de infiltración alta, sin embargo se puede utilizar desde los suelos poco profundos hasta los de alta erosión. Se utiliza para cualquier tipo de topografía especialmente para pendientes fuertes e irregulares. Se instala en buenas condiciones, cuando la fuente de agua es propiedad del agricultor, aprovechando así tanto gastos grandes como los pequeños.

#### PRINCIPALES FABRICANTES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.

Se enlistan los principales fabricantes :

- Rain Bird

- Nelson
- West ag
- Buckner
- Royal Coach
- Senninger, etc.

Actualmente el mercado mundial esta siendo cubierto en un 80% por las dos primeras compañías, ya que son las más eficientes por su alta uniformidad, versatilidad, servicio, y duración.

### ***RIEGO POR GOTEO.***

El riego por goteo, es un sistema donde el agua se aplica en forma filtrada y fertilizada dentro o sobre el suelo, la aplicación se realiza directamente a cada planta en forma individual. En árboles sembrados y en otros cultivos ampliamente espaciados, esto se efectúa utilizando líneas laterales que corren a lo largo de cada hilera de cultivo. Los emisores que son conectados a la línea lateral suministran las necesidades de agua a cada planta, este sistema esta formado por mangueras de pared delgada los cuales tienen orificios pequeños perforados por un rayo láser, espaciados a intervalos regulares; a este tipo de emisores se les llama comúnmente "emisores de manguera". El suministro del agua hacia los cultivos es de baja tensión y una alta frecuencia, debido a esto se pueden obtener altas eficiencias, esto viene a definir el rendimiento del cultivo por unidad de superficie. Bajo un manejo adecuado de este sistema, sólo muy pequeña cantidad de agua se pierde por percolación profunda, las malas yerbas consumen menos cantidad, y la evaporación desde la superficie del suelo también es baja.

### **VENTAJAS.**

- Evita la nivelación de tierras.

- Alta eficiencia de aplicación.
- Permite utilizar suelos arenosos.
- Ahorro de agua.
- Incremento de la producción, tanto en la cantidad como en la calidad de las cosechas, haciendo que los productores tengan mayor aceptación entre los consumidores y naturalmente, mucho mas valor económico, que los permite poder participar ventajosamente en el mercado extranjero.
- Acelera la época de producción (maduración), tanto en cultivos anuales como en frutales, logrando llegar al mercado en la época de mejores precios.
- Esta formado por un equipo que permite alcanzar la automatización, lo cual propicia un gran ahorro de mano de obra.
- No entorpece las labores del cultivo, el control de plagas o de enfermedades, ni de cosechas, por lo que estas pueden realizarse en el momento más oportuno posible.
- Permite utilizar aguas con alto contenido da sales solubles, dadas las condiciones de alta tensión a la que se encuentra retenida el agua en el suelo, lo cual permite incrementar considerablemente el potencial hídrico de cualquier región.
- Hay menor incidencia de malas hierbas especialmente en lugares de climas con pocas lluvias.
- Minimiza la formación de costras en la superficie del suelo.
- Permite utilizar gastos pequeños.
- Mejora la penetración de las raíces.

- Uso óptimo y ahorro de fertilizantes.
- Puede operar en suelos con muy baja tasa de infiltración.

#### DESVENTAJAS.

- Implica fuerte inversión inicial.
- se requiere personal capacitado para manejar el sistema.
- No se utiliza en cultivos sembrados al voleo.
- Dificulta el uso de maquinaria por sus líneas.
- Es necesario disponer de tuberías, goteros y piezas especiales que sean suficientemente resistentes tanto a las altas presiones con que habrán de trabajar como a los severos problemas causados por el intemperismo a que estarán sometidos, tomando en cuenta que su mayor aplicación esta en las zonas áridas y que las líneas regantes del sistema se colocan superficialmente.
- Dentro de cada proyecto debe prever la instalación de dispositivos de filtración para evitar el paso de partículas que puedan obstruir la salida del agua en los goteros.
- Los materiales fertilizantes que se apliquen en el agua de riego deberán ser altamente solubles con el fin de impedir incrustaciones en tubería y goteros.
- Hay posibilidades de mayor incidencia de enfermedades y plagas, por el alto contenido de humedad en el suelo y en las plantas.
- Alta especialización y habilidad para el diseño, instalación y mantenimiento.

- Daños susceptibles a insectos y roedores, en relación a la tubería de plástico.

## ADAPTACIÓN.

Este sistema es utilizado en la mayoría de los cultivos, y en muy pocas excepciones se adapta al arroz y el tabaco, aunque considerando el aspecto económico actualmente esta restringido a cultivos de alta remuneración económica como hortalizas y frutales ; es decir, en cultivos anuales como el trigo, linaza sorgo, cártamo, y otras. Así mismo se puede usar en suelos de cualquier tipo de textura, siendo más adecuados para suelos con tasas de infiltración baja, se adopta a cualquier topografía y en cualquier condición climática.

## PRINCIPALES FABRICANTES.

Dado la gran aceptación por parte del productor, muchas compañías se han dedicado a su fabricación, siendo las más serias en el mercado por su alta calidad y mas eficientes : T-Tape, Roberts, Chapin, Hardie, Raintape, Drip Tape, y otras.

La compañía de mayor participación a nivel mundial es la T-Tape dado su gran versatilidad ya que tiene el mayor rango de espesores, de espaciamientos y de gastos.

## MATERIALES Y METODOS.

1. El presente trabajo se realizó en el Rancho de San Simon del municipio de Ramos Arizpe Coah, durante el año de 1997; para realizarlo se estableció la siguiente metodología de diseño, primeramente fue necesario citar los factores más importantes que influyen en la elaboración del proyecto, así mismo se menciona brevemente las principales características técnicas, de operación y costos.

Este trabajo fue elaborado por la inquietud que siempre existe, para encontrar una guía sencilla y práctica de ordenar, procesar,

aprovechar la enorme cantidad de información que se adquiere durante los estudios realizados en la Universidad.

El procedimiento que se presenta fue la razón que motivó a efectuar su elaboración para tratar de ofrecer un trabajo valido que permita simplificar las acciones de un profesionista en irrigación, así esto facilita la aplicación de los conocimientos adquiridos en las diferentes áreas de dominio, ya que en la elaboración de este tipo de proyectos se requieren de ciertos conocimientos básicos, esto servirá también como una ayuda a los ingenieros que se desarrollen en este medio, o algunas empresas que nos permitan ayudarnos a ser cada día mejores tanto teóricamente como para la práctica, y nos permita poder resolver algunos problemas de los productores.

## **I. REQUISITOS DEL PROYECTO DE ALIANZA PARA EL CAMPO.**

PROGRAMA ALIANZA PARA EL CAMPO 1997

COMPONENTES DE LA FERTI - IRRIGACIÓN

TRABAJO EFECTUADO EN RANCHO: SAN SIMON.

MUNICIPIO DE: RAMOS ARIZPE.

ESTADO DE COAHUILA.

PROPIETARIO: LIC. RICARDO VILLARREAL ZAMBRANO.  
PROYECTO: INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR  
MICROASPERSIÓN.

PROVEEDOR:

REPRESENTANTE LEGAL: ING.

FECHA: NOVIEMBRE DE 1997.

**CONTENIDO**

## **1.- DOCUMENTACIÓN LEGAL.**

### **1.1.- PRODUCTOR.**

a.- SOLICITUD.

b.- CARTA COMPROMISO.

c.- CONSTANCIA DE ACREDITACIÓN.

d.- COPIA DE ESCRITURAS DEL PREDIO.

e.- CONTRATO DE ASOCIACIÓN EN PARTICIPACIÓN (EN SU CASO).

f.- COPIA DEL ACTA CONSTITUTIVA DE SOCIEDAD DE PRODUCCIÓN RURAL.

g.- CARTA PODER (EN SU CASO).

h.- REGISTRO DEL POZO ANTE LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA.

### **1.2 PROVEEDOR.**

a.- PRESUPUESTO DESGLOSADO.

b.- AVISO DE TERMINACIÓN .

c.- COPIA DE FACTURA CERTIFICADA.

d.- GARANTÍA POR ESCRITO.

### **1.3 FIRCO.**

a.- DICTAMEN TÉCNICO.

b.- OFICIO DE AUTORIZACIÓN OMITIDO POR EL (FOFAEC).

c.- ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN.

## **2.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.**

### **2.1.- DATOS GENERALES.**

- a.- NOMBRE DEL PROYECTO.
- b.- PROPIETARIO Y/O REPRESENTANTE.
- c.- LOCALIDAD.
- d.- MUNICIPIO.
- e.- ESTADO.

### **2.2.- CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DEL PROYECTO.**

- a.- CLIMA.
- b.- CARACTERISTICAS DEL SITIO DE ESTABLECIMIENTO.
  - b.1. TIPO DE SUELO.
  - b.2. DESCRIPCION DE HORIZONTES.
  - b.3. CALIDAD DEL AGUA.
- c.- SUPERFICIE.
- d.- LOCALIZACIÓN.

### **2.3.- SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO.**

- a.- SISTEMA DE RIEGO.
- b.- SISTEMA PRODUCTIVO.
- c.- PROBLEMÁTICA.
  - c.1.- ANTECEDENTES DE LA HUERTA.
- a.- INVENTARIO DE RECURSOS DISPONIBLES.
- b.- PREPARACIÓN DEL TERRENO.
- c.- CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.

## **3.- PROYECTO EJECUTIVO.**

### **3.1.- DESCRIPCIÓN ESPECIFICA DEL PROYECTO.**

### **3.2.- DISEÑO AGRONÓMICO.**

- a.- USO CONSULTIVO.
- b.- CUADRO DE DEMANDAS HÍDRICAS.

### **3.3.- DISEÑO HIDRÁULICO.**

- a.- EL DISEÑO POR MICROASPERSIÓN.
- b.- CÁLCULO DE PÉRDIDA POR FRICCIÓN Y LOCALES.
- c.- CÁLCULO Y REVISIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO.

### **3.4.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.**

- a.- PLANOS DEL PROYECTO.
- b.- SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MATERIALES.
- c.- CONSTRUCCIÓN.

### **3.5.- COSTOS Y FINANCIAMIENTO.**

- a.- COTIZACIÓN DE LA OBRA.
- b.- ESQUEMA DE PARTICIPACIÓN ALIANZA-PRODUCTOR.

## **4.- IMPACTOS.**

### **4.1.- PRODUCTIVOS.**

### **4.2 .- GENERACIÓN DE EMPLEO.**

### **4.3.- ECONÓMICOS.**

## **5.- ANEXOS.**

- a.- PLAN DE CULTIVOS.
- b.- PATRÓN DE PRODUCTORES.

## **2.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SITIO DE PROYECTO.**

### **2.1.- DATOS GENERALES.**

a.- NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSIÓN.

b.- PROPIETARIO Y/O REP.: LIC. RICARDO VILLARREAL ZAMBRANO.

c.- LOCALIDAD : RANCHO SAN SIMON.

d.- MUNICIPIO: RAMOS ARIZPE.

e.- ESTADO: COAHUILA.

### **2.2.- CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE PROYECTO.**

#### **a.- CLIMA.**

Se realizó la determinación del clima del área de proyecto basándose en datos climatológicos tomados en estadísticas de la estación climatológica del ejido Reata del Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por E. García el clima es muy seco o desértico, con lluvias marcadas en verano y las temperaturas medias oscilan entre los 21.4°C, estos datos fueron tomados de un promedio de los últimos 10 años y esta representado por el siguiente.

**BW hw''(e)**

Donde:

**BW** : Significa Muy seco o desértico, el limite con el clima Bs se establece por medio de fórmulas.

**h** : Clima semi-Calido con invierno fresco, Temperatura media anual entre 18 y 22 °C, la del mes mas frío fue de < 18°C del lugar donde se ubica el proyecto.

**W''** : Significa que el régimen de lluvias es la época de verano.

**e** : Extremoso, oscilación entre 7°C y 14 °C.

Clima semi-Calido, con fresco en invierno y extremoso, lluvias en verano y sequía corta en temporada de lluvias y con una precipitación invernal escasa.

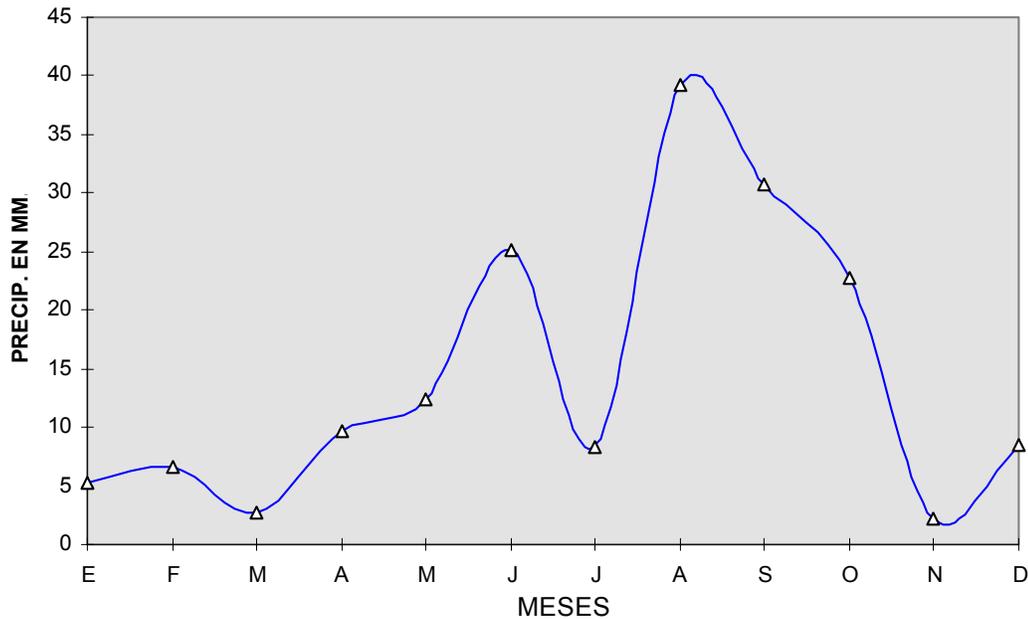
### **a.1.- PRECIPITACIÓN.**

Las precipitaciones son regulares durante todo el año teniendo las máximas precipitaciones en los meses de Junio - Septiembre presentandose más considerables el mes de Agosto-Septiembre, el valor promedio de la precipitación anual es de 173.50 mm. Durante los últimos 10 años, estos datos fueron recabados de la Comisión Nacional del Agua (CNA), y apoyados en cartas Detenales.

A continuación se presenta la tabla No. 1. Distribución de la precipitación pluvial tomada de datos estadísticos de la estación climatológica del ejido Reata, Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Precip. Mm.	5.3	6.6	2.8	9.6	12.4	25.1	8.3	39.2	30.8	22.7	2.2	8.5

### GRAFICA DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL



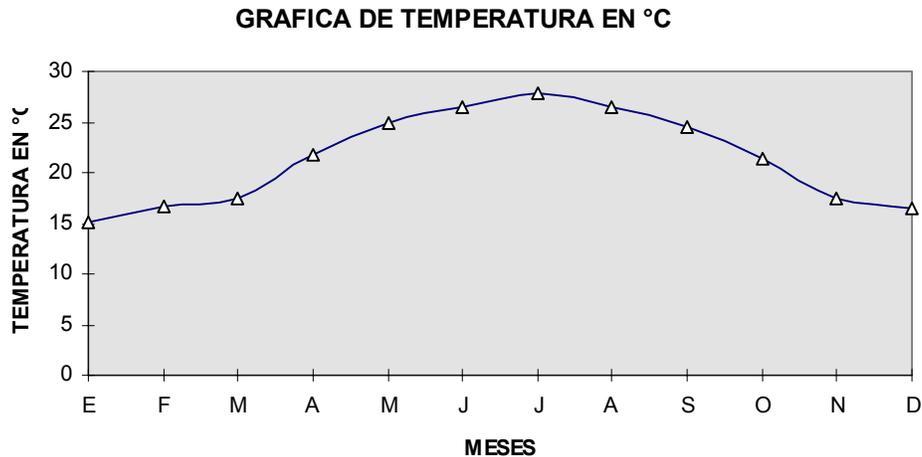
En esta gráfica se alcanza a observar que el mes de mayor precipitación pluvial es el de Agosto-Septiembre.

### a.2.- TEMPERATURA.

Las Temperaturas oscilan entre 15.10 y 27.90°C con una temperatura media anual tomando en consideración los datos climatológicos de 10 años, la media anual es de 21.4°C, estos datos fueron tomados a partir de 1987 a 1996.

La tabla No. 2 Presenta la distribución de la temperatura media anual tomada de datos estadísticos de la estación climatológica del ejido Reata Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila:

MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TEMP Em °C	15.1	16.7	17.5	21.7	25.0	26.5	27.9	26.5	24.6	21.3	17.5	16.5



En esta gráfica se puede observar que el mes que presenta una mayor temperatura es el mes de julio esto va en relación al uso consuntivo del lugar.

### **a.3.- HELADAS.**

El período de heladas se presenta durante los meses de Noviembre a Marzo aunque con mayor intensidad en los meses de Diciembre a Enero sin embargo a principios de Abril pueden presentarse heladas tardías.

### **a.4.- GRANIZO.**

Hay muy poca probabilidad de presencia de granizos y si llegan a existir es durante los meses de Abril y Mayo.

### **b.- CARACTERISTICAS DEL SITIO DE ESTABLECIMIENTO.**

Para determinar el tipo de suelo y la calidad del agua que será utilizada para el riego de la huerta de nogal, se realizó el análisis de las muestras de suelo y agua en el laboratorio de calidad de aguas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de Saltillo Coahuila, obteniéndose los siguientes resultados.

## b.1. TIPO DE SUELO.

ANALISIS FISICO - QUIMICO DEL SUELO.

MUESTREO POR : RAÚL MARTIN US TORRES.

LOCALIDAD : RANCHO SAN SIMON.

MUNICIPIO DE : RAMOS ARIZPE COAH.

FECHA DE MUESTREO : 15-MARZO-97.

**Tabla No. 3 ANALISIS DE SUELO.**

PRUEBAS REALIZADAS	RESULTADOS			
MUESTRA No.	No. 1	No. 1	No. 2	No. 2
PROFUNDIDAD	0-30cm	30-60cm	0-30cm	30-60cm
PH	8.10	8.26	8.33	8.17
C.E Milimohos/cm	4.75	4.10	6.02	5.19
% MATERIA ORGANICA	0.68	0.27	0.68	0.34
% NITRÓGENO TOTAL	0.034	0.013	0.034	0.017
POTASIO INTER. Kg/Ha	+ de 900	315	751.5	315.0
%DE CARBONATOS TOTALES.	24.30	19.70	17.20	18.20
% DE ARCILLA	18.0	18.0	30.0	32.0
% LIMO	35.6	33.6	35.6	29.6
% ARENA	46.4	48.4	34.4	38.4
TEXTURA	Migajón Arcilloso	"	"	"
D.A. Grs/cc	1.28	1.28	1.28	1.28
FOSFORO Kg/Ha	34.2	31.95	24.3	24.3

SUELO.- El suelo sirve como el sostén de las plantas durante su desarrollo así mismo actúa como un vaso de almacenamiento de la humedad disponible el cual habrá de constituirse como un sistema de conservación de riego, para todo ser viviente.

Por otra parte debe ser regable, es decir, capaz de producir rendimientos suficientemente elevados que permitan recuperar el costo de expansión, además del trabajo que implica en si y el mantenimiento. El agricultor debe ser capaz de obtener la máxima utilidad con el riego sin ocasionar el deterioro de los suelos.

Para planeación del riego es esencial hacer un reconocimiento, Agrológico, ya que esto es la base para determinar si los suelos son

regables, y así mismo sirve, además, para que el proyectista adapte el sistema más adecuado.

**PROFUNDIDAD DEL SUELO.-** La profundidad de los suelos es un punto muy importante que se debe tomar en cuenta para el riego, así como para el tipo de cultivo que se desea establecer, la profundidad en los suelos de riego es aquella en la cual una planta puede absorber la humedad disponible existente.

El suelo permite el desarrollo normal de la raíz y la penetración, proporciona el almacenamiento máximo del agua, las capas resistentes, tales como las rocas, capas muy compactas, tierras arenosas o altos niveles freáticos que afectan la calidad de humedad almacenada.

**TABLA No. 4 CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO.**

TEXTURA	Migajón Arcilloso.
PROFUNDIDAD	> 1.0 m
DRENAJE	De regular a Bueno
CAP. CAMPO	24.8 %
P.M.P	14.6 %
VEL. DE INF.	1.32 cm/h
DENSIDAD AP.	1.28 gr./cm <sup>3</sup>

## **b.2. DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES.**

De acuerdo a las observaciones realizadas en campo y en base a los resultados obtenidos de la muestra de suelo en el laboratorio, se determinó el tipo de Horizonte, a la que se le denominó Horizonte A

A continuación se describe el horizonte " A ".  
De 0-30 cm. de profundidad.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.-** El color del suelo que predomina en el horizonte A, señala que en seco el color es amarillo claro y en húmedo es amarillo oscuro, la presencia de manchas son mínimas de tamaños pequeños, por lo que quiere decir que tiene

0.68% de materia orgánica, su textura es Migajón-Arcilloso, con un 18% de arcilla, 35.65% de limo y 46.35% de arena, así mismo la estructura se presenta en forma migajosa del tamaño de 2-5 mm y de grado moderado, su consistencia en seco es blanda, presenta más porosidad regular, así mismo su permeabilidad es buena, el drenaje superficial es eficiente y la presencia de raíces son medianas de 2-5 mm, de distribución normal.

*CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.*- El PH es medianamente alcalino (8.3), su conductividad eléctrica varia de 3.28-6.02 Milimohos/cm; el Calcio Asimilable es mediano de 0.75 Kg/ha. El de Magnesio asimilable es mediano de 80-120 Kg/ha. El Potasio intercambiable es mas de 900 Kg/ha. El Fósforo aprovechable es de 17.1-34.2 Kg/ha. El Nitrógeno total es de 0.034-0.051% su contenido de materia orgánica es de 0.68-1.03%, el contenido de carbonatos totales es de 17.2-24.3% por su contenido de sales es regular.

A continuación se describe el Horizonte A.

de 30-60 cm. de Profundidad.

*CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.*- El color que predomina en este mismo horizonte en seco es de color amarillo claro, ya que el contenido de materia orgánica es mas bajo de 0.27 a 0.41% esta se debe, que a mayor profundidad, la materia orgánica va disminuyendo, la materia orgánica se encuentra concentrada aproximadamente hasta los 40-60 cm de profundidad, sin embargo su textura sigue siendo la misma, el horizonte de esta profundidad es el A, por otra parte su estructura es migajosa de 2-5 mm y columnar de tamaño 20 a 50 mm, su consistencia en seco es blanda, en el suelo húmedo es variable; la porosidad es buena, su permeabilidad es buena, su drenaje es eficiente, el contenido de raíces va disminuyendo a mayor profundidad, sobre todo en algunas partes del terreno, contiene aproximadamente un 32% de arcilla, un 33.6% de limo y un 34.4% de arena.

*CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.*- El PH sigue siendo el mismo el cual es medianamente alcalino (8.26), su conductividad eléctrica es de 4.10 Milimohos/cm ; el Calcio asimilable es regular, el Magnesio asimilable es bajo, el Potasio intercambiable es de 315 a 900 Kg/ha el cual sigue siendo bueno, el Fósforo aprovechable varía de 22.05 a 31.95 Kg/ha, el Nitrógeno total es de 0.013 a 0.020 ya que hasta esa profundidad este tipo de suelo todavía tiene un bajo contenido de materia orgánica; el contenido de carbonatos totales es de 18.2-21.7% ya que su contenido de sales es bajo a esta profundidad.

### **b.3. CALIDAD DEL AGUA.**

#### **ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA.**

El análisis químico del agua determina la calidad del agua, la calidad del agua es un factor importante para evaluar el suministro de agua que será utilizado en el riego, la calidad del agua de riego es importante realizarse para poder predecir el tipo de agua que deba emplearse para el riego. Generalmente, las impurezas disueltas determinan la calidad del agua, sin embargo las que se encuentran en suspensión pueden producir efectos importantes en ella, la calidad hace que el agua utilizable dependa de condiciones locales, como es el clima, suelos, los cultivos y la profundidad a la que será aplicada. El análisis se realizó en el laboratorio de calidad de aguas, del departamento de Riego y Drenaje, el cual arrojó los siguientes resultados:

ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA  
 LOCALIDAD : RANCHO SAN SIMON.  
 MUNICIPIO DE : RAMOS ARIZPE COAH.  
 FECHA DE MUESTREO : 15- MARZO-97.

**TABLA No. 5 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA.**

PRUEBAS REALIZADAS		RESULTADOS
PH		8.2
CE	Micromohos/cm	1420
Carbonatos	Meq/lto	1.2
HCO <sub>3</sub>	Meq/lto	4.0

CL <sup>-</sup>	Meq/lto	2.66
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Meq/lto	8.35
Ca <sup>++</sup>	Meq/lto	0.72
Mg <sup>++</sup>	Meq/lto	0.00
Na <sup>+</sup>	Meq/lto	5.20
K <sup>+</sup>	Meq/lto	0.00

## ANALISIS DEL AGUA UTILIZADA PARA RIEGO.

### CONTENIDO DE SALES SOLUBLES.

a).- CE = 1420 Micromohos/cm.

### SALINIDAD POTENCIAL (SP).

b).-  $SP = CL + \frac{1}{2}SO_4$

$$SP = 2.66 + \frac{1}{2}(8.35)$$

$$SP = 6.84 \text{ Me/lit.}$$

c) .- SALINIDAD EFECTIVA (SE).

Cationes	Aniones.
Ca = 0.72	CO <sub>3</sub> = 1.20
Mg = 0	HCO <sub>3</sub> = 4.0
Na = 5.20	CL = 2.66
K = 0	SO <sub>4</sub> = 8.35
$\Sigma = 5.92$	$\Sigma = 16.21$

Si  $(Ca + Mg) < (CO_3 + HCO_3)$ , Entonces :

$$Si (0.72) < (5.2)$$

$$SE = 16.21 - 0.72 = 15.49 \text{ Me/lit.}$$

### EFECTO PROBABLE DEL Na SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO.

a).- RELACIÓN DE ADSORCIÓN DE SODIO (RAS).

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} = \frac{5.2}{\sqrt{\frac{0.72 + 0}{2}}} = 8.67$$

RAS = 8.67

b).- CARBONATO DE SODIO RESIDUAL (CSR).

$$CSR = (CO_3 + HCO_3) - (Ca + Mg)$$
$$CRS = (5.2) - (0.72).$$

CRS = 4.48 Me/lit.

c) .- PORCIENTO DE SODIO POSIBLE (PSP).

$$PSP = Na/SE * 100$$
$$PSP = 5.2/15.49 * 100$$

PSP = 33.57 %

d).- PORCIENTO DE SODIO INTERCAMBIABLE (PSI).

$$PSI = \frac{(100(-0.0126 + 0.01475RAS))}{(1 + (-0.0126 + 0.01475RAS))} = 10.34$$

$$PSI = \frac{(100(-0.0126 + 0.01475 * 8.67))}{(1 + (-0.0126 + 0.01475 * 8.67))} = 10.34$$

PSI = 10.34

### ***ANALISIS DEL AGUA USADA EN EL RIEGO.***

a).- CE = 1420 Micromohos/cm.  
El agua es alta en sales.

SALINIDAD POTENCIAL (SP).

SP = 6.84 Me/lit. El agua es condicionada.

c) .- SALINIDAD EFECTIVA (SE).

$$SE = 16.21 - 0.72 = 15.49 \text{ Me/lit.}$$

La calidad del agua es condicionada.

*EFFECTO PROBABLE DEL Na SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO.*

a).- RELACIÓN DE ADSORCIÓN DE SODIO (RAS).

RAS = 8.67 El agua tiene un nivel bajo de sodio, eso quiere decir que si se acepta el agua, osea que no existe peligro de sodificación.

b).- CARBONATO DE SODIO RESIDUAL (CSR).

$$CRS = 4.48 \text{ Me/lit.}$$

El agua es de mala calidad, es no recomendable para el riego ya que el CO<sub>3</sub> y HCO<sub>3</sub> quedan disponibles.

c) .- PORCIENTO DE SODIO POSIBLE (PSP).

$$PSP = 33.57 \%$$

Por lo tanto el Ca y Mg no se pueden desplazar porque 33.57% < 50% el agua es de buena calidad para riego.

d).- PORCIENTO DE SODIO INTERCAMBIABLE (PSI).

PSI = 10.34 Hasta el momento no existe peligro de sodificación porque se encuentra en un nivel bajo.

*3.- CONTENIDO DE ELEMENTOS TOXICOS PARA LAS PLANTAS.*

De acuerdo al análisis realizado el CL = 2.66 Me/Lt. Por el contenido de cloro, el agua es condicionada, por lo tanto es aceptable ya que el nogal pecanero (*Carya illinoensis*) se encuentra dentro del rango de concentración permisible de cloruros. Esto nos señala que el cultivo del nogal tolera hasta este rango de cloros.

El Ion cloruro es tóxico especialmente en arboles frutales, sin embargo el nogal tiene una tolerancia de 7 a 25 Me/Lt. de cloro.

### *SUGERENCIAS.*

El agua que se analizó presenta un contenido de sales medio, así mismo el cloro se encuentra dentro de lo tolerable ; por lo tanto el agua es considerado como de calidad media. Por lo tanto se puede recomendar para cultivos que se encuentren dentro de cierto rango de tolerancia, como elemento tóxico del agua, es recomendable. Se recomienda que el agua puede ser aceptada para la producción de cultivos, una forma de mejorar la calidad del agua es aplicando mejoradores químicos u orgánicos, esto depende de las condiciones con que se cuenta en dicha región donde se elaboro el análisis del agua, otra alternativa es efectuando la rotación de cultivos; para nuestro caso es un árbol frutal ya establecido que tolera sobre todo los elementos mas dañinos o los mas tóxicos, esto quiere decir que el agua es buena dentro de los limites de tolerancias para la producción del nogal, esto significa que no se tienen problemas para regar con este tipo de agua.

### **c.- SUPERFICIE**

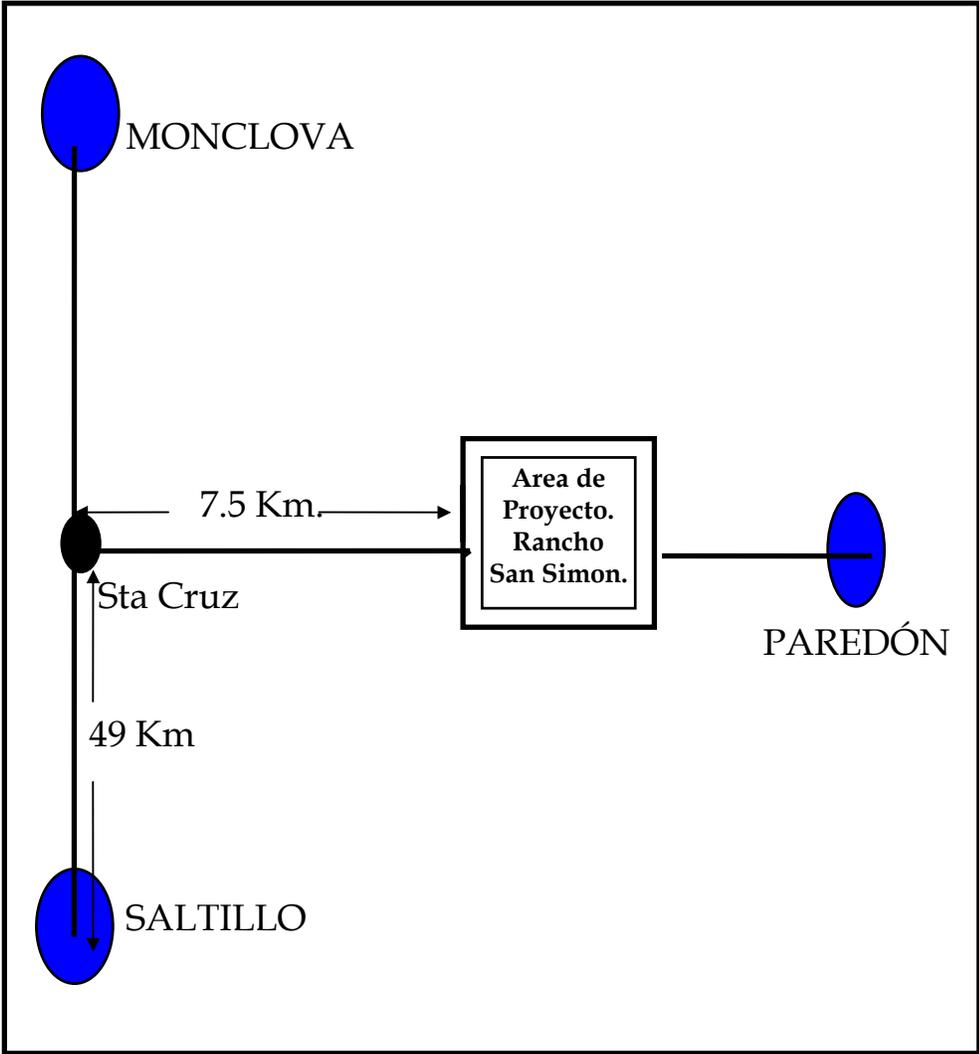
La Superficie que se pretende establecer para este proyecto son 17.00 hectáreas, comprendidos dentro del programa de ferti-irrigación; el sistema de riego que se instalara es de micro-aspersión. En la actualidad están utilizando el riego por gravedad en las 17 has de Nogales (*Carya illinoensis*); así mismo el Rancho cuenta con una superficie total de 56-33-21.64 hectáreas.

### **d.- LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA DEL TERRENO.**

El rancho de San Simon Mpio de Ramos Arizpe, se encuentra localizado, a la latitud y longitud que menciona en la parte baja, partiendo de la ciudad de Saltillo, para llegar a el se toma la carretera número 57 en el tramo Saltillo-Monclova hasta el Km 49 aproximadamente, llegando al poblado de Santa Cruz se parte hacia la derecha a 7 1/2 Km se encuentra el sitio donde se establecerá el proyecto. Este se encuentra situado en las siguientes coordenadas Geográficas:

LATITUD: 25° 47' 00" N  
LONGITUD 101° 04' W  
A.S.N.M. 412 m.

**CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DEL ÁREA PROYECTO.**



## **2.3. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO.**

### **a.- SISTEMA DE RIEGO.**

El sistema de riego que se encontraba operando de acuerdo a la forma tradicional como es el riego por gravedad, el cultivo que se está trabajando hasta el momento son frutales de nogales en toda su superficie, sin embargo fue tecnificado con apoyo del programa de alianza para el campo. Esto fue necesario con la finalidad de incrementar el crecimiento así como incrementar la producción de los mismos con la implementación del nuevo sistema de riego.

### **b.- SISTEMA PRODUCTIVO.**

El cultivo que se explota hasta el momento es de Nogal (*Carya illinoensis*) de aprox. 4 años de edad con un radio de copa de 1.5m, este se trabaja con el riego por gravedad como ya se hizo mención anteriormente, la superficie que se esta operando actualmente es de 17 Has.; El rendimiento unitario, no ha sido evaluado hasta el momento, ya que son arboles que todavía se encuentran en crecimiento.

### **c.- PROBLEMÁTICA.**

Uno de los factores mas importantes que la limitan la producción es la eficiencia del sistema de riego con que actualmente se está trabajando, el cual ocasiona grandes desperdicios de agua, ya que la eficiencia de conducción y aplicación son mucho muy bajas, se tiene un excesivo consumo de energía eléctrica, altos costos de producción, bajo ingreso del productor, lo que provoca que sea casi incosteable el dedicarse a la producción agrícola.

Por esta razón se propone implementar el sistema de riego presurizado para hacer un mejor uso más eficiente del agua

incrementando su utilización, así como su aprovechamiento, con una mejor eficiencia de esta forma se pretende incrementar la producción con el afán de obtener mejores beneficios.

### C.1. ANTECEDENTES DE LA HUERTA.

EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA.- La gran importancia que se presenta en el ahorro del agua en las áreas bajo riego se debe básicamente a que desde la fuente de abastecimiento hasta el punto de aplicación del agua, ocurren una serie de pérdidas ocasionadas principalmente por la mala distribución, evaporación, infiltración y escurrimiento.

La eficiencia del uso del agua es considerado como un sinónimo de un buen o mal uso del agua ; técnicamente es definido como el porcentaje total del agua aplicada a un área dada, la cual esta disponible dentro de la zona radicular para satisfacer el uso consuntivo del cultivo.

#### a.- INVENTARIO DE RECURSOS DISPONIBLES.

LISTA DE MATERIALES.		
	U	DESCRIPCIÓN.
600	M	TUBO DE PVC DE 6" DIAM.
862	M	MANGUERA DE 2" DIAM.
11,525	M	DE 20 MM Y DE 16 MM.
6400	M	APROX. DE 20 MM
5135	M	APROX. DE 16 MM
50	PZA	INICIALES DE ¾" CON GAMA DE PLASTICO.
30	PZA	TE DE 16 MM DE INSERCIÓN.
30	PZA	TE DE 20 MM DE INSERCIÓN.
18	PZA	COPLÉS DE 2"
15	PZA	ADAPTADORES DE 2"
5	PZA	ADAPTADORES DE 4" A 2" DE ALUMINIO.
50	PZA	INICIALES DE FIERRO DE 20 MM.

#### b.- PREPARACIÓN DEL TERRENO.

Las labores mas comunes que se realizan en el predio son : Barbecho, rastreo y nivelación, de estas actividades solo el rastreo se efectúa constantemente y en algunas ocasiones muy esporádicas la nivelación.

El rastreo se lleva acabo en el mes de junio para eliminar las malas hierbas, el deshierbe se realiza con desbaradora a manera que permita mantener limpio el terreno, otra de las razones con el fin de que la planta aproveche mejor la humedad y evitar con esta que las plagas permanezcan en el lugar, y sean hospederas pudiendo ocasionar enfermedades a los árboles de nogal.

### **c.- CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.**

La plaga que hasta el momento a estado atacando al cultivo es el gusano que a estado barrenando las hojas del nogal, este ha sido controlado con tesaprin, y con otros insecticidas mas que no se mencionan, con el afán de evitar que esto pase a ser enfermedad mas graves en el nogal, y provoque que este no pueda desarrollarse satisfactoriamente como se espera.

## **3. PROYECTO EJECUTIVO.**

### **3.1 DESCRIPCIÓN ESPECIFICA DEL PROYECTO.**

El Proyecto denominado Rancho San Simon del Municipio de Ramos Arizpe, tiene una superficie total de 56-33-21.64 Ha; de las cuales se pondrán bajo un sistema de riego por micro - aspersión de un total 17.00 Ha La tubería para conducción de dicho sistema serán utilizados tubos de pvc hidráulico de 6" de diámetro.

La fuente de abastecimiento de agua para este sistema será un pozo profundo equipado con una bomba vertical tipo turbina que cuenta con un motor de 75 H.P el cual que proporciona un gasto de 25 LPS.

Se partió de un pozo con una garza de descarga de 6" de diámetro, de esta se conecta a la misma línea de conducción con el mismo

diámetro de la tubería de PVC. ya existente. Las líneas principales se conectan a la de conducción y son de diferentes diámetros, tales como 4", 3", 2 1/2, 2" y 1 1/2, y a estas se conectan las líneas regantes que son de 16mm y de 20 mm ; siguiendo el sentido del flujo se reduce a diferentes diámetros en diferentes longitudes como ya se hizo mención anteriormente así como se señala en el plano topográfico, también se indica en la lista de materiales. Hacia ambos lados se cuenta con árboles de nogal.

### **CARACTERÍSTICAS DEL POZO.**

POZO PROF.	PROF. (M)	NIVEL EST. (M)	NIV. DIN. (M)	GASTO (LPS)	DIAM. ADEME (PULG).
1	200.00	100.00	118	25	14

### **EQUIPO DE BOMBEO INSTALADO.**

POZO PROF.	BOMBA	LONG. DE COLUM. (M)	POT. (HP)	DIAM. DESC. (PULG)	GASTO (LPS)	SUB. ELECT. (KVA)
1	SUMERG.	140.00	75	6	25	75

El gasto que se utilizo para abastecer el sistema de riego propuesto es de 25 LPS mismo que se extraerán del pozo ya descrito.

## **3.2 DISEÑO AGRONÓMICO.**

### **REQUERIMIENTOS DE AGUA.**

Aunque el nogal es un frutal que no requiere de grandes cantidades de agua para su desarrollo y producir satisfactoriamente sus necesidades varían de acuerdo a cada una de sus etapas fenológicas, así como la edad en que se encuentre. para una producción intensiva es necesario que el nogal no sufra de escases de agua durante la formación del fruto y engrosamiento del mismo, por el contrario cuando la cáscara está lignificada, es conveniente reducir la disponibilidad de agua sin llegar a un estado crítico ya que perjudicaría la maduración. Un desarrollo rápido y homogéneo del

árbol, así como su producción depende de una práctica correcta de riego. Las exigencias de agua del nogal son importantes, sin embargo puede decirse en forma general que aún este frutal no es posible satisfacer las necesidades de agua con las precipitaciones anuales ya que son muy bajas, ó sea que la pluviometría es insuficiente, por lo tanto habrá que recurrir al riego para conseguir un desarrollo normal de los árboles y una buena producción de nuez, ya que en los árboles frutales sin agua presentan dan oportunidad a los insectos y hongos para destruirlos, inclusive causarles hasta la muerte no importando la edad en que se encuentren.

#### **a.- USO CONSUNTIVO.**

##### **a.1.- Método Racional Modificado.**

El método racional conocido también como curva única de Hansen considera la distribución de K (evapotranspiración máxima entre evaporación), a través del ciclo fenológico del cultivo, la lámina evaporada en dicho mes y que haya sido medida con tanque evaporómetro tipo A, cuando no se tiene datos de evaporación como en este caso se obtienen buenas aproximaciones utilizando los datos de f (factor para el cálculo del uso consuntivo) calculados con el método de Blaney Criddle en lugar de la EV.

El Método modificado nos proporciona valores de evapotranspiración máxima para un determinado cultivo y se pueden utilizar para el cálculo de calendarios de riego, lo anterior se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla No. 6 Factores generales para el cálculo del uso consuntivo.**

MES	T °C	P	$f = ((T+17.80)/21.8)P$
ENERO	15.1	7.49	11.30
FEBRERO	16.7	7.12	11.30
MARZO	17.5	8.40	13.60
ABRIL	21.7	8.64	15.70
MAYO	25.0	9.38	18.42
JUNIO	26.5	9.30	18.90

JULIO	27.9	9.49	19.90
AGOSTO	26.5	9.10	18.50
SEPTIEMBRE	24.6	8.31	16.20
OCTUBRE	21.3	8.06	14.50
NOVIEMBRE	17.5	7.36	11.92
DICIEMBRE.	16.5	7.35	11.56
SUMA			181.80

$$ETP = 181.80 * 0.85$$

$$ETP = 154.53$$

Donde:

T = La temperatura del lugar donde se realizara el proyecto en °C.

P = Porciento de horas luz de acuerdo a la latitud del lugar

K = 0.85 Coeficiente global de evapotranspiración estacional para cultivos de zonas áridas y semiáridas.

El uso consuntivo utilizando el método racional modificado fueron tomando los datos de EV calculados con el método de Blaney Criddle.

Para calcular el factor de corrección de la evapotranspiración calculado por método de Blaney y Criddle entre la suma total de FK el cual se indica en el siguiente tabla No. 7:

### **EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO.**

Se puede observar que la diferencias de evapotranspiración entre las variedades distintas no es muy grande, variando mas bien en la precocidad de cada variedad siendo una mas tempranas y otras mas tardías.

La estimación de la evapotranspiración o el uso consuntivo del cultivo del nogal, se realizo mediante el método de Blaney y Criddle obteniendo los siguientes resultados :

### **CULTIVO DEL NOGAL PECANERO (*Carya illinoensis*).**

MESES	f (cm)	Km.	FKm (cm)	Et (JfKm)
FEBRERO	11.30	0.20	2.26	2.35
MARZO	13.60	0.51	6.94	7.22
ABRIL	15.70	0.72	11.30	11.75
MAYO	18.42	0.88	16.21	16.86
JUNIO	18.90	0.98	18.52	19.26
JULIO	19.90	1.00	19.90	20.70
AGOSTO	18.50	1.00	18.50	19.24
SEPTIEMBRE	16.20	0.93	15.10	15.70
OCTUBRE	14.50	0.83	12.04	12.52
SUMA	147.02		120.77	125.60

El Factor de ajuste se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ET = K * f$$

$$ET = 0.85 * 147.02 = 124.97$$

$$J = ET / fKm.$$

$$\text{Factor de ajuste} = J = 124.97 / 120.77 = 1.04$$

ET = Evapotranspiración en cm/mes.

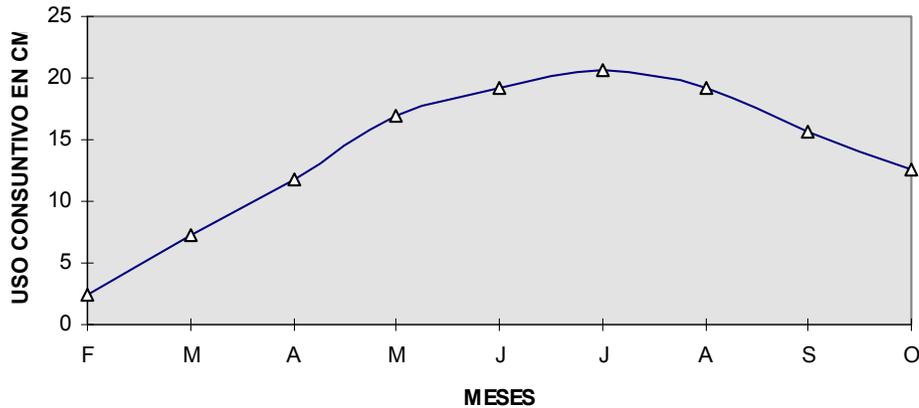
Et = Esta evapotranspiración es la corregida por el factor de ajuste y es la que se utiliza para todo el ciclo del cultivo.

**TABLA No. 7 USO CONSUNTIVO MENSUAL DEL NOGAL PECANRO (*Carya illinoensis*).**

MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOT.
Nogal CM.		2.35	7.22	11.75	16.86	19.26	20.70	19.24	15.70	12.52			125.70

Los valores promedios mensuales estimados de Et son adaptados al clima de la estación climatológica del ejido Reata Municipio de Ramos Arizpe Coah, para el cultivo del Nogal, para este caso se considerarán los meses de Febrero a Octubre , así mismo fueron calculados para cada mes con su factor de ajuste.

**GRAFICA DE USO CONSUNTIVO DEL NOGAL**



De acuerdo a los datos obtenidos la evapotranspiración pico se presenta en el mes de mayor demanda que para nuestro caso fue el mes de julio con 20.70 cm, como se puede observar en la gráfica. Por lo tanto la evapotranspiración en mm por día para nuestro caso se divide entre 31 días ya que son los días que tiene el mes se obtiene un valor de 6.70 mm/día esta se considero la evapotranspiración pico de mayor demanda.

### **a.2.- CÁLCULO DE LAMINAS DE RIEGO.**

El cultivo del Nogal, requiere de moderadas cantidades de agua y luz para lograr su óptimo crecimiento y una buena calidad de su producción, por otra parte permite mantener sus niveles de cosechas constantes durante cada año.

La humedad Aprovechable se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Ha = (C.C - PMP) * Da$$

Donde :

C.C = Capacidad de campo.(%).

PMP = Punto de Marchitamiento Permanente. (%)

Da = Densidad Aparente. (gr/cm<sup>3</sup>)

Datos:

C.C = 24.80%

PMP = 14.60%

Da = 1.28 gr/cm<sup>3</sup>

Ha = (0.2480 - 0.1460) \* 1.28

Ha = 130.56 mm.

Esto quiere decir que el tipo de suelo en este sitio retiene una humedad de 130.56 mm o 13.06 cm de lamina de agua en cada metro de profundidad del suelo. La humedad aprovechable se considera a el agua que puede utilizar el cultivo.

La lámina de riego para propósitos de cálculo se considero el resultado de multiplicar la Ha por un factor de abatimiento permisible f de la humedad aprovechable en el suelo y por su profundidad radicular efectiva del cultivo (zr), esto se verá con más detalle en el diseño hidráulico.

### **a.3.- DURACIÓN DEL CICLO VEGETATIVO.**

La duración de su ciclo vegetativo para el cultivo del fruto del nogal se considera como perenne por lo cual está produciendo año con año hasta llegar a una determinada edad.

### **b.- TABLA No. 8 DEMANDAS HÍDRICAS.**

CULTIVO	D (mm)	FREC. RIEGO. (DÍAS)	VOL.DEM/AÑO/HA (M3)	VOL.DEM/SUP/H AS/AÑO. (M3)
NOGAL	17.40	3	15,660	266,220

MESES	VOLUMENES MENSUALES DE DEMANDA (M <sup>3</sup> /Ha)	HRS DE BOMBEO POR DIA	DISPONIBILIDAD EN (M <sup>3</sup> /DIA)	HRS DE BOMBEO/MES
FEBRERO	1624	8	720	224
MARZO	1798	8	720	248
ABRIL	1740	8	720	240
MAYO	1798	8	720	248
JUNIO	1740	8	720	240
JULIO	1798	12	1080	372
AGOSTO	1798	8	720	248
SEPTIEMBRE	1740	8	720	240
OCTUBRE	1798	8	720	248

Se esta considerando 12 hrs de bombeo por día para el mes más crítico.

Demanda para 17 has . Para nogal pecanero (Micro-aspersión).

### 3.3 DISEÑO HIDRÁULICO.

#### a. EL DISEÑO POR MICROASPERSIÓN SE REALICE EN BASE A LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

CULTIVO : NOGAL

Especie : nogal (*Carya illinoensis*).

Edad : 4 años.

Espaciamiento entre plantas : 10 m

Espaciamiento entre hileras : 10 m

Profundidad Radicular : 120 Cm (Estimado).

Radio de copa de los árboles : 1.5m.

Sensibilidad a la deficiencia hídrica : Media

Superficie total del cultivo : 17.00 Ha.

Suelo : Migajón Arcilloso

Estructura : Buena.

Humedad Aprovechable : 130.56 mm/m.

Clima : región semidesertica con verano caluroso y errática precipitación pluvial.

Evapotranspiración : El máxima demanda de agua definida por el uso consuntivo ocurre en julio, alcanzando un valor de 6.70 mm/día.  
SOLUCIÓN :

Considerando la información anterior primeramente se calcula la lamina neta de riego para el riego por Microaspersión (DPH). La lámina de riego se determina como el resultado de multiplicar la Ha por un factor de abatimiento permisible f de la humedad aprovechable en el suelo, por su profundidad radicular efectiva del cultivo (zr).

$$DPH = f * HA * ZR * P$$

DONDE :

DPH = Lamina de riego en mm.

f = 0.20 ó sea solo abatir en un 20% de la humedad aprovechable.

HA = Humedad Aprovechable en mm/m.

ZR = Profundidad Radicular en m.

P= 0.45 Lo que significa que estaremos considerando a humedecer el 45% del área total del cultivo. Así :

$$DPH = 0.20 * (130.56 \text{ mm/m}) * 1.20\text{m} * 0.45$$

$$DPH = 14.10 \text{ mm} = 1.41 \text{ cm.}$$

### **LAMINA DE RIEGO POR APLICAR.**

$$D' = \left( \frac{DPH}{Ea} \right)$$

DONDE :

D' = Lamina neta de riego en mm.

DPH = 14.10 mm.

Ea = Eficiencia de aplicación adimensional.

La Ea se calcula mediante la siguiente ecuación :

$$E_a = TR * E_U.$$

DONDE :

$E_U$  = Es la uniformidad de aplicación, lo que significa que pretendemos alcanzar para este caso un 90%.

$TR = 0.9$  El cultivo se encuentra en una región semidesértica, por lo tanto este valor indica que un 10% del agua aplicada en los árboles que reciben menos agua dentro de una misma subunidad de riego se perderá por percolación profunda o será evapotranspirada por plantas no benéficas.

Algunos autores sugieren valores de  $E_a$  en función del clima solamente, sin embargo en el caso de riego por microaspersión la eficiencia de aplicación del agua depende también en gran parte de la uniformidad del sistema. Así, se tiene que la eficiencia de aplicación ( $E_a$ ) es una de las más importantes, y esta se obtiene de la relación entre la lámina de agua incorporada o almacenada en la zona explorada por las raíces y lámina de agua derivada en la bocatoma del campo.

$$D' = \left( \frac{1.41 \text{ cm}}{0.9 * 0.9} \right)$$

$$D' = 1.74 \text{ cm.}$$

Este valor indica que el agua de riego por aplicar sería de 1.74 cm.

La determinación de la  $E_t$  en relación al área de sombreado se conoce mediante la siguiente ecuación :

$$E_t = E_T * T$$

DONDE :

$$T = \frac{\text{AREA SOMBREADA TOTAL}}{\text{AREA TOTAL DEL CULTIVO}}$$

Área sombreada total = Área sombreada por árbol por número de árboles.

$$\text{Área sombreada por árbol} = \pi (1.5)^2 = 7.07 \text{ m}^2$$

$$\text{Número de árboles} = \left( \frac{17 \text{ Ha} * 10,000 \text{ m}^2}{100 \text{ m}^2 / \text{arbol}} \right) = 1,700 \text{ árboles.}$$

Por lo tanto el

$$\begin{aligned} \text{área sombreada total} &= 7.07 \text{ m}^2 / \text{árbol} * 1,700 \text{ árboles.} \\ &= 12,019 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

Al sustituir valores en la expresión dada para T encontramos que :

$$T = \left( \frac{12,019 \text{ m}^2}{170,000 \text{ m}^2} \right) = 0.071$$

por lo tanto,

$$E_t = 6.70 \text{ mm/día} * 0.071 = 0.500 \text{ mm/día.}$$

### **a.1.- REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE HUMEDAD.**

De toda el agua que es aplicada al cultivo parte se pierde por percolación cuando se riega en exceso, así como por la evaporación del agua en su trayecto del emisor hasta llegar a la superficie deseada del suelo, por lo que la lámina neta de riego requerida por la planta se tiene que considerar un factor que contempla éstas pérdidas, está se conoce con el nombre de eficiencia de riego ( $E_a$ ), en el caso de climas secos y sistemas de riego por Micro-aspersión de movimiento el cual se conoce la descarga mediante su eficiencia a considerar para este sistema es de 0.81 para el cual se obtiene mediante la siguiente ecuación ya mencionada anteriormente.

*CÁLCULO DE LA DESCARGA POR ÁRBOL Y EL GASTO QUE REQUIERE EL SISTEMA.*

gasto por árbol.

$$q_a = \left( \frac{NDP * F'}{tr} \right)$$

DONDE :

NDP = Descarga por árbol en litros por día por árbol.

q<sub>a</sub> = Gasto del sistema en lps/huerto.

F = Frecuencia de riego en días.

tr = tiempo de riego en hrs.

Es necesario calcular primeramente las necesidades hídricas diarias de la planta aplicando la siguiente ecuación :

$$NDP = \left( \frac{Et(sa * sh)}{Ea} \right)$$

Esta ecuación considera los valores de Et en mm/día y proporciona resultados en litros por día por árbol.

Et = 0.5 mm/día

sa = 10 m

sh = 10 m

Ea = 81 %

$$NDP = \left( \frac{0.5(10*10)}{0.81} \right)$$

NDP = 62 Litros/día/árbol.

F' = 3 Días, El intervalo de riego se saco de acuerdo al tipo de suelo y clima de la región, no tomando en consideración la precipitación que pueda presentarse en el período de desarrollo del cultivo ; por lo tanto, se asume un tiempo de riego de 12 horas y una operación continua del sistema durante los días de mayor uso consuntivo de agua.

Gasto del sistema :

$$\begin{array}{l} 62 \text{ LPD} \text{ ————— } 1 \text{ árbol} \\ \quad \times \text{ ————— } 1700 \text{ árboles} \\ x = 105,400 \text{ LPD}/24/3600/0.81 \\ X = 1.51 \text{ LPS}/\text{HUERTO}. \end{array}$$

## a.2.- FRECUENCIA DEL RIEGO.

La Periodicidad con que se efectuó el riego es como ya se definio anteriormente que será de 3 días para el nogal, o también depende de la etapa de desarrollo en que se encuentre el cultivo, para este caso el sistema de microaspersión para Nogales por medio de cálculos ya se han hecho y se acostumbra por lo general regar cada tercer o cuarto día, distribuyendo la lámina de agua calculada, de acuerdo a lo anterior se estima gastar unos 62 Lt/día/árbol con un gasto de 1.51 Lps diarios para el huerto y el resto del agua utilizarla para regar otros cultivos a establecer. En el futuro algunos árboles serán eliminados por lo que se tendrá un espaciamiento entre árboles de 14.14m, en la actualidad tienen un espaciamiento de 10.00 \* 10.00m entre árboles y entre líneas formando un cuadro real.

$$\begin{array}{l} Q = V/T \quad Q = \text{GASTO DEL MICROASPERSOR} \quad V = \text{VOLUMEN DE} \\ \text{AGUA/PLANTA,} \quad T = \text{TIEMPO.} \\ T = 62 \text{ L}/50 \text{ LPH} \quad T = 1.24 \text{ HR.} \end{array}$$

LA FUNCIÓN MATEMATICA QUE CARACTERIZA LA DESCARGA DE CADA MICROASPERSOR FUE DADA PREVIAMENTE COMO LA EC. :

$$q = a * H^b$$

DONDE :

$q$  = Es la tasa de flujo en lps.

$a$  = Constante de proporcionalidad que caracteriza a cada emisor.

$H$  = Carga o presión de operación en metros.

$b$  = Es el exponente de descarga del microaspersor que es caracterizado por el régimen de flujo en su interior.

El Microaspersor Seleccionado es para árboles pequeños.

FAN-JET

PATRON "N".

DIÁMETRO DE BOQUILLA 40.

BASE AZUL.

DIÁMETRO DE COBERTURA APROX. 7.32-6.71 M.

GASTO 13.1 GPH = 0.0138 LPS = 50 LPH

**TABLA No. 9 CARGA CONTRA GASTO PARA OBTENER LA ECUACIÓN DEL MICROASPERSOR.**

CARGA EN PSI (X)	GASTO EN GPH (Y)
0	0
5	5.28
10	7.5
15	9.20
20	10.7
25	11.9
30	13.1
35	14.2
40	15.2

A los datos del microaspersor se les efectuó una regresión lineal, sacándole logaritmos naturales tanto al gasto como a la carga se determina la siguiente ecuación :

$$a = 0.84559$$

$$b = 0.508$$

a se eleva a la potencia de  $e^x$  da como resultado un valor de 2.329, para finalmente el modelo de descarga queda como :

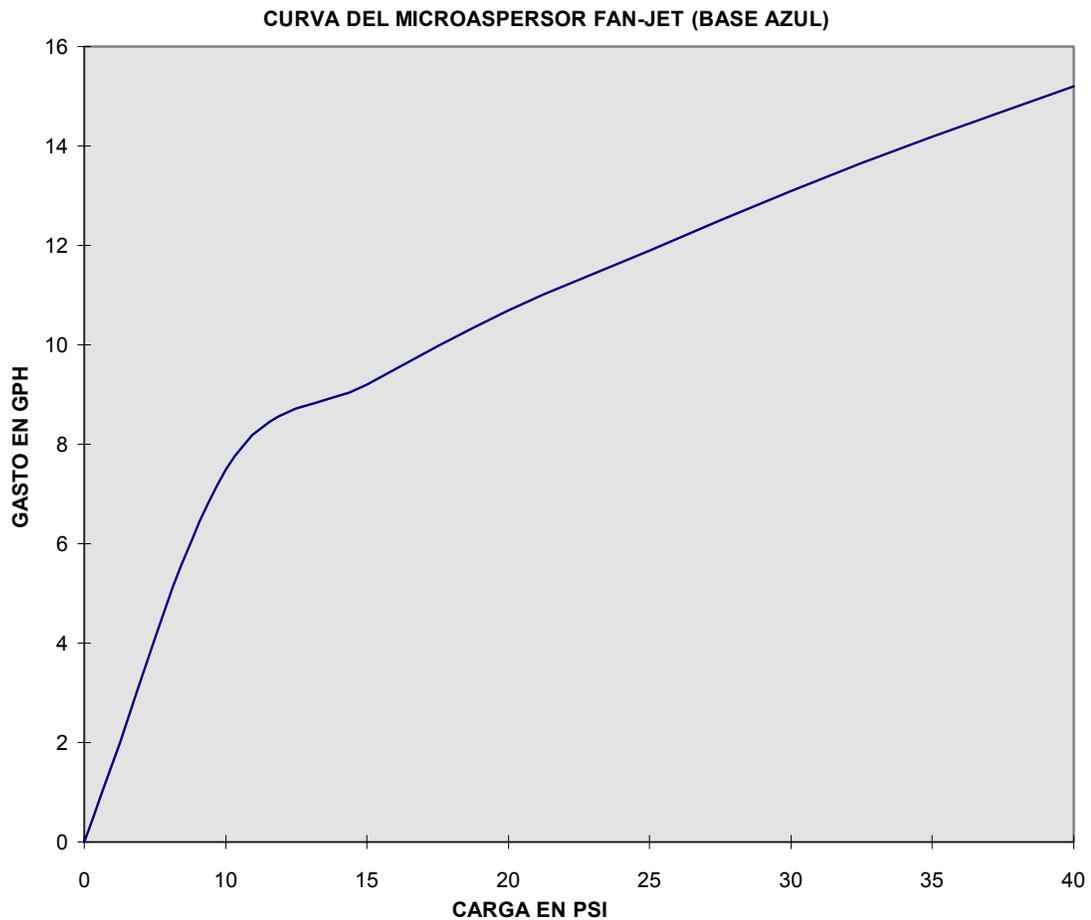
$$Q = \text{GPH} = 2.329 (\text{PSI})^{0.508}$$

Una forma de comprobar con una presión de 10 PSI da el siguiente gasto.

$$Q = 2.329 (10)^{0.508}$$

$$Q = 7.5 \text{ GPH.}$$

Se presenta la siguiente gráfica :



**b.- CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR FRICCIÓN LOCALIZADAS DE ACUERDO A LAS SECCIONES Y A DIFERENTES DIAMETROS DE LOS MICROASPERORES.**

**SECCION # 1**

DEFINICIÓN DE VARIABLES :

HG = Carga por gravedad en m.

HL = Pérdida por longitud en m.

DESNIVEL : + 0.80 M.

PERDIDA DE CARGA EN LOS DIAMETROS : (M)												
LÍNEA	#ARBOL * LINEA.	# ARBOL ACUM.	GASTO (LPS).	LÍNEA BASE.	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	HG (M)	HL	HL ACUM
1	6	68	6.61	14.60		0.27				0.08	0.19	0.19
2	6	62	6.03	14.50		0.24				0.08	0.16	0.35
3	8	56	5.44	14.40		0.22	0.49			0.08	0.14	0.49
4	9	48	4.67	14.00			0.34			0.08	0.26	0.75
5	9	39	3.80	13.60			0.25			0.08	0.17	0.92
6	8	30	2.92	13.10			0.16			0.08	0.08	1.00
7	8	22	2.14	12.60				0.23		0.08	0.15	1.15
8	5	14	1.36	11.70				0.09		0.08	0.01	1.16
9	4	9	0.87	10.80				0.04		0.08	+0.04	1.12
10	5	5	0.49	9.70				0.01		0.08	+0.07	1.05

## SECCION # 2.

DESNIVEL : +1.30M

PERDIDA DE CARGA EN LOS DIAMETROS : (M)												
LINE A	#ARBO L * LINEA.	# ARBOL ACUM.	GASTO (LPS).	LINEA BASE.	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2 "	HG (M)	HL	HL ACUM.
1	3	68	6.61	14.7		0.29				0.10	0.19	0.19
2	4	65	6.32	14.6		0.27				0.10	0.17	0.36
3	5	61	5.93	14.4		0.21				0.10	0.11	0.47
4	6	56	5.44	14.3		0.19				0.10	0.09	0.56
5	8	50	4.86	14.1		0.18				0.10	0.08	0.64
6	9	42	4.08	13.7			0.27			0.10	0.17	0.81
7	9	33	3.21	13.3			0.19			0.10	0.09	0.90
8	5	24	2.33	12.7				0.28		0.10	0.18	1.08
9	5	19	1.85	12.3				0.18		0.10	0.08	1.16
10	4	14	1.36	11.7				0.10		0.10	0.00	1.16
11	4	10	0.97	11.20				0.06		0.10	+0.04	1.12
12	3	6	0.58	10.70					0.11	0.10	0.01	1.13
13	3	3	0.29	8.90					0.02	0.10	0.01	1.05

SECCION # 3.

DESNIVEL : +3.00M

PERDIDA DE CARGA EN LOS DIAMETROS : (M)												
LINEA.	#ARBO L * LINEA.	# ARBOL ACUM.	GASTO (LPS).	LINEA BASE.	4"	3"	2 1/2 "	2"	1 1/2"	HG (M)	HL	HL ACU M
1	4	127	12.35	15.90	0.27					0.13	0.14	0.14
2	5	123	11.96	15.80	0.25					0.13	0.12	0.26
3	6	118	11.47	15.70	0.22					0.13	0.09	0.35
4	7	112	10.89	15.60	0.19					0.13	0.06	0.41
5	8	105	10.21	15.50	0.17					0.13	0.04	0.45
6	9	97	9.43	15.30	0.15					0.13	0.02	0.47
7	9	88	8.56	15.10		0.43				0.13	0.30	0.77
8	8	79	7.68	14.90		0.37				0.13	0.24	1.01
9	8	71	6.90	14.70		0.28				0.13	0.15	1.16
10	7	63	6.12	14.50		0.23				0.13	0.10	1.26
11	7	56	5.44	14.30		0.19				0.13	0.06	1.32
12	6	49	4.76	14.00			0.37			0.13	0.24	1.56
13	6	43	4.18	13.80			0.32			0.13	0.19	1.75
14	5	37	3.60	13.50			0.22			0.13	0.09	1.84
15	4	32	3.11	13.30			0.18			0.13	0.05	1.89
16	5	28	2.72	13.00				0.36		0.13	0.23	2.12
17	5	23	2.24	12.70				0.29		0.13	0.16	2.28
18	4	18	1.75	12.20				0.17		0.13	0.04	2.32
19	4	14	1.36	11.70				0.11		0.13	+0.02	2.30
20	3	10	0.97	11.10					0.16	0.13	0.03	2.33
21	7	7	0.68	10.40					0.08	0.13	+0.05	2.28

22	4	4	0.39	9.40					0.03	0.13	+0.10	2.18
23	2	2	0.19	8.00					0.00	0.13	+0.13	2.05

### SECCION # 4.

DESNIVEL : +3.00M

PERDIDA DE CARGA EN LOS DIAMETROS : (M)												
LINEA.	#ARBO L * LINEA.	# ARBOL ACUM.	GASTO (LPS).	LINEA BASE.	4"	3"	2 1/2 "	2"	1 1/2"	HG (M)	HL	HL ACU M
1	4	160	15.56	16.30	0.40					0.13	0.27	0.27
2	5	156	15.17	16.20	0.35					0.13	0.22	0.49
3	6	151	14.68	16.10	0.33					0.13	0.20	0.69
4	7	145	14.10	16.00	0.29					0.13	0.16	0.85
5	8	138	13.42	15.90	0.27					0.13	0.14	0.99
6	9	130	12.64	15.80	0.25					0.13	0.12	1.11
7	10	121	11.76	15.70	0.20					0.13	0.07	1.18
8	7	11	10.79	15.60	0.19					0.13	0.06	1.24
9	7	104	10.11	15.50	0.17					0.13	0.04	1.28
10	7	97	9.43	15.30	0.15					0.13	0.02	1.30
11	7	90	8.75	15.20		0.48				0.13	0.35	1.65
12	7	83	8.07	15.10		0.45				0.13	0.32	1.97
13	7	76	7.39	14.90		0.37				0.13	0.24	2.21
14	7	69	6.71	14.70		0.30				0.13	0.17	2.38
15	7	62	6.03	14.50		0.24				0.13	0.11	2.49
16	7	55	5.35	14.20		0.19				0.13	0.06	2.55
17	7	48	4.67	14.00			0.37			0.13	0.24	2.79
18	9	41	3.99	13.70			0.27			0.13	0.14	2.93
19	8	32	3.11	13.30			0.19			0.13	0.06	2.99
20	9	24	2.33	12.80			0.11			0.13	+0.02	2.97

21	7	15	1.46	11.80					0.35	0.13	0.22	3.19
22	5	8	0.78	10.70					0.11	0.13	+0.02	3.17
23	3	3	0.29	9.00					0.02	0.13	+0.11	3.06

### SECCION # 5

DESNIVEL : +1.80M

PERDIDA DE CARGA EN LOS DIAMETROS : (M)												
LINEA.	#ARBO L * LINEA.	# ARBOL ACUM.	GASTO (LPS).	LINEA BASE.	4"	3"	2 1/2 "	2"	1 1/2"	HG (M)	HL	HL ACUM.
1	4	72	7.00	14.80		0.35				0.15	0.20	0.20
2	5	68	6.61	14.70		0.29				0.15	0.14	0.34
3	6	63	6.12	14.50		0.24				0.15	0.09	0.43
4	7	57	5.54	14.30		0.19				0.15	0.04	0.47
5	8	50	4.86	14.10		0.17				0.15	0.02	0.49
6	9	42	4.08	13.75			0.28			0.15	0.13	0.62
7	8	33	3.21	13.30			0.19			0.15	0.04	0.66
8	7	25	2.43	12.80			0.12			0.15	+0.03	0.63
9	6	18	1.75	12.20					0.52	0.15	0.37	1.00
10	5	12	1.17	14.40					0.23	0.15	0.08	1.08
11	4	7	0.68	10.40					0.08	0.15	+0.07	1.01
12	3	3	0.29	8.80					0.02	0.15	+0.13	0.88

## SECCION # 6

DESNIVEL : +1.40M

PERDIDA DE CARGA EN LOS DIAMETROS : (M)												
LINE A	#ARBOL * LINEA.	# ARBOL ACUM.	GASTO (LPS).	LINEA BASE.	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	HG (M)	HL	HL ACUM.
1	14	168	16.33	16.30	0.40					0.06	0.34	0.34
2	4	154	14.97	16.20	0.35					0.06	0.29	0.63
3	5	150	14.58	16.10	0.33					0.06	0.27	0.90
4	6	145	14.10	16.05	0.31					0.06	0.25	1.15
5	8	139	13.51	16.00	0.29					0.06	0.23	1.38
6	10	131	12.74	15.90	0.26					0.06	0.20	1.58
7	11	121	11.76	15.80	0.22					0.06	0.16	1.74
8	12	110	10.69	15.60	0.19					0.06	0.13	1.87
9	11	98	9.53	15.40	0.15					0.0	0.09	1.95
10	11	87	8.46	15.20	0.12					0.06	0.06	2.02
11	10	76	7.39	14.85		0.35				0.06	0.29	2.31
12	9	66	6.42	14.60		0.28				0.06	0.22	2.53
13	9	57	5.54	14.40		0.22				0.06	0.16	2.69
14	8	48	4.67	14.00		0.14				0.06	0.08	2.77
15	7	40	3.89	13.70		0.10				0.06	0.04	2.81
16	6	33	3.21	13.30				0.51		0.06	0.45	3.26

17	6	27	2.62	13.00				0.35		0.06	0.29	3.55
18	5	21	2.04	12.50				0.22		0.06	0.16	3.71
19	5	16	1.56	12.00				0.13		0.06	0.07	3.78
20	4	11	1.07	11.30					0.22	0.06	0.16	3.94
21	4	7	0.68	10.50					0.09	0.06	0.03	3.97
22	3	3	0.29	8.90					0.02	0.06	+0.04	3.93

### SECCION # 7.

DESNIVEL : +1.80M

PERDIDA DE CARGA EN LOS DIAMETROS : (M)												
LINE A	#ARBOL * LINEA.	# ARBOL ACUM.	GASTO (LPS).	LINEA BASE.	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	HG (M)	HL	HL ACUM
1	6	108	10.50	15.60	0.19					0.12	0.07	0.07
2	4	102	9.92	15.45	0.16					0.12	0.04	0.11
3	5	98	9.53	15.40	0.15					0.12	0.03	0.14
4	6	93	9.04	15.30	0.14					0.12	0.02	0.16
5	7	87	8.46	15.20	0.12					0.12	0.00	0.16
6	8	80	7.78	15.00		0.38				0.12	0.26	0.42
7	9	72	7.00	14.80		0.34				0.12	0.22	0.64
8	10	63	6.12	14.55		0.25				0.12	0.13	0.77
9	10	53	5.15	14.20		0.18				0.12	0.06	0.83
10	9	43	4.18	13.80			0.34			0.12	0.22	1.05
11	8	34	3.31	13.40			0.22			0.12	0.10	1.15
12	7	26	2.53	12.80			0.13			0.12	0.01	1.16
13	8	19	1.85	12.30					0.64	0.12	0.52	1.68
14	6	11	1.07	11.30					0.23	0.12	0.11	1.79

15	5	5	0.49	9.80					0.05	0.12	+0.07	1.72

SECCION # 8.

DESNIVEL : +1.30M

PERDIDA DE CARGA EN LOS DIAMETROS : (M)												
LINE A	#ARBOL * LINEA.	# ARBOL ACUM.	GASTO (LPS).	LINEA BASE.	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	HG (M)	HL	HL ACUM.
1	2	53	5.15	14.20		0.20				0.12	0.08	0.08
2	4	51	4.96	14.15		0.18				0.12	0.06	0.14
3	6	47	4.57	14.00		0.15				0.12	0.03	0.17
4	8	41	3.99	13.75			0.29			0.12	0.17	0.34
5	8	33	3.21	13.30			0.19			0.12	0.07	0.41
6	6	25	2.43	12.80				0.33		0.12	0.21	0.62
7	4	19	1.85	12.30				0.20		0.12	0.08	0.70
8	4	15	1.46	11.80				0.12		0.12	0.00	0.70
9	4	11	1.07	11.30				0.07		0.12	+0.05	0.65
10	4	7	0.68	10.50					0.09	0.12	+0.03	0.62
11	3	3	0.29	8.90					0.02	0.12	+0.10	0.52

SECCION # 9.

DESNIVEL : +3.60M

PERDIDA DE CARGA EN LOS DIAMETROS : (M)												
LÍNEA	#ARBO L * LINEA.	# ARBOL ACUM.	GASTO (LPS).	LINEA BASE.	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	HG (M)	HL	HL ACUM.
1	4	122	11.86	15.75	0.23					0.23	0.00	0.00
2	4	118	11.47	15.70	0.22					0.23	+0.01	0.01
3	6	114	11.08	15.60	0.20					0.23	+0.03	+0.04
4	8	108	10.50	15.50	0.18					0.23	+0.05	+0.09
5	10	100	9.72	15.40	0.16					0.23	+0.07	+0.16
6	12	90	8.75	15.20	0.14					0.23	+0.09	+0.25
7	13	78	7.58	14.90		0.38				0.23	0.15	+0.10
8	13	65	6.32	14.60		0.28				0.23	0.05	+0.05
9	10	52	5.06	14.20		0.19				0.23	+0.04	+0.09
10	9	42	4.08	13.75			0.30			0.23	0.07	+0.02
11	8	33	3.21	13.25			0.18			0.23	+0.05	+0.07
12	7	25	2.43	12.80				0.34		0.23	0.11	0.04

13	6	18	1.75	12.20				0.18		0.23	+0.05	+0.01
14	5	12	1.17	11.40					0.25	0.23	0.02	0.01
15	4	7	0.68	10.45					0.09	0.23	+0.14	+0.13
16	3	3	0.29	8.90					0.02	0.23	+0.21	0.34

### SECCION # 10.

DESNIVEL : +3.50M

PERDIDA DE CARGA EN LOS DIAMETROS : (M)												
LINEA.	#ARBOL * LINEA.	# ARBOL ACUM.	GASTO (LPS).	LINEA BASE.	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	HG (M)	HL	HL ACUM.
1	3	107	10.40	15.50	0.17					0.23	+0.06	+0.06
2	4	104	10.11	15.45	0.16					0.23	+0.07	+0.13
3	5	100	9.72	15.40	0.15					0.23	+0.08	+0.21
4	6	95	9.24	15.30	0.14					0.23	+0.09	+0.30
5	7	89	8.65	15.20	0.13					0.23	0.10	+0.20
6	8	82	7.97	14.90		0.38				0.23	0.15	+0.05
7	9	74	7.19	14.80		0.35				0.23	0.12	0.07
8	10	65	6.32	14.50		0.24				0.23	0.01	0.08
9	13	55	5.35	14.20		0.18				0.23	+0.05	0.03
10	12	42	4.08	13.70		0.11				0.23	+0.12	+0.09
11	10	30	2.92	13.20				0.47		0.23	0.24	0.15

12	8	20	1.94	12.30				0.19		0.23	+0.04	0.11
13	6	12	1.17	11.40				0.08		0.23	+0.15	+0.04
14	4	6	0.58	10.20					0.08	0.23	+0.15	+0.19
15	2	2	0.19	8.10					0.00	0.23	+0.23	+0.42

### c.- CÁLCULO Y REVISIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO.

#### CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA.

El cálculo de la potencia de la Bomba se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P = \left( \frac{Q * HT}{76n} \right)$$

DONDE:

Q = Gasto Disponible para el proyecto en LPS.

HT = Pérdidas de Carga totales del sistema en m.

n = Eficiencia de la bomba Adimensional.

P = Potencia de la Bomba en HP.

Información Disponible:

Q = 25 LPS.

HT = ?.

n = 80%.

#### DATOS DEL SISTEMA.

Q = 25 LPS

DIÁMETRO. = 6" = 150 mm.

LONGITUD. = 1220 m.

C = 150

El cálculo de las pérdidas de carga se obtienen aplicando la ecuación de Hazen-Williams como se indica a continuación:

$$H_f = 1.21 * 10^{10} * \left( \frac{Q}{C} \right)^{1.852} * \varnothing^{-4.87} * L$$

$$H_f = 1.21 * 10^{10} * \left(\frac{25}{150}\right)^{1.852} * (150)^{-4.87} * 1220$$

$$H_f = 13.50\text{m.}$$

Pérdidas Locales.

Para fines prácticos se considera que las pérdidas locales son aproximadamente el 10% de las pérdidas por fricción.

$$H_c = 13.50 * 10\%$$

$$H_c = 1.35\text{m}$$

La Presión de trabajo para el sistema de Riego por Microaspersión es de:

$$30 \text{ PSI} = 21.09\text{m}$$

Profundidad de la columna = 140.00 m

El terreno tiene un desnivel de 12.00m a favor.

A partir de la sección No. 10 la pérdida de carga acumulada es de 0.42m.

Las sumas de las pérdidas totales se calculan de la siguiente forma:

$$HT = 140.00 + 0.42 + 21.09 + 13.50 + 1.35 - 12.00 = 164.36\text{m}$$

$$HT = 164.36\text{m}$$

Una vez conocida las pérdidas de carga totales se aplica el modelo para determinar la potencia de la bomba como se indica a continuación:

$$P = \left( \frac{25\text{ lps} * 164.36\text{ m}}{76 * 0.80} \right)$$

$$P = 67.58 \text{ HP.}$$

Este pozo se encuentra equipado con una bomba de 75 HP por lo que no existe limitante para el funcionamiento de este sistema propuesto, es importante considerar que la longitud de 1220m es aguas abajo.

### 3.4.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

#### a.- PLANO DEL PROYECTO.

#### PLANO TOPOGRAFICO DEL ÁREA DE TRABAJO.

Para elaborar el plano topográfico del área de diseño, se realizó el levantamiento planimétrico obteniéndose los siguientes datos a partir de los cuales se obtuvo el plano que se muestra en la figura No. 2

Tabla No. 10 Datos obtenidos en el levantamiento planimétrico para delimitar el área de diseño.

Alt.Inst. (mt)	PL (mt)	Lec. (-) (mt)	Lec. (-) (mt)	Lec. (-) (mt)	OBSERVACIONES
100.55	0.55	0.67	0.75	0.78	POZO
		1.19	1.05	1.19	CAMINO
		1.91	2.09	2.36	
		3.37	3.63	3.79	
	0.64				
		1.61	1.82	1.71	
		3.01	2.85	2.50	
		3.97	3.79	3.31	
	0.87				
		2.08	1.47	4.00	
		2.39	1.73	0.84	
	COMIENZ O	FILA 46			
	2.05				
			0.46	0.49	

		1.23	0.89	1.22	
		1.93	1.77	1.85	
		3.06	3.10	2.72	
				3.75	VUELTA DE CAMINO
	1.56				
		1.68	1.82	1.39	
		2.17	2.22	1.74	
	0.72				
		0.85	1.05	0.51	ORILLA PONIENTE
		1.39	2.06	1.49	
		1.96	2.80	1.96	
	0.35				
				0.59	
		2.77	1.56	0.91	
		3.79	2.88	2.04	
	1.91				
		2.49	1.37	1.44	
		3.07	2.74	2.89	
		3.94	3.88	3.29	
		PARCELA	ORILLA	CARRETERA	
100.03	0.03	0.57	0.66	1.41	
		1.04	1.04	2.10	
		1.58	1.50	2.83	
		1.98	1.94	2.96	
	0.50				
		1.05	1.17	1.90	
		1.49	1.88	2.29	
		1.76	2.20	2.80	
		2.15			
	0.74				
			1.66		
		1.03	2.04	1.93	
		1.35	2.42	2.76	
		1.58	2.56	3.23	
		1.74		3.37	

## CURVAS DE NIVEL.

Este trabajo fue necesario para hacer mas fácil la comprensión de los datos obtenidos en el estudio topográfico, se trazaron líneas uniando puntos de igual elevación. Estas líneas se denominan curvas de nivel, mediante estas curvas puede apreciarse a simple vista, las características del lugar como son; lomas, bajos y su magnitud así mismo en que dirección se presenta la pendiente, lo anterior es

importante ya que de esta forma se determina si tenemos una carga a favor o en contra de la bomba, este punto es fundamental para el diseño.

Es aconsejable tener un plano de curvas a nivel, para poder dividir la propiedad en lotes que pueden ser nivelados y regados individualmente o en conjunto de acuerdo con la mayor conveniencia que se presente en su momento.

## b.- SUMUNISTRO E INSTALACIÓN DE MATERIALES.

TABLA No. 11 LISTA DE MATERIALES POR SECCIÓN.

LISTA DE MATERIALES	SEC. 1	SEC. 2	SEC. 3	SEC. 4	SEC. 5	SEC. 6	SEC. 7	SEC. 8	SE C.9	SE C.10	SUMA
TE 6"*4"	-	-	1	1	-	1	1	-	1	1	6
TE 6*3"	1	1	-	-	1	-	-	1	-	-	4
ADAPTADORES											
DIAM. 4"	-	-	2	2	-	2	2	-	2	2	12
DIAM. 3"	2	2	-	-	2	-	-	2	-	-	8
VALV. 4"	-	-	1	1	-	1	1	-	1	1	6
VALV. 3"	1	1	-	-	1	-	-	1	-	-	4
REDUC. 4"*3"	-	-	1	1	-	1	1	-	1	1	6
REDUC. 3"*21/2"	1	1	1	1	1	-	1	1	1	-	8
REDUC.3"*2"	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2
REDUC.21/2"*2"	1	1	1	-	-	-	-	1	1	-	5
REDUC.21/2"*11/2"	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
REDUC. 2"*11/2"	-	1	1	1	1	1	-	1	1	-	7
ABRAZADERA 2"	1	1	1	-	-	1	-	1	1	1	7
ABRAZADERA 1 1/2"	1	1	1	1	1	1	1	1	1		9
CODO DE 4"*90°	-	-	1	1	-	1	1	-	1	1	6
CODO DE 3"*90°	1	1	-	-	1	-	-	1	-	-	4
REGISTROS.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10

NOTA : LAS VÁLVULAS DE 3" Y 4" SON DE BRONCE, Y LOS DEMAS SON DE PVC LAS REDUCCIONES SE EMPLEAN SON LOS TIPO BUSHING DE LOS DIÁMETROS QUE SE MENCIONAN.

TABLA No. 12 RESUMEN DE TUBERIAS PRINCIPALES.

# DE SECC.	# DE ARBOL* SECC.	DIÁMETROS (LONGITUDES EN M)					
		4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	SUMA
1	66	-	30.50	36.60	50.00	-	117.10
2	68	-	67.10	36.60	50.00	14.30	168.00
3	127	91.50	73.20	61.00	50.00	50.00	325.70
4	160	146.40	91.50	61.00	-	16.00	314.90
5	72	-	73.20	42.70	-	50.00	165.90
6	168	158.60	73.20	-	50.00	32.20	314.00
7	108	73.20	54.90	42.70	-	40.00	210.80
8	53	-	42.70	30.50	50.00	50.00	173.20
9	122	91.50	42.70	30.50	30.00	41.00	235.70
10	107	85.40	73.20	-	50.00	-	208.60
SUM A	1051	646.60	622.20	341.60	330.00	293.50	2233.90
SUM A	CON 3% DE DESPERDICIO	671	640.50	353.80	350.00	300	2315.30
	NUMERO DE TUBOS	110	105	58	7 ROLLOS	6 ROLLOS	

200 TUBOS DE PVC DE 6" DE DIÁMETRO = 1220.00 M.

NOTA : Los diámetros de 2" y 1 1/2" es poliducto

TABLA No. 13 COTIZACIÓN DEL SISTEMA.

CANTIDAD	U	DESCRIPCIÓN	PRECIO	IMPORTE
1220	MTS	TUBO PVC HIDRAULICO 6" * 20' DE 80 #	33.00	40,260
640.50	MTS	TUBO PVC HIDRAULICO DE 3"*20'	15.20	9,735.60
671	MTS	TUBO PVC HIDRAULICO DE 4"*20'	21.50	14,426.50
353.80	MTS	TUBO PVC HIDRAULICO DE 2 1/2"*20'*160#	13.50	4,776.30
350	MTS	TUBO DE POLIETILENO HIDRAULICO DE 2".	12.25	4,287.50
300	MTS	TUBO DE POLIETILENO HIDRAULICO DE 1 1/2"	7.20	2,160
1700	PZA	MICROASPELOR FAN-JET	12.20	20,740

		CON SOMBRERO COMPLETO.		
11,200	MTS	TUBO DE POLIETILENO DE 20 MM	2.60	29,120
4,200	MTS	TUBO DE POLIETILENO DE 16 MM	1.90	7,980
6		TE 6"*4"	225	1,350
4		TE 6*3"	225	900
		ADAPTADORES		
12		DIAM. 4"	30.00	360
8		DIAM. 3"	23.00	184
6		VALV. DE BRONCE DE 4"	732	4392
4		VALV. DE BRONCE DE 3"	450	1,800
6		REDUC. 4"*3"	34.00	204
8		REDUC. 3"*21/2"	15.50	124
2		REDUC.3"*2"	15.50	31.00
5		REDUC.21/2"*2"	13.00	65.00
1		REDUC.21/2"*11/2"	13.00	13.00
7		REDUC. 2"*11/2"	10.00	70.00
14		ABRAZADERA 2"	14.30	200.20
18		ABRAZADERA 1 1/2"	12.00	216.00
6		CODO DE 4"*90°	53.50	321.00
4		CODO DE 3"*90°	31.00	124.00
10		REGISTROS.	138.00	1,380.00
1	LOTE	MATERIAL DE INSTALACIÓN CEMENTO, LUBRICANTE, LIMPIADOR.	800	800
1	LOTE	EMPAQUES Y TORNILLERIA	380.00	380.00
SUMA TOTAL				146,400.10

**c.- TABLA No. 14 CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN.**

CANTIDAD	U	DESCRIPCIÓN	PRECIO	IMPORTE
2935.30	ML	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN MATERIAL "A" HASTA 1.0M DE PROFUNDIDAD.	6.00	17,611.80
650	ML	INSTALACION DE TUBERIA DE POLIETILENO DE 2" Y 1 1/2" INCLUYE TAPADO DE ZANJA.	2.00	1,300
1665.30	ML	INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE 4", 3" Y 2 1/2" INCLUYE TAPADO DE ZANJA.	4.50	7,493.85
620	ML	INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE 6" INCLUYE TAPADO DE ZANJA.	6.00	3,720

SUMA TOTAL				30,125.65
---------------	--	--	--	-----------

Suma total del proyecto = 146,400.10  
30,125.65  
**\$ 176,525.75**

### 3.5.- COSTOS Y FINANCIAMIENTO.

#### A).- COTIZACIÓN DE LA OBRA.

##### NOMBRE DE LA EMPRESA

AT'N LIC. RICARDO VILLAREAL ZAMBRANO.  
 MPIO DE RAMOS ARIZPE COAH.

POR ESTE CONDUCTO ME DIRIJO A USTED PARA PRESENTARLE LA SIGUIENTE COTIZACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO TIPO MICROASPERSIÓN PARA UNA SUPERFICIE DE 17.00 HA.

CANTIDAD	UNIDAD	CONCEPTO	P. TOTAL
1	EQUIPO	SISTEMA DE RIEGO TIPO MICROASPERSIÓN.	176,525.75

**MONTO DE LA ALIANZA \$ 79,436.59**

#### B).- TABLA No. 15 ESQUEMA DE PARTICIPACIÓN ALIANZA-PRODUCTOR.

CONCEPTO	UNID.	CAN T	P. TOTAL	G. FED.	%	G. EST.	%	AP. PROD.	%
SIST. DE RIEGO TIPO	EQUIP O	1	176,525.75	59,665.70	33.8	19,770.88	11.2	97,089.16	55

MICROASPERSIÓN ASI COMO MATERIAL DE INSTALACIÓN.									

#### 4.- TABLA No. 16 IMPACTOS.

##### 4.1 PRODUCTIVOS.

CULTIVO	SUP. EST. HAS	REND. KG/ÁRBOL		INCREMENTO PRODUCTIVO	% INCREMENTO
		ACT.	CON PROY.		
NOGAL	17	10.21	31.20	20.99	67.27

Se está poniendo como ejemplo el árbol de nogal de 14 años.

##### 4.2 GENERACIÓN DE EMPLEO.

###### SIN PROYECTO.

CULTIVO	SUP. EST. HAS.	JORN. REQUER./HA.				TOTAL JORNALES
		SIEMBRA	LABORES CULT.	RIEGO	COSECHA	
NOGAL	17					

###### CON PROYECTO.

CULTIVO	SUP. EST. HAS.	JORN. REQUER./HA.				TOTAL JORNALES
		SIEMBRA	LABORES CULT.	RIEGO	COSECHA	
NOGAL	17					

##### 4.3.- ECONÓMICOS.

CULTIVO	\$ PROD/ÁRBOL/CIC	\$ MED.RURAL/KG	\$ PRODUC/ÁRBOL	UTILIDAD TOTAL/ÁRBOL/AÑ

	LO.		/AÑO	O.
NOGAL	4,680	150.00	4,680	4,680

## 5.- ANEXOS.

### a.- PLAN DE CULTIVOS.

CULTIVO	SUPERFICIE HAS.	%	CICLO.
NOGAL	17	100.00	Feb - Oct

### b.- PADRÓN DE PRODUCTORES.

NOMBRE PROD.	TIPO PROPIEDAD	SUPERFICIE. HAS.
LIC. RICARDO VILLARREAL ZAMBRANO.	P. PRIVADA..	17.00

## DISCUSIÓN.

En la inyección de fertilizantes no es posible utilizar el mismo fertilizante que se emplea al voleo ya que son mas difíciles de diluir, lo que ocasiona que puedan tapar los microaspersores, para esta situación se utilizan generalmente fertilizantes solubles tales como son los siguientes:

Nitrogenados (úreas), Fosfatados y Azufrados. Estos tipos de fertilizantes favorecen, aceleran el crecimiento de los cultivos, sin embargo presenta un problema para los productores, ya que es limitante por el costo, que son caros pero trae consigo buenos beneficios.

Una de las razones principales por la cual se escogió el sistema de riego por micro-aspersión es su adaptabilidad a los árboles frutales, y por su alta eficiencia y por otra parte a sugerencia del mismo productor, ya que de acuerdo a la experiencia de los expertos en esta área los sistemas más adecuados para árboles frutales que comúnmente se utilizan son el riego por microaspersión y goteo.

## CONCLUSIONES

Se concluye que de acuerdo a las políticas que se manejan actualmente en nuestro país, el Gobierno Federal ha creado diversos programas de apoyo a los productores, uno de estos es el de Alianza para el Campo, de este programa se ha derivado la Ferti-irrigación, con el propósito de eficientar, el manejo del agua así como conservar los suelos e incrementar los rendimientos y la calidad de la producción. En este sistema de riego por Micro-aspersión se eliminan, las grandes pérdidas de agua que anteriormente se presentaban, ya que el productor utilizaba el riego por gravedad.

El sistema instalado puede regar en su totalidad la huerta de nogal, con el método que utilizaban tenían que transcurrir varios días para alcanzar a regarlo, lo que incrementaba el consumo de agua. Con la instalación de este sistema se puede aplicar los riegos oportunamente para promover el crecimiento y la productividad de los nogales, así como controlar el tiempo de riego.

El diseño del riego por micro-aspersión es una buena opción para obtener una mayor eficiencia en el uso del agua de riego, aportando equitativamente el agua en su tiempo y cantidad necesaria, satisfaciendo las necesidades hídricas del cultivo, de esta forma se logra eliminar las pérdidas por conducción las cuales en riego por superficie son altamente significativas.

El instalar el riego por Micro-aspersión en la huerta del nogal proporciona grandes beneficios en el desarrollo del cultivo y sobre todo en la producción, tomando en cuenta que en la formación y llenado del fruto, para el nogal en estas etapas es donde tiene mayores exigencias de agua, por lo tanto se concluye entonces que las grandes producciones de nuez dependen en gran medida de la disponibilidad del agua.

Cabe mencionar que las necesidades de agua de los cultivos durante todo su ciclo deberían guiarse por los abatimientos de

húmedad, esta variable puede ser medida con algún instrumento como lo es el tensiometro, tanque evaporómetro y algunos otros equipos más para poder tomar las decisiones del cuanto y cuando regar.

De acuerdo a los objetivos antes mencionados se cumple la hipótesis establecida, ya que el diseño e instalación del riego por Micro-aspersión fue ejecutada con el fin de promover un desarrollo rápido de los árboles de nogal.

### **OBSERVACIONES.**

Se puede observar que con este sistema de riego se alcanza a regar toda la huerta, caso que anteriormente no sucedía con el riego que se estaba utilizando como era el riego por superficie. El riego por superficie presentaba baja eficiencia, sin embargo con el riego por micro - aspersión se logro incrementar significativamente la eficiencia.

Se observa que una limitante para los productores es el alto costo de este sistema sin embargo los técnicos debemos involucrarlos a aprovechar los grandes beneficios que esta aportando el gobierno federal y hacerlos concientes del uso de los grandes beneficios que aporta cada sistema a lo largo del tiempo.

### **RECOMENDACIONES.**

Se recomienda utilizar al máximo los benéficos que nos ofrece este sistema como lo es la inyección de fertilizantes solubles a través de este sistema así como insecticidas para obtener mayores benéficos y reducir la mano de obra.

Es necesario la instalación de filtros para prevenir el taponamiento de los emisores.

Se recomienda establecer cultivos en los espacios que quedan disponibles entre los nogales aprovechando al máximo el suelo, ya

que los arboles de nogal todavía están pequeños y se puede aprovechar los espacios libres.

Realizar podas a los árboles para disminuir la evapotranspiración y lograr también la disminución del volumen de agua por aplicar así como propiciar una mejor forma al árbol.

Llevar acabo las practicas de preparación del terreno y sobre todo la nivelación de los mismos para tener un mejor almacenamiento del agua así como una mejor uniformidad.

Se recomienda al productor aplicar insecticidas en el momento oportuno y no esperar ha que el problema se agrave y pueda causar grandes daños en los cultivos de que se trate.

## **BIBLIOGRAFIA.**

J. Boswell, Michael, 1984. Micro-irrigation design manual, James Hardie Irrigation, Inc.

Brison, F.R. 1976. Cultivo del Nogal pecanero. México. Conafrut.

Copado Montes Roberto, 1984 ; Folleto sobre nivelación de tierras para riego. Editorial Asociación de organismos de agricultores del norte de Sonora.

Copyright Rain Bird sales, Turf División 1984.

Conafrut, SAG/México, 1973. Folleto Número 15 de la serie técnica.

Conafrut, SAG/México, 1970. Folleto Número 10 de la serie técnica.

CIAN, INIA, SARH, 1985. Guía técnica del nogalero. Publicación especial número 15, Febrero 1985. Campo Agrícola Experimental de la laguna-Matamoros, Coahuila, México.

Duarte, L.E. 1967. El nogal. Torreón, Coah. México. Banco de crédito Agrícola, S.A.

Duran Vázquez y Juana Ma. Mendoza, 1985. Climatología. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Espinosa Villarreal Juan, 1995. Metodología y consideraciones teórico prácticas para la selección de un sistema de riego presurizado. Buenavista Saltillo, Coahuila, México.

García Casillas I. y Briones Sánchez G, 1997. Sistema de riego por aspersión y goteo. Editorial Trillas, S.A de C.V. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila, México.

Jasso Ibarra Rodolfo y Lindolfo Rojas Peña, 1982, Manual de Relación Agua-Suelo-Planta. UAAAN, Saltillo Coah, México.

Keith Shepersky. Landscape Drip irrigation Design Manual (Rain Bird) Copyright Rain Bird sales, Turf División 1984.

Luna Lorente Francisco, 1990. El nogal, Producción de frutos y madera. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España.

Memorias del seminario Nacional sobre riego por Goteo, 1975. Hermosillo Sonora. Tomo II.

Montañez González Oziel, 1986. Revista científica, AGPAPIA. Vol. 2 No. 1. UAAAN. Saltillo Coah, México.

Pimentel González Jesús Octavio, 1976. Tesis de licenciatura, rehabilitación y manejo de una huerta de nogal en Ramos Arizpe, Coahuila, México.

Pompa Gómez Pedro, 1979. Riegos a presión, aspersión y goteo. Segunda edición ; Editorial AEDOS ; Barcelona, España.

Ramírez Ramos Luis Edmundo, 1991. Apuntes de sistemas de riego general. UAAAN. (Sin publicar). Saltillo Coah, México.

Rojas Peña Lindolfo y Gregorio Briones Sánchez, 1990. Sistema de Riego. UAAAN ; Saltillo, México.

Shlomo Armoni, 1985. Riego por Micro-aspersión. Prensa xxi, S.A. ; Barcelona España.

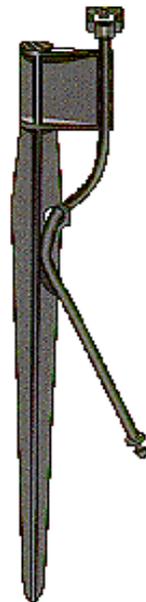
Torres Ruiz Edmundo, 1995. Agro-Meteorología; Editorial Trillas, S.A. de C.V. UAAAN, Buenavista Saltillo, Coahuila México.

Villarreal Reyna Fernando A., 1994. El riego. Property of Inter-American Equipment Co.

Withers B. y Stanley Vipond, 1979. El Riego, diseño y practica, Editorial Diana. México, D.F.

## ANEXOS

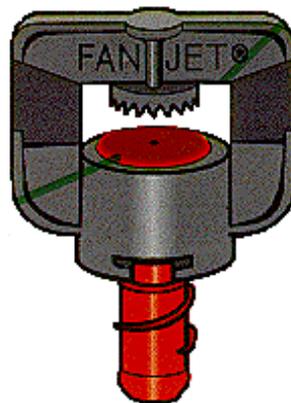
FIGURA No. 1



BASE COMPLETA CON MICROASPERSOR



**FORMA DEL ROCIADOR DEL PATRON " N "**



**CABEZA DE MICROASPIERSOR FAN-JET.**





