

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
PRESENTA:

JOSE PEDRO SANCHEZ MARQUEZ

MEXICO, D. F.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL

AGRICULTURA

Al Pasante señor JOSE PEDRO SANCHEZ MARQUEZ
P r e s e n t e .

FACULTAD DE INGENIERIA
EXAMENES PROFESIONALES
60-1-258

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Rafael Covarrubias, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.

"SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO"

Introducción

Descripción de los recursos naturales

Uso del suelo y del agua

Infraestructura y comercialización

Demografía

Análisis de la situación actual y su proyección

Programación de actividades

Sistemas hidráulicos alternativos

Ingeniería de proyecto

Evaluación.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cd. Universitaria, a 30 de septiembre de 1981

EL DIRECTOR

ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU.

JJE/OBLH/sho.

Í N D I C E

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	4
USO DEL SUELO Y DEL AGUA	9
INFRAESTRUCTURA Y COMERCIALIZACIÓN	11
Infraestructura	11
Comercialización	12
DEMOGRAFÍA	15
Tenencia de la tierra	15
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y SU PROYECCIÓN ..	17
PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES	19
Componentes del sistema	22
SISTEMAS HIDRÁULICOS ALTERNATIVOS	28
INGENIERÍA DE PROYECTO	31
Uso Consuntivo	32
Cálculo Hidráulico	43
Presupuesto	52
EVALUACIÓN	54

	pág.
Ventajas	54
Desventajas	57
Beneficio - Costo	58
Financiamiento	60
CONCLUSIONES	61
ANEXOS	63
BIBLIOGRAFÍA	71

I N T R O D U C C I Ó N

El hombre para su supervivencia buscó siempre sitios donde el agua era abundante. Cuando empezó a dedicarse a la agricultura, se obligó a vivir en estrechas zonas de tierra fértil; aunque solo en ciertas épocas del año, sometidos a los caprichos de la naturaleza, por lo que la agricultura sólo era temporal y los tiempos de sequía le ocasionaban hambre y miseria.

El crecimiento de la población y la necesidad de obtener más alimentos lo llevaron a extender sus áreas de cultivo y obtener el agua por diferentes medios. Así desvió el imprescindible líquido de los ríos hasta las áreas que quería regar y empezó a dar los primeros pasos en el campo de la irrigación.

La primera forma que utilizó, fue la de inun-

dar los campos de cultivo. Más adelante, el riego por inundación evolucionó y se convirtió en riego por surco, lo cual implicó una nivelación del terreno con detalles especiales.

Como ha sucedido en la mayoría de los grandes descubrimientos, un hecho fortuito permitió entender - que más que agua en abundancia, las plantas la requieren de manera constante y en el núcleo radicular.

Hace un poco más de 40 años, el ingeniero israelita Symcha Blass observó que el crecimiento de un árbol cercano a una llave que goteaba poco pero constantemente, era más vigoroso que el de los otros árboles de la misma zona que recibían el agua de una sola vez y en mayor cantidad. Blass sabía que los métodos de riego - clásicos desperdiciaban gran cantidad del agua aplicada a los cultivos; por eso, el ejemplo del grifo que goteaba fue el chispazo que le hizo pensar en un sistema de riego que suministrará agua en cantidades pequeñas, literalmente gota a gota. Con el tiempo, llegaría a diseñar y patentar un sistema de baja presión que vertía - pequeñas cantidades de agua a las raíces de las plantas, a intervalos frecuentes.

Cuando Blass concibió la idea de su sistema - de riego, no se disponía de los materiales necesarios - para construir una estructura de presión baja a un precio razonable. Hubo que esperar al rápido desarrollo de la industria del plástico, después de la Segunda Guerra

Mundial, para que se fabricaran materiales apropiados - para construir tubos flexibles, económicos y resistentes a los agentes químicos.

Así, poco a poco, con la tenacidad del hombre y la ayuda de esta nueva técnica que hoy está a su disposición, las tierras áridas de muchas partes del mundo se han incorporado al cultivo, y las tierras fértiles - se han hecho más productivas todavía, con gran economía de agua y fertilizantes ya que éstos se transportan hasta las raíces de las plantas, regando así el lugar exacto con la cantidad y frecuencia precisas.

Teniendo en cuenta toda esta perspectiva, y - sabiendo hoy en día la importancia que tiene para la humanidad un buen método para la obtención de mejores alimentos y mayor cantidad de éstos, se presenta el siguiente proyecto de Riego por Goteo adaptado a un cultivo de árboles frutales en el Estado de Guerrero, ya que considero a esta técnica muy prometedora para solucionar beneficiosamente la demanda actual.

DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

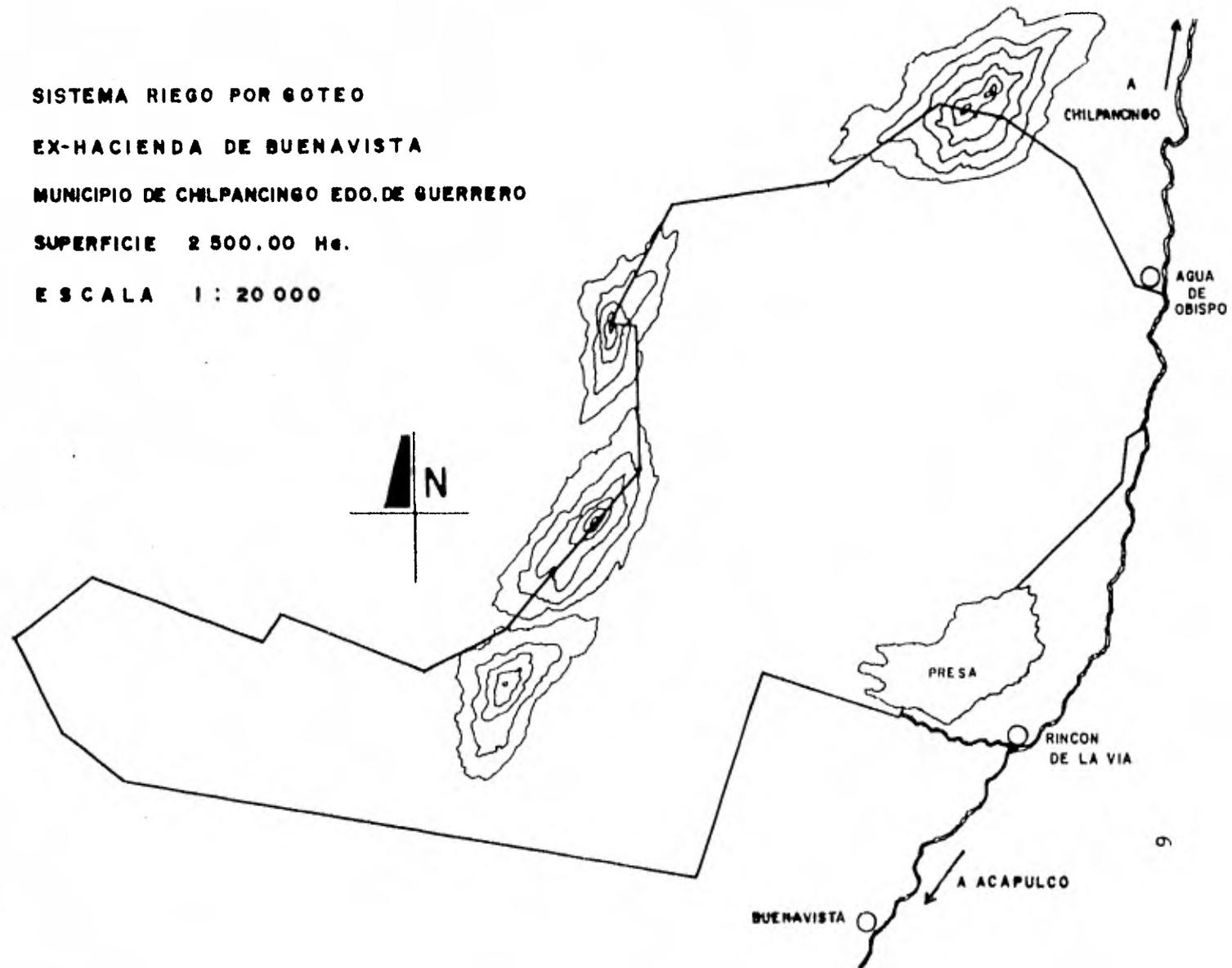
En la Ex-Hacienda de Buenavista es donde se -
pretende establecer la Unidad de Riego por Goteo. Está
situada en el Distrito de Bravos, dentro del Municipio
de Chilpancingo, en el Estado de Guerrero; a 347 Km de
la Ciudad de México y a 64 Km del Puerto de Acapulco. -
Se encuentra entre los lugares conocidos como Agua de -
Obispo y el Ocotito, a una longitud Oeste de $99^{\circ} 30'$ y
a una latitud Norte de $17^{\circ} 15'$; colindando con la carre-
tera México Acapulco.

La propiedad cuenta con una extensión de -
2 500 hectáreas; y su altitud es aproximadamente 700 -
metros sobre el nivel del mar.

Limita al Norte con la Ampliación Definitiva
de Soyatepec, con terrenos del señor Juan Leyva y la -



SISTEMA RIEGO POR GOTEO
EX-HACIENDA DE BUENAVISTA
MUNICIPIO DE CHILPANANGO EDO. DE GUERRERO
SUPERFICIE 2 500.00 Ha.
E S C A L A 1 : 20 000



Hacienda de Agua de Obispo. Al Sur con el Ejido Definitivo de Buenavista y Anexsos. Al Este con la Carretera México-Acapulco y la Ampliación Definitiva de Rincón de la Vía. Y al Oeste, con la Hacienda de Soyatepec.

La Sierra Madre del Sur atraviesa el Estado de Guerrero, imprimiendo al territorio un carácter esencialmente fragoso. Pero existen algunos descansos de este agitado movimiento del terreno, como el lugar en descripción, que es un bonito valle con leves ondulaciones. Formándole a la propiedad en uno de sus extremos, las montañas, un bonito lindero natural.

El río Hueyapan surca en gran parte a la propiedad, recorriendo las partes más bajas. Hay también en el lugar algunos manantiales como los llamados La Pedrera y el Salto Alcholoa.

Existe en uno de sus límites de la Ex-Hacienda la Presa Ing. Fernando Galicia Islas con una capacidad de 2 000 000 de metros cúbicos cuyo costo fué de \$ 6 700 000.00, beneficiando a setenta y nueve familias y a una superficie de riego de 147 hectáreas. Esta obra fué construida por el gobierno federal, entregándose al pueblo en julio de 1976.

El agua de la presa se ocupa para uso agrícola y la utilizada para el consumo humano, se extrae de un pozo.

Encinos amarillos, prietos y blancos, sauces, ocotés, algunos cedros, oyameles y otras clases de árboles cubren el terreno. En algunas zonas éstos serán desmontados para dar lugar a la huerta de mangos.

El paisaje es hermoso y su fauna ayuda a realzarlo. Encontramos entre otros animales palomas y pericos; además de las garzas que visitan la presa en busca de alimento. La bandada de estas zancudas se acrecienta por las noches ofreciendo un espectáculo digno de admirarse.

El lugar tiene un clima cálido subhúmedo por estar comprendido en el grupo megatérmico (zona cálida o tropical), con una precipitación media anual de -
1 200 mm.

USO DEL SUELO Y DEL AGUA

El terreno como el agua constituyen un papel importante en la actividad humana que repercute en la situación económica y social de sus habitantes.

La parte a la que nos hemos estado refiriendo de Buenavista se encuentra deshabitada a excepción de la familia que está al cuidado de la propiedad y se sostiene del pago otorgado por esto. Ellos utilizan los servicios de Rincón de la Vía que es el poblado más cercano.

Las tierras no se han trabajado, sus maderas no se han aprovechado, ni se ha explotado el lugar de ninguna forma todavía; pero el agua de la presa ya se ha empezado a emplear, bombeándola para regar un pequeño vivero, donde ya se encuentran los primeros árboles

de mango que posteriormente serán plantados.

Recientemente los técnicos de los Laboratorios de Suelos, Aguas y Plantas de la Conafrut (Comisión Nacional de Fruticultura), analizaron la tierra y el agua de la Ex-Hacienda de Buenavista (consultar anexos).

Los análisis físico-químicos de suelos y aguas son necesarios para conocer cualidades o inconvenientes que se pueden encontrar para el buen desarrollo de los frutales así como para determinar los fertilizantes adecuados.

Para tener un fiel reflejo de la constitución de dichos elementos se siguieron las instrucciones específicas en la obtención de los muestreos. Se analizó el agua de la Presa Ing. Fernando Galicia Islas y la del manantial La Pedrera, así como siete muestras de suelo. Los resultados revelaron que la tierra es la adecuada para la huerta de mangos y el agua del lugar es de muy buena calidad, factores que ayudarán a sacar adelante nuestra tarea emprendida.

INFRAESTRUCTURA Y COMERCIALIZACIÓN

Infraestructura

La carretera México Acapulco se extiende por uno de los límites de la propiedad; esta vía de comunicación tan importante viene a brindarnos grandísimas ventajas. Así mismo se cuenta con un camino de terracería que cruza casi por la mitad el terreno y que fue abierto por la Secretaría de Recursos Hidráulicos para transportar la cantera que hay al otro extremo sobre los linderos, para la construcción de la Presa Ing. Fernando Galicia Islas, obra que permite transformar el terreno en propio de riego.

La facilidad para transportar el producto de las plantaciones es inmejorable ya sea que se dirija al Distrito Federal, al Puerto de Acapulco u otros lugares; para su distribución en territorio nacional o para su -

exportación. Encontrándose Acapulco tan cerca del lugar y teniendo este un aeropuerto internacional la transportación de la cosecha puede hacerse por vía aérea, marítima o terrestre.

También se goza de energía eléctrica, servicio básico para la prosperidad de cualquier lugar.

Todos los elementos mencionados con que cuenta la plantación, elevan el valor de la propiedad y la colocan en envidiable situación.

Comercialización

El mercado es un factor base para la elección del cultivo que convenga implantar en determinada zona, debiéndose conocer la perspectiva general de la saturación y demanda del producto.

El plantío que se eligió para la Ex-Hacienda de Buenavista es el mango, ya que se cuenta con los requerimientos necesarios para su cultivo y además los especialistas en asesoría comercial frutícola informan - que hay demanda nacional e internacional del fruto.

El mango conocido como Manguífera Indica, es una fruta originaria de Asia. Su sabor es excelente y - ésto ha hecho que goce de la preferencia de muchas personas. Es suave, jugoso y su aroma invita a paladearlo.

Se cultiva en países de clima tropical o subtropical.

India es el país principal productor de mango y es seguido por el Brasil, Pakistán y México.

La producción frutícola del país ha tenido un incremento cuantitativo y cualitativo, por lo que si se pensara en la exportación, las características de nuestros productos están en condiciones de afrontar la competencia internacional.

Así que el mercado exterior representa una excelente oportunidad para el mango mexicano, ya que los países desarrollados no lo producen o sus volúmenes no satisfacen la demanda interna.

Estados Unidos ha absorbido en los últimos años más del 90% de la exportación mexicana de este fruto, y el que sea el principal comprador resulta otra condición favorable por su cercanía.

Para calcular el rendimiento de la plantación, recurrimos a los asesores técnicos expertos de la Comisión Nacional de Fruticultura, los que suponen una producción de 20 000 kilogramos por hectárea, ésto es, lo que se recogerá por cada 100 árboles, a los cinco años de plantados; aumentando la suma del producto en la medida en que los árboles sean más grandes.

Si multiplicamos los veinte mil kilogramos -

por el valor de un kilo de mangos, el resultado es un excelente ingreso, que lógicamente se acrecentará conforme aumenten los precios de los productos alimenticios.

Guerrero ocupa el cuarto lugar en nuestro país como entidad productora de mango, siendo Veracruz, Oaxaca y Sinaloa los principales. Lo que significa que la huerta estará en un magnífico lugar. Y gracias al tipo de riego que se utilizará, las plantas lograrán la madurez antes que otras regadas por diferentes métodos y una cosecha temprana puede venderse a precios más elevados, que una cosecha puesta en el mercado en plena temporada. Además otra ventaja del riego por goteo es que se producen mayor número de frutos y de mejor calidad, lo que redundará en su fácil comercialización.

DEMOGRAFÍA

Actualmente dentro de las tierras que pertenecen a la Ex-Hacienda de Buenavista, solo vive un matrimonio con sus hijos, que son los encargados de cuidar el lugar.

Los dueños viven en el Distrito Federal y solo la visitan periódicamente.

Tenencia de la tierra

Desde 1702 figuran legalizadas las propiedades de la Hacienda de Buenavista, según consta en los documentos fehacientes del archivo general de la nación.

Habiendo sido nombrado en 1852 albacea de di

cha Hacienda el héroe magnánimo de la Patria el General Don Nicolás Bravo, se llevaron a cabo minuciosos documentos que comprueban la legitimidad de la propiedad.

Se levantó en aquel entonces un plano, donde se marca a la Hacienda una extensión aproximada de veinte mil hectáreas, que pertenecían en ese tiempo a la familia Leyva.

Dicho terreno se dividió posteriormente y pasó en su mayoría a ser parte del Ejido; quedando solamente 2 500 hectáreas a la ahora llamada Ex-Hacienda de Buenavista.

Las 2 500 hectáreas se han fraccionado en pequeñas propiedades y se han repartido a miembros de la familia Ruiz de Velasco que son los actuales propietarios.

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y SU PROYECCIÓN

El terreno se encuentra semiboscoso y con pagtizales, contándose con un tipo de suelo muy apto para uso agrícola y con suficiente agua de muy buena calidad. Y hasta el presente toda esta fertilidad no se ha explotado.

Además se goza de condiciones atmosféricas - muy favorables, de servicio eléctrico y excelentes vías de comunicación (marítima, aérea y terrestre).

De ahí, que se haya empezado a planear el aprovechamiento de todos estos recursos brindados por - tan privilegiado lugar. Todos los estudios hechos muestran muy pertinentes los propósitos de llevar a cabo - ahí, plantaciones de mango utilizando el riego por goteo.

Cuando en las regiones el agua es muy escasa o de mala calidad así como la tierra, es muy recomendable la utilización de este sistema de riego.

En nuestro caso afortunadamente nos vemos libres de estos problemas, y se ha pensado en implantar el riego por goteo por los beneficios que ofrece en la producción, como la elevada cantidad y mejor calidad de los productos cosechados y otras grandes ventajas - mencionadas en este trabajo.

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

Cada día, aumenta la vasta red de tubos plásticos, instalados en diversas partes del mundo cuyo fin es regar cultivos, llevando el agua hasta las raíces de las plantas, depositándola gota a gota en el lugar exacto con la frecuencia y cantidad precisas.

Regar la planta y no inundar de agua el suelo, es el principio de este revolucionario sistema, llamado "Riego por Goteo".

En esta técnica el agua combinada con los fertilizantes se conduce hasta el contorno de las plantas.

Aunque la aplicación del agua se hace en determinados puntos, ésta se esparce bajo la tierra, creando así, un bulbo de humedad en la zona requerida. A través de los poros mayores del suelo, el agua des-

ciende por gravedad y a través de los poros más pequeños se esparsen en todas direcciones por acción capilar. Esto permite que el vegetal con un mínimo de esfuerzo absorba el agua y los nutrientes sin tener que extender sus raíces para buscarlos. Es decir, se elimina la tensión de la planta y la energía ahorrada la utilizará en alcanzar la madurez, antes que otras plantas regadas por otros métodos, desarrollándose exuberantemente, aumentando su cantidad de frutos que serán de mayor tamaño y en general de una calidad superior.

El sistema puede instalarse en superficies accidentadas o con grandes pendientes, sin riesgo a propiciar la erosión. Se emplea en una amplia variedad de suelos, aún en tierras desechadas por su salinidad. Lo que ha permitido transformar muchos desiertos en lugares extraordinariamente productivos y a las zonas fértiles las ha hecho tener un gran aumento en sus rendimientos.

El riego por goteo ha conseguido utilizar agua con alto contenido de sales lo que ya es un gran logro por sí solo.

Ahora bien, llegando el agua hasta la zona radicular se evita su pérdida por infiltración y evaporación antes de llegar a la raíz. Además, no se alimentan hierbas parásitas porque el resto de la superficie se mantiene seca, hecho que también permite, que al mismo tiempo de estar regando se puedan desempeñar --

otras tareas agrícolas como es la pizca, la aplicación de herbicidas, etc..

Los experimentos realizados con el riego por goteo, han reportado incrementos de producción en ocasiones hasta del 100%, especialmente en árboles frutales.

Haciendo un breve análisis de diferentes zonas del país en las que los regímenes pluviométricos - ofrecen elevadas cifras de precipitación anual; observaremos que la distribución de la lluvia tiene lugar - dentro de un período limitado como máximo de 6 meses; dejando por un período igual a los cultivos de temporal impracticables.

Como ejemplo citaremos las huertas de mango manila de la Cuenca del Papaloapan, que sufren trastornos debido a que sus requerimientos máximos de agua son durante los cuatro meses primeros del año que están comprendidos en tiempos de secas.

La situación anterior nos hace comprender - que hasta zonas privilegiadas así como las desérticas por la insuficiencia de las precipitaciones pluviales, tienen la necesidad de contar con una irrigación artificial; y afortunadamente con el riego por goteo se cuenta con un firme apoyo en la lucha para alcanzar la producción de alimentos que la humanidad requiere.

Componentes del Sistema

Últimamente encontramos industrias dedicadas al diseño y manufactura de material para el riego gota a gota. Lo que ha traído consigo cambios de mejoramiento al equipo empleado.

Toda instalación debe diseñarse específicamente para las necesidades de cada zona y cultivo. Estos sistemas deben ser programados por ingenieros que tomen en cuenta muchos aspectos hidráulicos y agrónomos para garantizar los buenos resultados.

Las partes esenciales del equipo para el riego por goteo son:

Fuente de abastecimiento de agua.- Pueden ser presas, pozos, ríos, manantiales, etc..

Bomba.- Para impulsar el agua a través del sistema de filtración, sistema de fertilización, tuberías y válvulas hasta los goteros.

Manómetro.- Instrumento que indicará la presión con que el agua está siendo conducida.

Tanque Fertilizador.- Aquí se aplicarán los fertilizantes necesarios que se mezclarán con el agua, como el nitrógeno. Con este tanque se puede controlar perfectamente la dosis de nutrientes, fungicidas, pesticidas, etc., así como asegurar su distribución uniforme.

Filtros.- El problema principal que se podría presentar en los equipos de riego por goteo, es el taponamiento de los goteros, lo que se evita instalando dispositivos especiales de filtración que impidan el paso de los materiales perjudiciales a los goteros.

Medidor de Volúmenes.- Es muy importante tener el control de la cantidad de agua y fertilizantes - que se aplican con el equipo, así como los volúmenes acumulados y el gasto instantáneo, por lo que el medidor resulta necesario.

Red de Tuberías.- Estas tuberías son obviamente los medios por donde se conduce el agua, y se - constituyen por líneas de conducción, distribución y regantes.

Líneas de Conducción.- Son aquellas que llevan el agua de la fuente de abastecimiento a las líneas de distribución, su diámetro es el mayor en comparación con los otros tubos; variando su medida de acuerdo a la distancia y caudal de descarga. Comúnmente se utilizan tuberías de policloro de vinil (P.V.C.) en diámetros de hasta 5", para diámetros mayores es preferible utilizar tuberías de asbesto - cemento (A/C).

Regulador de Presión.- El instrumento, por - medio de válvulas asegura una presión constante sin variación en las líneas de conducción permitiendo que cada gotero descargue siempre la misma cantidad de agua - sin importar la localización de los goteros, ni la va-

riación topográfica del terreno o fluctuación en el sistema de bombeo.

Este aparato también llamado regulador de gasto, se coloca en la conexión de la línea de conducción y la línea de distribución.

Línea de distribución.- Son cañerías secundarias de tamaño menor que las principales y son las encargadas de conducir el agua a las tuberías regantes. - Aunque en algunos sistemas se omiten y las líneas regantes se unen directamente a la cañería principal, dependiendo del tamaño del proyecto y de su diseño.

El material usado para estas líneas de distribución son el P.V.C. y el polietileno de media y alta densidad. Los diámetros más utilizados varían de 3/4" a 2".

Tuberías Regantes.- Estas son las de menor diámetro, en general están constituidas por mangueras de 1/2" a 5/8". Son donde van acoplados los goteros o emisores. Los tubos deben ser flexibles, para facilitar su manejo y adaptación a las condiciones topográficas, casi siempre se fabrican de polietileno de densidad media y alto intemperismo, con un contenido de negro de humo y antioxidantes e inhibidores de rayos ultravioleta e infrarrojos, esto debido a que normalmente se instalan superficialmente.

Las terminales de las líneas de riego deben ir provistas de tapones, fáciles de quitar con el objeto

to de drenar las líneas y limpiarlas de impurezas o burujas de aire.

Emisores o Goteros.- Son los que depositan - el agua en el sitio preciso, en las cantidades suficientes de acuerdo con los principios técnicos del procedimiento de riego.

El gotero es un dispositivo importantísimo, - del cual se toma el nombre para el método de riego. Su variedad es muy amplia y los podemos dividir en tres - grupos: goteros de microtubo, goteros regulables y goteros de descarga constante.

Dentro de los primeros están comprendidos todos los emisores cuyo cuerpo son tubos de polietileno - de densidad media, conocidos como "Spaguetti". Su diámetro varía de 1 a 3 milímetros, su longitud está en - función de la carga hidráulica y del gasto que se desee proporcionar. Generalmente van incertados por un extremo a la línea regante y por el otro sale el agua.

Los goteros regulables son los que permiten - controlar manualmente el gasto de descarga, accionando un obturador de salida, hecho que resulta realmente muy difícil de lograr en la práctica.

Existen otros tipos de emisores, casi todos ellos resultados de combinaciones, sobre todo de las dos clases acabadas de mencionar, las que presentan una serie de pros y contras.

Los goteros de descarga constante, están constituidos por un cuerpo firme sin partes móviles que lo pudieran desajustar; no requieren compensación por desniveles en el terreno; son diseñados para proporcionar una descarga de agua constante. Generan un flujo interior que aunado a la sección de paso impide la obstrucción por sales o basuras. Se conectan a las tuberías regantes a base de estrías que facilitan su colocación y no estorban el área hidráulica del tubo.

Se considera a este tipo de goteros los mejores pues expulsan la misma cantidad de agua independientemente de la distancia a que se encuentren de la bomba. Vienen sellados de fábrica y garantizados para dar el rendimiento señalado.

También hay otras piezas especiales como cople, tes, terminales, codos, reducciones, niples, etc., elementos, que ocasionan a veces irregularidades en el funcionamiento del equipo por uniones mal hechas y sobre todo por la mala calidad de los materiales.

Las uniones entre tuberías y goteros o piezas especiales pueden ser cementadas, con silletas y por inserción con estrías externas, siendo esta última más apropiada, por varios aspectos como la eliminación de fugas de agua.

Se pueden superar muchos problemas de uniones utilizando buenos accesorios y tubos de polietileno de

densidad media y alto intemperismo que proporcionan un buen sello hidráulico sin necesidad de abrazaderas.

Las investigaciones mundiales sobre el Riego por Goteo son bastantes. A nivel nacional existen varios organismos que ya sea por interés comercial, industrial o didáctico, han desarrollado actividades para ir afinando los métodos de cálculo, el equipo empleado, formas de aplicarlo en el campo, etc.. Entre estas dependencias podemos mencionar la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, el Instituto Tecnológico de Monterrey, la Escuela de Agricultura "Antonio Narro" de Saltillo, la Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma del Estado de Sonora etc..

Además en marzo de 1972 se fundó el Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR) en el Estado de Durango. Ahí se hacen experimentos con el riego por goteo en diferentes cultivos, se ha observado el comportamiento de diversos equipos de fabricación nacional y extranjera, así mismo se llevan a cabo estudios de la dinámica del agua en diversos tipos de suelos etc., los resultados son muy importantes y comprueban reiteradamente lo provechoso del sistema.

SISTEMAS HIDRÁULICOS ALTERNATIVOS

La agricultura tuvo que esperar varios miles de años para que se desarrollaran nuevos métodos de irrigación. Durante los últimos tiempos existieron algunos experimentos en varios países que sirvieron de bases a los cambios modernos; pero que quedaron como simples intentos no patentados.

Las formas tradicionales para distribuir el agua en los campos de cultivo son los denominados de superficie, como el sistema de riego por inundación o a manta, que consiste en cubrir todo el terreno con una capa de agua donde la altura puede variar según las necesidades.

Otro método de irrigación de superficie utilizando más comunmente es el de surcos, donde el agua

se guía por los pequeños canales de tierra (construidos casi siempre paralelamente) para que llegue hasta las raíces de las plantas.

Aunque en un terreno plano el agua no podrá conducirse en pequeñas cantidades a grandes distancias ya que el líquido se infiltra y evapora antes de llegar a todos los lugares por regar.

Cuando la superficie del terreno es accidentada se presentan impedimentos difíciles de superar con este sistema. Y en zonas con gran pendiente el procedimiento no es recomendable porque contribuye a la erosión del suelo. Inconvenientes que también tiene el riego por inundación.

Fue hasta después de la Segunda Guerra Mundial que surgió un nuevo sistema que mejoró notablemente la utilización del agua así como el rendimiento de las cosechas, este fue el riego por aspersión o lluvia artificial, que se realiza por medio de una red de tuberías interconectadas que conducen el agua desde una instalación de bombeo. Hasta los aspersores que dejan caer el líquido tanpreciado con uniformidad sobre todo el terreno.

Todos estos sistemas tienen en común el uso indiscriminado del agua, y el último citado tiene además la desventaja, de que al pulverizar el agua hace mucho más fácil su evaporación.

Juega el riego un papel de primera importancia en los índices de productividad agrícola por permitir utilizar los suelos ininterrumpidamente en contraste con las siembras de temporal, cultivables sólo en las épocas de lluvia.

El riego no sólo mejora el cultivo de las tierras, sino que convierte los suelos considerados en muchas ocasiones estériles en áreas fértiles.

Las investigaciones continuaron en los campos experimentales hasta que en 1960 los científicos israelitas hicieron público su éxito espectacular obtenido al aplicar el método de su compatriota Syncha -- Blass "el riego gota a gota" en zonas donde las cosechas habían sido pobres con el riego de surco y por el de aspersión.

Esta técnica viene a lograr una mejora sustancial en el rendimiento de las cosechas en regiones de condiciones favorables y en lugares adversos, superando muchas y variadas dificultades.

INGENIERÍA DE PROYECTO

El riego se practica primordialmente para corregir las deficiencias en la distribución y cantidad de la precipitación pluvial del clima en un área determinada. Dado que la necesidad de riego depende del clima, es natural que la respuesta a muchos problemas derivados con el planeamiento del riego debe de ser encontrada a través de un estudio de los datos climatológicos.

Algunos agricultores tenían la creencia de - que si se regaba mucho un cultivo se tendrían mejores resultados; pero el sobre-riego origina variados efectos perjudiciales. Se ha visto que si en algunos cultivos se bajan los niveles de humedad considerablemente, en ciertas épocas, las plantas se desarrollan mejor, - proporcionando excelentes cosechas.

Así, para encontrar la relación Agua-Suelo-Planta, se han llevado a cabo muchos estudios, obteniendo fórmulas para calcular las láminas por aplicar en cada riego, encontrándose también métodos para determinar sus intervalos.

Uso Consuntivo

El Ing. John E. Field utilizó en 1930 por primera vez el término "Consumptive Use of Water" que fue traducido al español literalmente como "Uso Consuntivo del Agua", definiéndose a éste como la "cantidad de agua usada por una planta en la construcción de sus tejidos, así como en la evaporación y la transpiración de la superficie del suelo, sobre la que se desarrolla.

Se puede considerar que el uso consuntivo del agua es igual a la evapotranspiración (evaporación +transpiración), ya que el agua utilizada por las plantas en la formación de tejidos no excede al 1% del total del agua empleada. Asumiendo que la evapotranspiración es la pérdida de agua en el estado de vapor de un suelo cultivado hacia la atmósfera.

Esta pérdida de agua incluye la vaporización desde las capas superiores del suelo (evaporación) y -

la vaporización del agua tomada del suelo por las plantas (transpiración).

La variabilidad del uso consuntivo del agua depende de diversos factores, en su mayoría determinantes del desarrollo vegetativo de las plantas y del consumo del agua, ellos son:

Suelo.- Estructura, textura, fertilidad, capacidad de retención del agua, profundidad, nivel freático, etc..

Cultivo.- Especie, variedad, ciclo vegetativo, fase de desarrollo, etc..

Agua.- Disponibilidad, prácticas de riego, eficiencia de aplicación de riego, etc..

Clima.- Temperatura, fotoperíodo, calor aprovechable, precipitación, estado higrométrico del aire, vientos, nubosidad, advección, etc..

Los factores anteriormente enumerados, tienen influencia los unos sobre los otros y nunca actúan independientemente. Sus efectos no son necesariamente constantes y difieren con la localidad y fluctúan de año a año. Algunos involucran el factor humano, otros están relacionados con las influencias naturales del -

medio ambiente y las características de crecimiento de las plantas.

Correlacionando los factores del consumo del agua de la planta con los factores meteorológicos, es necesario contar con información precisa para obtener el uso consuntivo; favorablemente se cuenta con instituciones como la CONAFRUT, que proporcionan gratuitamente los datos requeridos (diagramas ombrotérmicos, - fichas climáticas, etc.), de diversas zonas. Todo ésto facilita el trabajo al que necesite estos antecedentes y le ahorra mucho tiempo.

Respecto a la precipitación pluvial una parte de agua puede perderse por escurrimiento superficial y otra penetra al suelo y está disponible para la evapotranspiración de la planta, reduciendo obviamente la cantidad necesaria del agua de riego. Se pueden emplear diferentes métodos para estimar la lluvia efectiva (agua aprovechable por la planta) en diferentes condiciones de clima, suelo y cultivo.

W. D. Griddle y Harry F. Blaney obtubieron - una fórmula donde relacionan el uso consuntivo con la temperatura media del lugar y la luminosidad; incluyen un factor que depende del tipo de planta considerada.

Determinación del uso consuntivo por medio
del método de "Blaney y Criddle"

Fórmula $U.C. = K F$

donde U. C. = Uso consuntivo

K = Coeficiente para diferentes cultivos en
el mes más crítico (Tabla No. 1).

F = Factor de temperatura y luminosidad; su-
ma de f mensuales.

$$f = \frac{t \times p}{100}$$

t = temperatura media para el período, °F

p = porcentaje de horas luz para el período,
respecto al total anual. (Tabla No. 3)

Si la temperatura se expresa en °C la ecua-
ción sería:

$$f = p \frac{t + 17.8}{21.8}$$

Los valores de la expresión:

$$\frac{t + 17.8}{21.8}$$

se encuentran tabulados en la Tabla No. 2.

Cálculo del uso consuntivo

Cultivo .- Mango (período vegetativo perene)
Zona .- Ex-hacienda de Buenavista, Guerrero Mex.
Latitud .- $17^{\circ} 15'$
Longitud .- $99^{\circ} 30'$
Espaciamiento
to .- 10 x 10 m
Gotero mo-
delo .- 124

En la tabla siguiente se resume el procedimiento.
to.

CÁLCULO DEL USO CONSUNTIVO.

MES	TEMP. C°	p	K	$\frac{t+17.8}{21.8}$	$f=p \frac{t+17.8}{21.8}$	U.C. Cm.	U.C. diario en mm.
ENERO	22.1	7.86	0.7	1.830	14.383	10.06	3.24
FEBRERO	22.4	7.32	0.7	1.844	13.498	9.44	3.37
MARZO	23.3	8.43	0.7	1.885	15.890	11.12	3.58
ABRIL	24.9	8.48	0.7	1.959	16.612	11.62	3.87
MAYO	26.1	9.04	0.7	2.014	18.206	12.74	4.11
JUNIO	25.5	8.87	0.7	1.986	17.615	12.33	4.11
JULIO	24.8	9.11	0.7	1.936	17.636	12.34	3.98
AGOSTO	25.0	8.87	0.7	1.963	17.411	12.18	3.92
SEPTIEMBRE	24.4	8.27	0.7	1.936	16.010	11.20	3.73
OCTUBRE	24.4	8.22	0.7	1.936	15.913	11.13	3.59
NOVIEMBRE	23.7	7.69	0.7	1.904	14.641	10.24	3.41
DICIEMBRE	22.7	7.80	0.7	1.858	14.492	10.14	3.27

COEFICIENTE "K" QUE DEPENDE DEL CULTIVO Y SU ÉPOCA
DE DESARROLLO

CULTIVO	PERÍODO VEGETATIVO	COEFICIENTE "K"
Aguacate	Perenne	0.50-0.55
Ajonjolí	3 a 4 meses	0.80
Algodón	6 a 7 meses	0.60-0.65
Arroz	3 a 5 meses	1.00-1.20
Cacao	Perenne	0.75-0.80
Café	Perenne	0.75-0.80
Camote	5 a 6 meses	0.60
Caña de azúcar	Perenne	0.75-0.90
Cártamo	5 a 8 meses	0.55-0.65
Orizos	7 a 8 meses	0.50-0.65
Chile	3 a 4 meses	0.60
Espárrago	6 a 7 meses	0.60
Fresa	Perenne	0.45-0.60
Frijol	3 a 4 meses	0.60-0.70
Garbanzo	4 a 5 meses	0.60-0.70
Girasol	4 meses	0.50-0.65
Haba	4 a 5 meses	0.60-0.70
Hortalizas	2 a 4 meses	0.60
Jitomate	4 meses	0.70
Lechuga y col	3 meses	0.70
Lenteja	4 meses	0.60-0.70
Lino	7 a 8 meses	0.70-0.80
Maíz	4 a 7 meses	0.75-0.85
Mango	Perenne	0.70
Melón	3 a 4 meses	0.60
Papa	3 a 5 meses	0.65-0.75
Palma cocotera	Perenne	0.80-0.90
Papaya	Perenne	0.60-0.80
Plátano	Perenne	0.80-1.00
Sandía	3 a 4 meses	0.60

TABLA N° 1

VALORES DE LA EXPRESIÓN $t + \frac{17.8}{21.8}$ EN RELACIÓN CON TEMPERATURAS

MEDIAS EN °C. PARA USARSE EN LA FÓRMULA DE BLANEY Y CRIDDLE.

°C.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3..	0.954	0.959	0.963	0.968	0.972	0.977	0.982	0.986	0.991	0.995
4..	1.000	1.005	1.009	1.014	1.018	1.023	1.028	1.032	1.037	1.041
5..	1.046	1.050	1.055	1.060	1.064	1.069	1.074	1.078	1.083	1.087
6..	1.092	1.096	1.101	1.106	1.110	1.115	1.119	1.124	1.128	1.133
7..	1.138	1.142	1.147	1.151	1.156	1.161	1.165	1.170	1.174	1.179
8..	1.183	1.188	1.193	1.197	1.202	1.206	1.211	1.216	1.220	1.225
9..	1.229	1.234	1.239	1.243	1.248	1.252	1.257	1.261	1.266	1.271
10..	1.275	1.279	1.284	1.289	1.294	1.298	1.304	1.307	1.312	1.317
11..	1.321	1.326	1.330	1.335	1.339	1.344	1.349	1.354	1.358	1.362
12..	1.367	1.372	1.376	1.381	1.385	1.390	1.394	1.400	1.404	1.408
13..	1.413	1.417	1.422	1.427	1.431	1.436	1.440	1.445	1.450	1.454
14..	1.459	1.463	1.468	1.472	1.477	1.482	1.486	1.491	1.495	1.500
15..	1.505	1.509	1.514	1.518	1.523	1.528	1.532	1.537	1.541	1.546
16..	1.550	1.555	1.560	1.564	1.569	1.573	1.578	1.583	1.587	1.592
17..	1.596	1.601	1.606	1.610	1.615	1.619	1.624	1.628	1.633	1.638
18..	1.642	1.647	1.651	1.656	1.661	1.665	1.670	1.674	1.679	1.683
19..	1.688	1.693	1.697	1.702	1.706	1.711	1.716	1.720	1.725	1.729
20..	1.734	1.739	1.743	1.748	1.752	1.757	1.761	1.766	1.771	1.775
21..	1.780	1.784	1.789	1.794	1.798	1.803	1.807	1.812	1.817	1.821
22..	1.826	1.830	1.835	1.839	1.844	1.849	1.853	1.858	1.862	1.867
23..	1.872	1.876	1.881	1.885	1.890	1.894	1.899	1.904	1.908	1.913
24..	1.917	1.922	1.927	1.931	1.936	1.940	1.945	1.950	1.954	1.959
25..	1.963	1.968	1.972	1.977	1.982	1.986	1.991	1.995	2.000	2.004
26..	2.009	2.014	2.018	2.023	2.028	2.032	2.037	2.041	2.046	2.050
27..	2.055	2.060	2.064	2.069	2.073	2.078	2.083	2.087	2.092	2.096
28..	2.101	2.106	2.110	2.115	2.119	2.124	2.128	2.133	2.138	2.142
29..	2.147	2.151	2.156	2.161	2.165	2.170	2.174	2.179	2.183	2.188
30..	2.193	2.197	2.202	2.206	2.211	2.216	2.220	2.225	2.229	2.234
31..	2.239	2.243	2.248	2.252	2.257	2.261	2.266	2.271	2.275	2.280
32..	2.284	2.289	2.294	2.298	2.303	2.307	2.312	2.317	2.321	2.326
33..	2.330	2.335	2.339	2.344	2.249	2.353	2.358	2.362	2.367	2.372
34..	2.376	2.381	2.385	2.390	2.394	2.399	2.404	2.408	2.413	2.417
35..	2.422	2.427	2.431	2.436	2.440	2.445	2.450	2.454	2.459	2.463

PORCENTAJES DE HORAS-LUZ EN EL DÍA PARA CADA MES DEL AÑO
EN RELACIÓN AL NÚMERO TOTAL EN UN AÑO.

LATIT. "N" NORTE	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
0	8.50	7.66	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50
5	8.32	7.57	8.47	8.29	8.65	8.41	8.67	8.60	8.23	8.42	8.07	8.30
10	8.13	7.47	8.45	8.37	8.81	8.60	8.86	8.71	8.25	8.34	7.91	8.10
15	7.94	7.36	8.43	8.44	8.98	8.80	9.05	8.83	8.28	8.20	7.75	7.88
16	7.93	7.35	8.44	8.46	9.07	8.83	9.07	8.85	8.27	8.24	7.72	7.83
17	7.86	7.32	8.43	8.48	9.04	8.87	9.11	8.87	8.27	8.22	7.69	7.80
18	7.83	7.30	8.42	8.50	9.09	8.92	9.16	8.90	8.27	8.21	7.66	7.74
19	7.79	7.28	8.41	8.51	9.11	8.97	9.20	8.92	8.28	8.19	7.63	7.71
20	7.74	7.25	8.41	8.52	9.15	9.00	9.25	8.96	8.30	8.18	7.58	7.66
21	7.71	7.24	8.40	8.54	9.18	9.05	9.29	8.98	8.29	8.15	7.54	7.62
22	7.66	7.21	8.40	8.56	9.22	9.09	9.33	9.00	8.30	8.13	7.50	7.55
23	7.62	7.19	8.40	8.57	9.24	9.12	9.35	9.02	8.30	8.11	7.47	7.50
24	7.58	7.17	8.40	8.60	9.30	9.20	9.41	9.05	8.31	8.09	7.43	7.46
25	7.53	7.14	8.39	8.61	9.33	9.23	9.45	9.09	8.32	8.09	7.40	7.42
26	7.49	7.12	8.40	8.64	9.38	9.30	9.49	9.10	8.31	8.06	7.36	7.31
27	7.43	7.09	8.38	8.65	9.40	9.32	9.52	9.13	8.32	8.03	7.36	7.31
28	7.40	7.07	8.39	8.68	9.46	9.38	9.58	9.16	8.32	8.02	7.27	7.27
29	7.85	7.04	8.37	8.70	9.49	9.43	9.61	9.19	8.32	8.00	7.24	7.20
30	7.30	7.03	8.38	8.72	9.53	9.49	9.67	9.22	8.33	7.99	7.19	7.15
31	7.25	7.00	8.36	8.73	9.57	9.54	9.72	9.24	8.33	7.95	7.15	7.09
32	7.20	6.97	8.37	8.76	9.62	9.59	2.77	9.27	8.32	7.95	7.11	7.05
33	7.15	6.94	8.36	8.78	9.68	9.65	9.82	9.31	8.35	7.91	7.07	6.98
34	7.10	6.91	8.36	8.80	9.72	9.70	9.88	9.33	8.36	7.90	7.02	6.92
35	7.05	6.88	8.35	8.83	9.77	9.76	9.94	9.37	8.37	7.88	6.97	6.85
36	6.99	6.85	8.35	8.85	9.82	9.82	9.99	9.40	8.37	7.85	6.92	6.79
38	6.87	6.79	8.34	8.90	9.92	9.95	10.10	9.47	8.38	7.80	6.82	6.66
40	6.76	6.72	8.33	8.95	10.02	10.08	10.22	9.54	8.39	7.75	6.72	7.52
42	6.63	6.65	8.39	9.00	10.14	10.22	10.35	9.62	8.40	7.69	6.62	6.37
44	6.49	6.58	8.30	9.06	10.26	10.38	10.49	9.70	8.41	7.63	6.49	6.21
46	6.34	6.50	8.29	9.12	10.39	10.54	10.64	9.79	8.42	7.57	6.36	6.04
48	6.17	6.41	8.27	9.18	10.53	10.71	10.80	9.89	8.44	7.51	6.23	5.86
50	5.98	6.30	8.24	9.24	10.68	10.91	10.99	10.00	8.46	7.45	6.10	5.65
52	5.77	6.19	8.21	9.29	10.85	11.13	11.20	11.12	8.49	7.39	5.93	5.43

El método directo para la obtención del Uso Consumitivo es el más comúnmente utilizado y aceptado -- en lugares como la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos y la Empresa de Riego por Goteo Rex/Neta-- ím que en la actualidad ha instalado más del 90% de regadíos con este sistema en la República Mexicana.

Cálculo del uso consumitivo

"Método Directo"

Fórmula: $U.C. = K E_v$

U.C. = Uso consumitivo

E_v = Evaporación en mm, que está relacionada con la diferencia entre la presión de vapor de la masa, temperatura del aire y agua, velocidad del viento, presión atmosférica y calidad del agua.

K = Coeficiente para diferentes cultivos en el mes más crítico cuyo valor se encuentra en la Tabla No. 1.

En la Tabla siguiente se considera el método directo para el cálculo de riego.

CÁLCULO DE RIEGO

MES	EVAPORACIÓN DIARIO mm.	U.C. DIARIO 0.7 E V mm.	VOL. DIARIO POR ÁRBOL L.P.S. a=50 M2	TIEMPO DE RIEGO HORAS DIARIAS	
				H.	M.
ENERO	4.09	2.86	143	4	9
FEBRERO	5.60	3.92	196	5	41
MARZO	6.74	4.71	236	6	51
ABRIL	7.16	5.01	250	7	15
MAYO	6.67	4.66	233	6	46
JUNIO	5.30	3.71	186	5	24
JULIO	4.74	3.31	167	4	51
AGOSTO	4.54	3.17	159	4	37
SEPTIEMBRE	4.03	2.82	141	4	5
OCTUBRE	4.16	2.91	145	4	12
NOVIEMBRE	4.13	2.89	145	4	12
DICIEMBRE	4.09	2.86	143	4	9

Cálculo Hidráulico

Para determinar la cantidad de agua que requiere el cultivo, se tomará una hectárea tipo y se mostrará la secuencia del cálculo hidráulico.

Datos:

Superficie a regar - una hectárea

Cultivo

- mango

Edad

- nueva

Espaciamiento

- 10 x 10 m

Gotero modelo

- 124

Distancia entre goteros - 1 m

No. de goteros x árbol - 8

No. de árboles

- 100 árboles x Ha

Símbolos utilizados:

Q = gasto

HF = pérdida total

hf = pérdida parcial

L.P.H. = litros por hora

L.P.S. = litros por segundo

Gasto total:

$$100 \text{ \u00e1rboles} \times 8 \text{ goteros/\u00e1rbol} \times 4.3 \text{ L.P.H.} = 3440$$

$$3440 \text{ L.P.H.} \div 3600 \text{ seg/h} = 0.955 \text{ L.P.S.}$$

L\u00ednea regante:

Gotero modelo 124

Hf m\u00e1x. de 2.40 m y separaci\u00f3n del gotero un metro. (de la gr\u00e1fica No. 1)

La longitud m\u00e1xima regante es de 45 m

N\u00famero de goteros por l\u00ednea regante:

$$45 \text{ m} \times 2 = 90 \text{ m}$$

10 \u00e1rboles x l\u00ednea regante

n\u00famero de goteros por \u00e1rbol = 8

10 \u00e1rboles x 8 goteros = 80 goteros/l\u00ednea regante.

Gasto en la l\u00ednea regante:

$$80 \text{ goteros} \times 4.3 \text{ L.P.H.} = 344 \text{ L.P.H.}$$

$$344 \text{ L.P.H.} \div 3600 \text{ seg/h} = 0.095 \text{ L.P.S.}$$

Número de líneas regantes:

Longitud del terreno \div separación de regantes

$$100 \text{ m} \div 10 \text{ m} = 10 \text{ regantes}$$

Línea secundaria:

Número de líneas regantes por línea secundaria.

Q máximo del regulador planet 0.96 L.P.S.

Q máximo del planet \div línea regante = regantes/sección.

$$0.96 \text{ L.P.S.} \div 0.095 \text{ L.P.S.} = 10 \text{ regantes/sección.}$$

Número de líneas secundarias:

$$10 \text{ regantes} \div 5 \text{ regantes/sección} = 2$$

2 líneas secundarias.

Gastos por línea secundaria:

5 regantes/sección x 0.095 L.P.S.

$$Q/\text{secc} = 0.95 \text{ L.P.S.}$$

Longitud de la línea secundaria:

$$5 \text{ líneas reg/secc} \times 10 \text{ espaciamentos} = 50 \text{ m}$$

Cálculo de la línea secundaria:

$$Q = .285$$

$$\text{Diámetro} = 19 \text{ mm}$$

$$\text{Longitud} = 20 \text{ m}$$

$$hf/m = 0.0262 \text{ (de la tabla 4)}$$

$$Hf = 0.524$$

Pérdida máxima en línea regante y línea secundaria:

$$Hf \text{ en L.R.} = 1.65 \text{ (de la Gráfica No. 1)}$$

$$Hf \text{ en L.S.} = 0.524$$

$$Hf \text{ Total} = 2.174 \text{ mts.}$$

Pérdida en la línea principal:

No.	Q	Ø	L	hf	Hf
1	0.447	32	50	0.0060	0.300
2	0.955	32	25	0.0241	<u>0.602</u>
					Σ 0.902

(hf en tabla No. 4)

Resumen de pérdida:

Línea principal	=	0.902	
Línea secundaria	=	0.524	
Línea regante	=	1.650	
Gotero	=	10.000	
Regulador	=	<u>3.50</u>	
Total	=	16.576 m	(columna de agua)

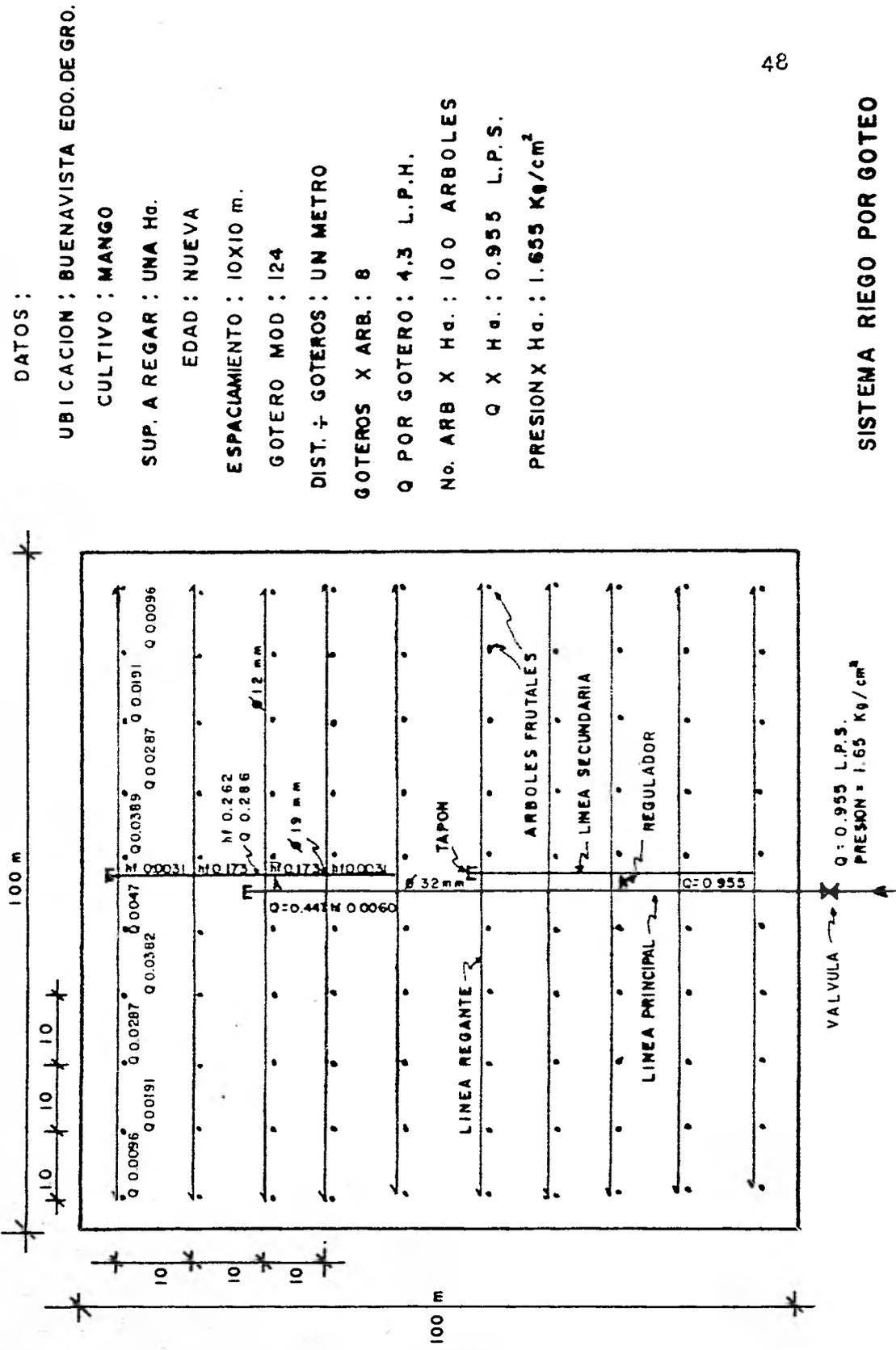
Por lo tanto:

$$10 \text{ m columna de agua} = 1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$16.576 \text{ m} = 1.65 \text{ Kg/cm}^2$$

Esto nos indica que necesitaremos un gasto de 0.95 litros por segundo con una presión de 1.65 Kg/cm^2 para satisfacer la plantación en la hectárea tipo.

El agua se puede obtener de la presa, de un manantial o de algún pozo, sin presentar dificultades ya que se cuenta con estas tres fuentes.



DATOS :

UBICACION : BUENAVISTA EDO.DE GRO.

CULTIVO : MANGO

SUP. A REGAR : UNA Ha.

EDAD : NUEVA

ESPACIAMIENTO : 10X10 m.

GOTERO MOD : 124

DIST. + GOTEROS : UN METRO

GOTEROS X ARB. : 8

Q POR GOTERO : 4.3 L.P.H.

No. ARB X Ha. : 100 ARBOLES

Q X Ha. : 0.955 L.P.S.

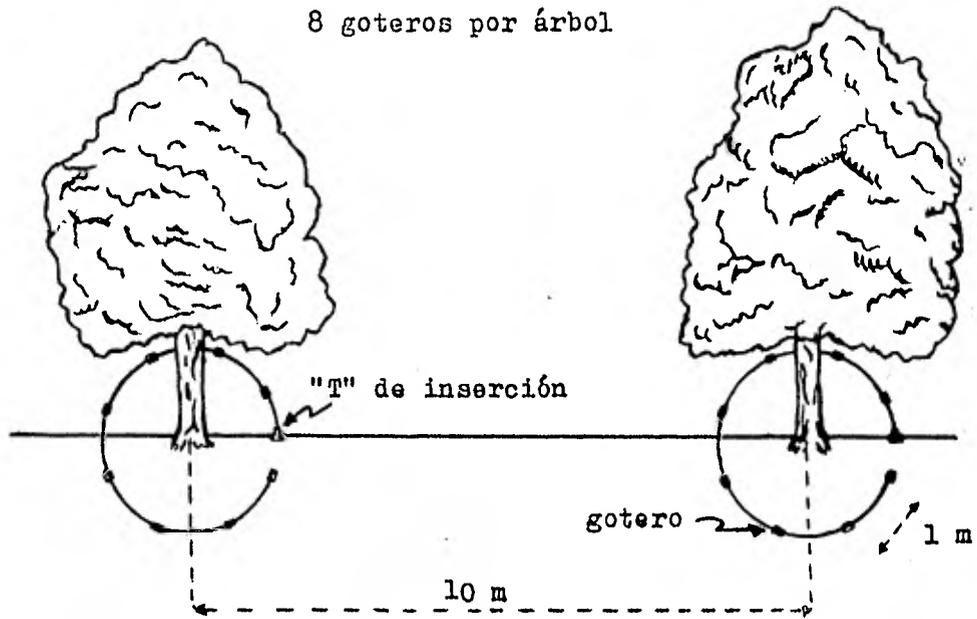
PRESION X Ha. : 1.655 Kg/cm²

**Q : 0.955 L.P.S.
PRESION = 1.65 Kg/cm²**

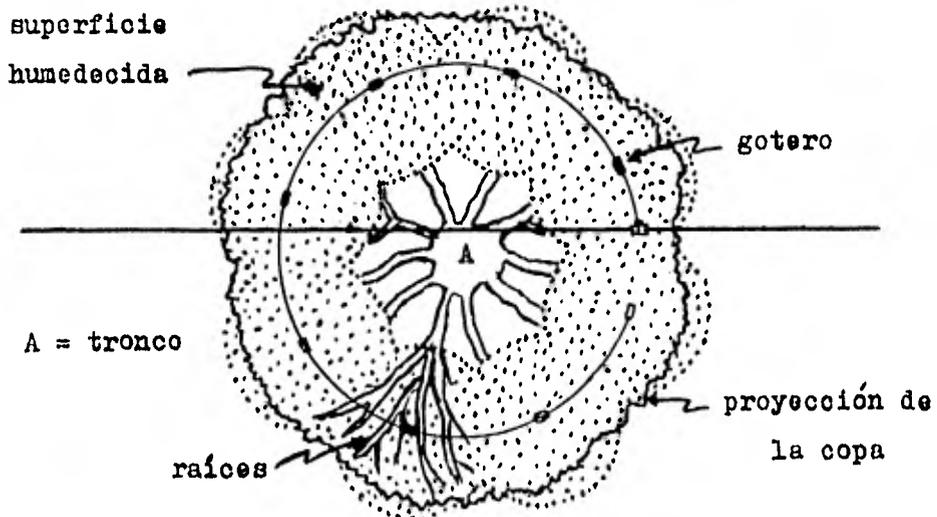
SISTEMA RIEGO POR GOTEO

Árboles de superficie grande

8 goteros por árbol



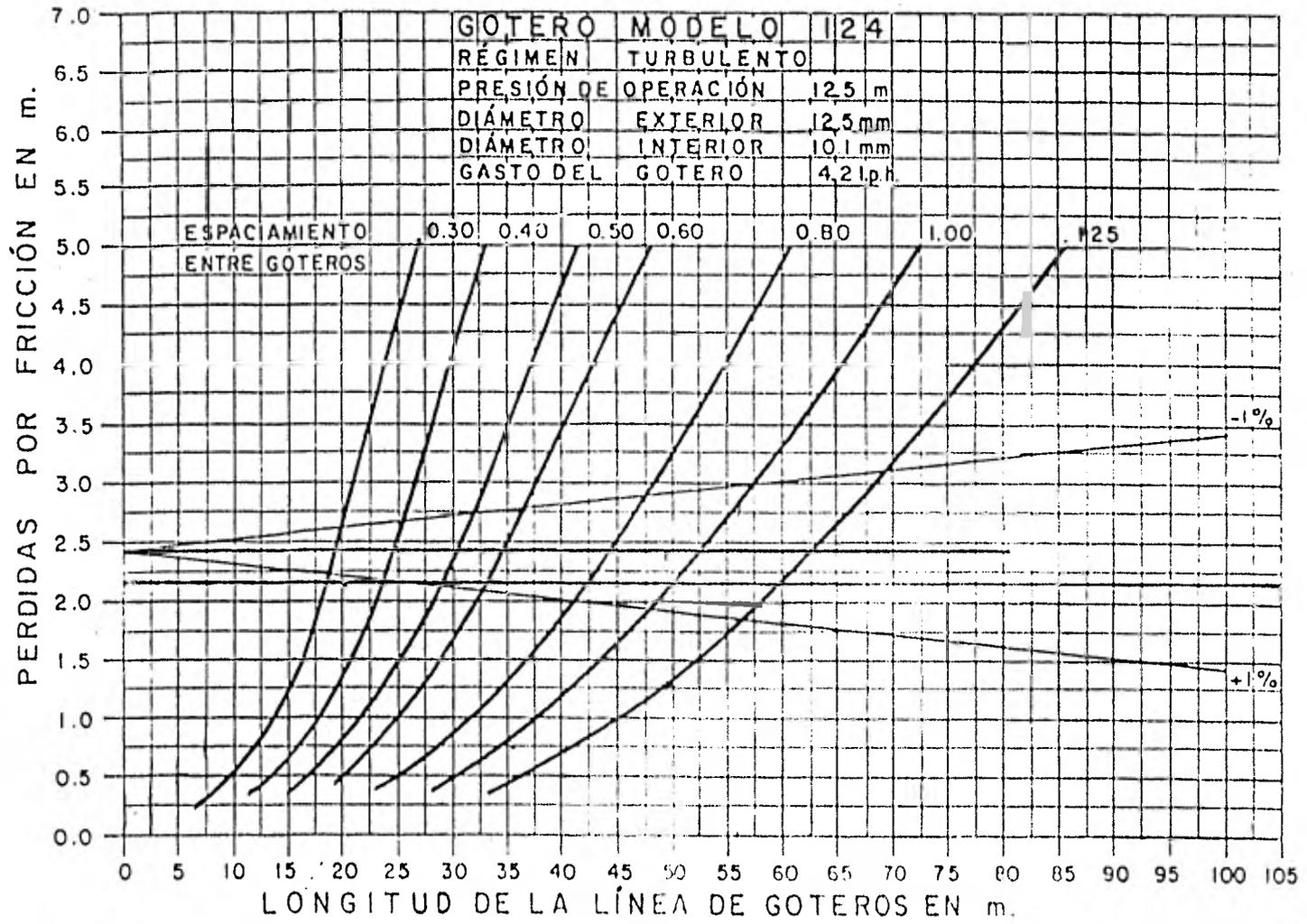
Zona humedecida por los goteros



		IRRIGACIÓN - VELOCIDAD EN MTS/SEG.											
β	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40
Q (LPS)													
19	0.10	0.15	0.19	0.24	0.29	0.34	0.39	0.43	0.48	0.53	0.58	0.63	
hf/m	0.0031	0.0070	0.0113	0.0179	0.0262	0.0360	0.0474	0.0576	0.0718	0.0875	0.1048	0.1237	0.1399
25	0.16	0.23	0.31	0.39	0.47	0.54	0.62	0.70	0.78	0.85	0.93	1.01	1.09
	0.002	0.0046	0.0083	0.0132	0.0191	0.0253	0.0333	0.0425	0.0527	0.0626	0.0749	0.0884	0.1029
32	0.25	0.37	0.49	0.62	0.74	0.86	0.98	1.11	1.23	1.35	1.48	1.62	1.74
	0.0016	0.0034	0.0060	0.0097	0.0138	0.0186	0.0241	0.0309	0.0380	0.0458	0.0551	0.0656	0.0761
38	0.32	0.48	0.65	0.80	0.96	1.13	1.29	1.45	1.62	1.77	1.94	2.09	2.27
	0.0013	0.0028	0.0052	0.0079	0.0113	0.0157	0.0204	0.0258	0.0320	0.0382	0.0462	0.0536	0.0629
50	0.50	0.75	1.01	1.27	1.52	1.77	2.02	2.27	2.52	2.77	3.02	3.27	3.52
	0.0009	0.0021	0.0038	0.0060	0.0086	0.0117	0.0152	0.0192	0.0237	0.0286	0.0340	0.0399	0.0462
60	0.76	1.15	1.53	1.89	2.27	2.64	3.04	3.42	3.79	4.17	4.54	4.92	5.29
	0.0007	0.0017	0.0029	0.0045	0.0065	0.0088	0.0117	0.0147	0.0181	0.0219	0.0260	0.0305	0.0353
75	0.112	1.69	2.27	2.82	3.39	3.94	4.52	5.04	5.59	6.17	6.77	7.32	7.89
	0.0005	0.0013	0.0023	0.0035	0.0051	0.0068	0.0090	0.0112	0.0137	0.0167	0.0201	0.0235	0.0274
100	1.920	2.89	3.87	4.82	5.77	6.72	7.69	8.57	9.59	10.54	11.44	12.47	13.42
	0.0004	0.0009	0.0016	0.0025	0.0035	0.0048	0.0063	0.0078	0.0098	0.0118	0.0139	0.0166	0.0192
C-7													
160					10.90	12.80	14.60	16.40	18.20	20.10	21.90	23.70	25.50
					0.0023	0.0031	0.0041	0.0052	0.0063	0.0077	0.0092	0.0108	0.0124
200			11.5	14.30	17.10	20.0	22.80	25.70	28.50	31.30	34.20	37.00	39.90
			0.0008	0.0020	0.0017	0.0023	0.0030	0.0039	0.0047	0.0057	0.0068	0.0080	0.0093
250		13.50	17.90	22.40	26.80	31.30	35.70	40.10	44.60	49.0	53.50	57.90	62.40
		0.0003	0.0006	0.0009	0.0013	0.0017	0.0023	0.0029	0.0035	0.0043	0.0051	0.0059	0.0069
315	14.40	21.50	28.50	35.60	42.60	49.70	57.70	63.80	70.80	77.90	84.90	92.00	99.00
	0.0001	0.0002	0.0004	0.0007	0.0009	0.0013	0.0017	0.0021	0.0026	0.0031	0.0037	0.0044	0.0051

TABLA N° 4

GRÁFICA PARA OBTENER LA LONGITUD MÁXIMA DE LA LÍNEA REGANTE REX NETAFIM



GRÁFICA Nº 1

PRESUPUESTO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
Gotero modelo 122	pza.	800	\$ 6.00	\$ 4800.00
Tubería Alto Intemperismo	m	900	5.00	4500.00
Terminal Netafim 12 mm	pza.	120	23.60	2832.00
"T" Netafim 12 mm	pza.	100	6.00	600.00
Cople "T" Netafim 19-12 mm	pza.	20	18.00	360.00
Tapón capa galvanizado 19 mm	pza.	2	29.00	58.00
Adaptador hidro-cement. macho 19 mm	pza.	2	34.00	68.00
Tubo irrigación P.V.C. abo cinado cementado 19 mm	m	80	19.40	552.00
"T" hidro. cementada 19 mm	pza.	2	55.00	110.00
Tubo hidro. cem. 19 R.D.	mts.	4	45.40	181.60
Regulador Planet 9-45	pza.	2	350.00	700.00
Adaptador hidro. cem. ma- cho 19 mm	pza.	2	18.40	36.80
Codo 90-19 mm	pza.	4	25.80	103.20
Adaptador hidro-cem. hem- bra	pza.	4	34.00	68.00
Válvula angular instarex 19 mm	pza.	2	270.00	540.00
"T" P.V.C. cem. de 32-32-19	pza.	2	700.00	1400.00

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
Tapón capa galvanizado 32 mm	pza.	1	\$56.10	\$ 56.10
Adaptador hidro-cem. macho 32 mm	pza.	1	35.40	35.40
Tubo irrigación P.V.C. abo cinado cementado 32 mm	m	100	38.20	3840.00
Adaptador hidro-cem. hembra 32 mm	pza.	1	69.00	69.00
Válvula angular insta-rex de 32 mm	pza.	1	843.00	<u>843.00</u>
				\$ 22753.10

PRECIOS DE FEBRERO - 1982

EVALUACIÓN

El sistema de riego por goteo debe estar diseñado para funcionar por muchos años bajo condiciones difíciles y rigurosas como son el intemperismo, la acción de sustancias químicas, herbicidas y fertilizantes, partículas abrasivas, toda clase de residuos, etc.

En general este sistema presenta algunas desventajas que se pueden superar casi todas sin problemas y grandes ventajas que lo hacen totalmente aceptable.

Ventajas

- Los resultados obtenidos en diferentes cultivos que utilizaron este riego, reportan incrementos

en la producción, en ocasiones hasta más de un 100% no sólo por lo que se refiere a cantidad sino en cuanto a calidad de los productos cosechados.

- Se puede usar en suelos de cualquier textura, con cualquier topografía y con cualquier clima.

- El ahorro de agua en el riego por goteo es algunas veces hasta de un 80% lo que resulta de importancia capital en aquellos lugares donde la escasez - del líquido ha impedido la utilización del suelo para la producción agrícola.

- Al introducir en las líneas de la red de - distribución de agua los nutrientes en solución, debidamente dosificados y con la frecuencia necesaria para el desarrollo, floración y fructificación de las plantas de cultivo, se obtiene gran economía de fertilizantes y de mano de obra.

- Permite aprovechar fácilmente aguas con altos contenidos de sales solubles. En Israel se han utilizado con buen éxito, aguas hasta de 3000 p.p.m. de - sales solubles y aguas con más de 300 p.p.m. de cloruros. Estas aguas con los métodos convencionales de riego quedan totalmente marginadas. Así este método aumenta favorablemente el volumen de agua utilizable.

- Adelanta la cosecha por madurez anticipada del fruto, permitiendo con ello, llevar los productos al mercado en épocas de mejores precios.

- Es posible tener un control bastante preciso del volumen de agua que se aplica a la planta, para darle exactamente la que requiera.

- Hay menor incidencia de hierbas espontáneas, excepto durante el período de lluvias; por lo que en este aspecto también se ahorra la mano de obra por deshierbe.

- Cuando los suelos son salinos, el exceso de sales puede ser relativamente controlado por medio de la lixiviación producida por el sistema, ya que una gran parte de dichas sales se envía hacia las partes bajas y hacia las zonas laterales del área regada.

- La aplicación del agua no es afectada por las corrientes de aire, como sucede en el caso del riego por aspersión y solo en mínima proporción por la evaporación de la superficie del suelo; tampoco hay desperdicios por drenaje excesivo a capas profundas del suelo y mucho menos por escurrimiento, ya que éste no tiene lugar.

- Además, las plantas no experimentan nunca quemaduras porque el agua y el abono no entran en con-

tacto con el follaje.

- Está formado por un equipo que funciona automáticamente, con lo cual se propicia un gran ahorro de mano de obra. Así mismo su mantenimiento es de bajo costo.

- Es un sistema integral donde la inversión es segura y altamente redituable.

Desventajas

- La instalación del equipo requiere altos - costos de inversión inicial.

- El agua que se utilice no deberá tener materiales en suspensión tales como: lodos, arenas, materiales orgánicos (algas, hojas, ramas, raíces), etc.. Cuando sea necesario utilizar aguas turbias, se deberán eliminar los materiales mezclados mediante la instalación de tanques de decantación o filtros especiales.

- Las substancias que se apliquen con el agua de riego deben ser altamente solubles, para evitar un taponamiento en los goteros.

- Las tuberías (principalmente las líneas - regantes que van superficialmente), emisores y piezas

especiales, deben ser suficientemente resistentes a los agentes de intemperismo.

- Se necesitan elaborar los proyectos de tal manera que se proporcione la misma cantidad de agua a todas las plantas, para tener lógicamente un desarrollo uniforme y el máximo de producción.

Beneficio - Costo

El costo de la instalación del sistema de riego por goteo es elevado, comparándolo con otros sistemas de riego. Pero los experimentos realizados y los resultados comerciales obtenidos en diferentes cultivos - reportan grandes incrementos en la producción y un buen precio de venta de la cosecha con este tipo de regadío. Especialmente cuando se trata de árboles frutales de todas las especies; así como en amplia variedad de vegetales, granos y flores de ornato. Es decir, en todos los productos que alcanzan un elevado valor por unidad ya sea por su peso o por su belleza y calidad. Favoreciendo ésto la amortización rápida del gasto inicial.

En la planeación del proyecto se llevó a cabo un análisis económico para determinar el "Beneficio-costo". Para ésto se calculó el valor actualizado de - -

los beneficios y el valor actualizado de los costos y se buscó el cociente que resulta de dividir el primero entre el segundo .

Nuestra alternativa obtuvo un cociente B/C - mayor a uno lo que significa que no habrá pérdidas y - sí altos beneficios.

Haciendo el análisis del Beneficio-Costo en una hectárea tipo se tiene:

Cultivo	Superfi- cie	Rendi- miento	Produc- ción	Produc- ción total	Inver- sión inicial	Rendi- miento
	ton/Ha	ton/Ha	\$/ton	\$/Ha	\$/Ha	\$/Ha
mango	1	20	30 000	600 000	75 000	525 000

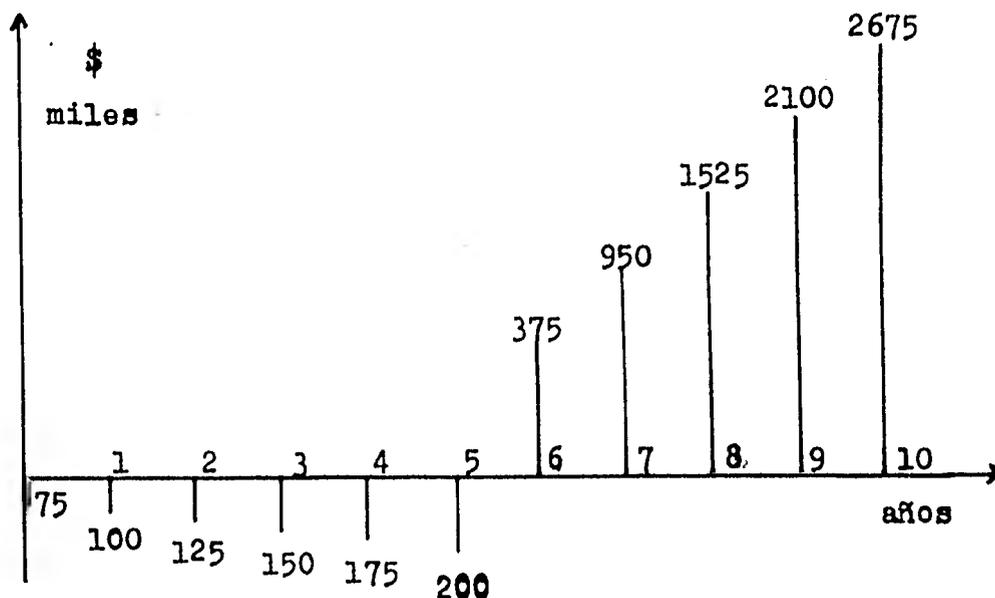
Por lo tanto:

$$B/C > 1$$

$$\frac{600\ 000}{75\ 000} = 8$$

$$8 > 1 \quad \text{Beneficio-Costo} = 8$$

Tasa Interna de Retorno



Financiamiento

Uno de los limitantes para el establecimiento de sistemas de riego por goteo lo constituye la inversión inicial que es por lo general elevada, especialmente si se trata de áreas rurales habitadas por campesinos de reducida capacidad económica, en este caso el financiamiento para las instalaciones debe estar a cargo de la Banca Oficial u organismos cuya labor es la del desarrollo del medio rural nacional. Siendo el Banco de México S. A. una de las instituciones a través de la cual el Gobierno Federal proporciona crédito para la realización de programas regionales o locales de desarrollo agropecuario.

CONCLUSIONES

Dentro de pocos años necesitaremos disponer de más alimentos dado al crecimiento demográfico, por lo que las fuentes de alimentación deberán ser mayores y con una producción más elevada. Esto sólo se podrá alcanzar utilizando métodos revolucionarios que aseguren por su eficiencia la productividad requerida, como lo es el sistema de Riego por Goteo.

La ventaja principal del Riego por Goteo es que propicia las condiciones de crecimiento ideales, - brindando un medio excepcional para el desarrollo de - la raíz, un crecimiento más exhuberante de la planta y una zona de follaje más prolífica, por lo que se obtiene un aumento considerable en la producción, teniendo - un ahorro en el agua de riego hasta del 80%.

Si acaso existe un problema que represente - la aplicación del sistema de Riego por Goteo es que la inversión inicial resulta fuerte; sin embargo considerando que existen instituciones Bancarias que ayudan - en el financiamiento y además que habrá gran ahorro de agua, así como una producción mayor y de mejor calidad, entonces resulta realmente económico el uso de este - sistema.

En los Congresos Internacionales de Riego - por Goteo, los especialistas de muchos países han constatado y se dejan bien asentados los beneficios en materia de economía eficiencia y efectividad del sistema, por lo que se asegura que no hay mejor método de riego que se conozca hasta la fecha.

A N E X O S



conafrut 228.25.36

64

ASUNTO: Se entregan resultados del análisis de muestras de agua.

737

México, D.F., a 19 de febrero de 1982.

SR. JOSE P. SANCHEZ M.
Presente .

Con esta fecha me permito entregar a usted, el resultado del análisis físico-químico efectuado por personal de los Laboratorios de Suelos, Aguas y Plantas, en dos muestras de agua para uso agrícola, provenientes de la Ex - Hacienda de Buenavista Gro., así como la interpretación del mismo, esperando que dicha información le sea de utilidad.

ATENTAMENTE .

Gabriel García Burclaga
ING. GABRIEL GARCÍA BURCLAGA
Jefe de los Laboratorios de Suelos,
Aguas y Plantas.



C. c. p. Subdirección General
c. c. p. Depto. de Producción Frutícola.

GGB/ehp*.

comision nacional de fruticultura. SARH

km. 14.5 carretera México-Toluca-México 18, d. f.
apdo. postal 41-740 - México 10, d. f.
conmutador con 10 líneas 570-24-99

COMISION NACIONAL DE FRUTICULTURA
S. A. R. H.
SUBDIRECCION DE OPERACION FRUTICOLA
LABORATORIOS DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS
Análisis de Agua de Riego

Interesado: SR. JOSE P. SANCHEZ M. Dirección: _____

Procedencia: Ex-Hacienda de Buenavista, Gro.

Muestra No. AP-3 Manantial Turbidez: _____

Color: _____ Olor: _____

Naturaleza del Sedimento: _____

Concentración de iones hidrógeno (pH): 7.4

Conductividad eléctrica (micromhos/cm. 25°C): 50.4

Sólidos disueltos (ppm): _____

% de sodio en el total de cationes: 44.77

% de carbonatos + bicarbonatos en el total de aniones: 83.33

cationes (me/l)		aniones (me/l)	
Calcio (Ca)	<u>0.24</u>	Carbonatos (CO ₃)	<u>0.00</u>
Magnesio (Mg)	<u>0.08</u>	Bicarbonatos (HCO ₃)	<u>0.85</u>
Sodio (Na)	<u>0.30</u>	Cloruros (Cl)	<u>0.14 (Buena)</u>
Potasio (K)	<u>0.05</u>	Sulfatos (SO ₄)	<u>0.03</u>
Total	<u>0.67</u>	Total	<u>1.02</u>

Salinidad Efectiva (S.E.) 0.350 (Buena)

Salinidad Potencial (S.P.) 0.155 (Buena)

Carbonato de Sodio Residual (C.S.R.) 0.53 (Buena)

Porcentaje de Sodio Posible (P.S.P.) 85.71 (Buena)

Relación de Adsorción de Sodio (R.A.S.) 0.75

Boro (ppm) 0.00 (Buena)

Clasificación: C₁-S₁
C₁-Agua con bajo contenido de sales.
S₁-Agua con bajo contenido de sodio.

México, D.F., a 19 de Febrero de 1982.

Z Lugar y Fecha


Ing. Gabriel García Burciaga.

Revisó

COMISION NACIONAL DE FRUTICULTURA
S. A. R. H.
SUBDIRECCION DE OPERACION FRUTICOLA
LABORATORIOS DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS
Análisis de Agua de Riego

Interesado: SR. JOSE P. SANCHEZ M. Dirección: _____

Procedencia: Ex-Hacienda de Buenavista, Gro.

Muestra No. AP-4 Presa Turbidez: _____

Color: _____ Olor: _____

Naturaleza del Sedimento: _____

Concentración de iones hidrógeno (pH): 7.6

Conductividad eléctrica (micromhos/cm. 25°C): 84.0

Sólidos disueltos (ppm): _____

% de sodio en el total de cationes: 54.75

% de carbonatos + bicarbonatos en el total de aniones: 88.41

	cationes (me/l)	aniones (me/l)
Calcio (Ca)	<u>0.81</u>	Carbonatos (CO ₃) <u>0.00</u>
Magnesio (Mg)	<u>0.15</u>	Bicarbonatos (HCO ₃) <u>1.45</u>
Sodio (Na)	<u>1.21</u>	Cloruros (Cl) <u>0.14 (Buena)</u>
Potasio (K)	<u>0.04</u>	Sulfatos (SO ₄) <u>0.05</u>
Total	<u>2.21</u>	Total <u>1.64</u>

Salinidad Efectiva (S.E.) 1.25 (Buena)

Salinidad Potencial (S.P.) 0.165 (Buena)

Carbonato de Sodio Residual (C.S.R.) 0.49 (Buena)

Porcentaje de Sodio Posible (P.S.P.) 96.80 (Buena)

Relación de Adsorción de Sodio (R.A.S.) 1.753

Boro (ppm) 0.00 (Buena)

Clasificación:

C₁ - Agua con bajo contenido de sales.

S₁ - Agua con bajo contenido de sodio.

México, D.F., Feb. 19 de 1982.

Lugar y Fecha

Gabriel García Burciaga
Ing. Gabriel García Burciaga.

Revisó



conafрут

67

ASUNTO: Se entregan resultados -
del análisis de muestras
del Suelo.

México D.F. a 24 de Julio de 1980.

5369

SR. PEDRO RUIZ DE VELASCO.
P r e s e n t e

Con esta fecha me permito, entregar a Ud., los resultados del análisis físico-químico efectuado por técnicos de nuestros Laboratorios de -- Suelos, Aguas y Plantas, en 7 muestras de suelo provenientes de Buenavista Estado de Guerrero, así como la interpretación de los mismos y las recomendaciones -- pertinentes para llevar a cabo la fertilización de -- frutales de Mango.

Dicho análisis reveló la siguiente información:

- a).- Un valor de ph ó reacción que va de ligero a moderadamente ácido.
- b).- El contenido de materia orgánica es en general adecuado.
- c).- El contenido de nitrógeno es adecuado, sin embargo el de fósforo es bajo.
- d).- Los contenidos de potasio, calcio y magnesio son adecuados para las muestras provenientes del primer pozo, sin embargo se tienen deficiencias de estos mismos elementos para las muestras provenientes del segundo pozo.
- e).- La textura va de franco - arenoso a arcillosa.

Con respecto a la fertilización del frutal en cuestión, pueden utilizarse los siguientes productos:

.....

comision nacional de fruticultura. SARH

km. 14.5 carretera México-Toluca - México 18, d. f.
apdo. postal 41-740 - México 10, d. f.
conmutador con 10 líneas 570-24-99



conafрут

Urea.....	215 kgs.
Super-fosfato de calcio triple.....	260 kgs.
Sulfato de potasio.....	120 kgs.

TOTAL.. 595 kgs.

De esta mezcla preparada, llevar a cabo 3 - aplicaciones al año, de acuerdo a las siguientes clasificaciones;

Para árboles con un año de plantación, cada aplicación será de 150 grs.

Para árboles con 2 años de plantación, cada aplicación será de 200 grs.

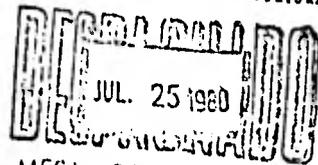
Dichas aplicaciones pueden ser hechas en -- febrero, junio y octubre, debiendo de efectuarse en la zona de goteo de la planta, e incorporando el material con una capa de suelo de 10 a 15 cm. de profundidad, seguido de un riego.

A t e n t a m e n t e

Gabriel García Burciaga

Ing. Gabriel García Burciaga
Jefe de los Laboratorio de
Suelos, Aguas y Plantas

COMISION NACIONAL DE FRUTICULTORES



MESA DE DESPACHO

c.o.p. Subdirección General
c.o.p. Sección de Manejo de Suelo y Agua.

GOB/'sige,

comision nacional de fruticultura. SARH

km. 14.5 carretera México - Toluca - México 18, d. f.
apdo. postal 41-740 - México 10, d. f.
conmutador con 10 líneas 570-74-99

COMISION NACIONAL DE FRUTICULTURA
S. A. R. H.
SUBDIRECCION DE OPERACION FRUTICOLA
LABORATORIOS DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS
Análisis de la Fertilidad del Suelo

Interesado Sr. Pedro Ruiz de Velasco Dirección _____

Procedencia Buenavista Estado de Guerrero

Localización	1er. pozo	1er. pozo	1er. pozo	2do. pozo
Clave Laboratorio	P-270	P-271	P-272	P-273
Profundidad (cm)	0-30	60-90	90-125	0-30
pH	5.5	5.7	6.4	5.3
Materia Orgánica (%)	4.82 ER	1.20 M	0.10 EP	1.34 M
Nitrógeno Total (%)	0.27 MyR			0.04 EP
Nitratos (Kg/ha)	1031.4 ER	611.2 ER	945 ER	1069.6 ER
Fósforo (Kg/ha)	8.9 MyP	5.0 EP	5.0 EP	3.74 EP
Potasio (Kg/ha)	625 ER	625 ER	775 ER	500 ER
Calcio (Kg/ha)	3725 ER	3788 ER	10950 ER	688 MyP
Magnesio (Kg/ha)	1075 ER	1488 ER	2500 ER	231 MR
Análisis Mecánico				
Arena (%)	48	40	70	28
Limo (%)	24	26	20	28
Arcilla (%)	28	34	10	44
Clasificación Textural	franco arcillo arenoso	franco arcilloso	franco arenoso	arcilloso

Cultivo Actual: _____

Cultivo a Establecer: Aguacate y/o mango

Observaciones: Superficie 150 has. sin riego, clima semitropical

Lugar y Fecha: México d.f. a 24 Julio Revisó: Gabriel García Burciaga

1980

Ing. Gabriel García Burciaga

COMISION NACIONAL DE FRUTICULTURA
S. A. R. H.
SUBDIRECCION DE OPERACION FRUTICOLA
LABORATORIOS DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS
Análisis de la Fertilidad del Suelo

Interesado Sr. Pedro Ruiz de Velasco Dirección _____

Procedencia Buenavista Estado de Guerrero

Localización	2do. Pozo	2do. Pozo	Lama	
Clave Laboratorio	P-274	P-275	P-276	
Profundidad (cm)	60-90	90-115	Superficial	
pH	5.3	5.2	5.7	
Materia Orgánica (%)	0.23 EP	0.39 MyP	3.43 MyP	
Nitrógeno Total (%)			0.07 MyP	
Nitratos (Kg/ha)	553.9 ER	439.3 ER	1222.4 ER	
Fósforo (Kg/ha)	2.48 EP	2.48 EP	8.9 EP	
Potasio (kg/ha)	163 MP	139 MyP	400 NyP	
Calcio (Kg/ha)	88 EP	43 EP	7613 ER	
Magnesio (Kc/ha)	53 MP	30 MyP	825 ER	
Análisis Mecánico				
Arena (%)	28	40	44	
Limo (%)	28	34	36	
Arcilla (%)	44	26	20	
Clasificación Textural	Arcilloso	franco	franco	

Cultivo Actual: _____

Cultivo a Establecer: _____

Observaciones: México D.F. 24 Julio 1980

Lugar y Fecha: _____

Revisó: Gabriel García Burciaga
Ing. Gabriel García Burciaga

B I B L I O G R A F Í A

- PRINCIPIOS BÁSICOS DEL RIEGO POR GOTEO.- Por el -
Ing. Tomás Valenzuela Ruiz. Experiencias
de su aplicación en la República Mexicana.
Memorándum Técnico No. 340, Secretaría de
Agricultura y Recursos Hidráulicos.

- DISEÑO, PROYECTO Y ESTABLECIMIENTO DE EQUIPOS DE -
RIEGO POR GOTEO.- Por el Ing. Antulio Pi
ña Dávalos. Memorándum Técnico No. 374, -
Secretaría de Agricultura y Recursos Hi-
dráulicos.

- INVESTIGACIÓN Y CIENCIA.- Edición en español de -
Scientific American, Ed. Prensa Científica
Barcelona España.

- CUÁNTO, CUÁNDO Y CÓMO REGAR.- Por el Ing. Enrique
Palacios Velez, Secretaría de Agricultura
y Recursos Hidráulicos.

- EL MERCADO EXTERIOR FRUTÍCOLA.- Boletín del Mango.
Subdirección Comercial, Comisión Nacional
de Fruticultura.

- RIEGO POR GOTEO.- Por el Ing. F. Carvalho C. Inves

tigación y Docencia Escuela Nacional de -
Fruticultura.

- **HIDROLOGÍA.**- Rolando Springall G., Instituto de In
geniería U. N. A. M.

- **METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN Y CÁLCULO DEL USO**
CONSUNTIVO DEL AGUA.- Por el Ing. Saúl -
de los Santos Valadez. Memorándum Técnico
No. 290, Secretaría de Agricultura y Re-
cursos Hidráulicos.

- **CÓMO ES MÉXICO.**- Manual de Información Básica de -
la Nación, Secretaría de Programación y -
Presupuesto.

- **EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.**- Folletos REX-NETA-
FIM, empresa dedicada al diseño, fabrica-
ción de equipo, asesoramiento y servicio
integral de riego.

- **EL NUEVO TESORO DE LA JUVENTUD.**- Enciclopedia de -
conocimientos tomo VII, Editorial Cumbre.