

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura



**Aplicación de los Principios Básicos del Riego
por Goteo en el Proyecto Conchos**

T E S I S

Que para obtener el título de :
Ingeniero Agrónomo
p r e s e n t a :
ROGELIO MUÑOZ GONZALEZ

Guadalajara, Jal.

1975

A LA MEMORIA DE MI PADRE
ROGELIO MUNOZ MARTINEZ
QUE QUISE MUCHO Y LO ÉX-
TRANO, QUE EN PAZ DESCAN
SE.

A MI MADRE QUE ADORO Y ADMIRO
QUE ME DIO TODO SU APOYO PARA
QUE SIGUIERA ESTUDIANDO Y A -
LA QUE LE DEBO TODO LO QUE -
SOY.

A MIS HERMANOS QUE
ME ALENTARON EN MI
CARRERA.

A MI NOVIA
BERTHA ALICIA LOZANO H.
CON AMOR.

A MIS AMIGOS.

A MIS MAESTROS.

AL ING. ADALBERTO TERRAZAS PA
YAN.

JEFE DEL DISTRITO DE RIEGO 05
DELICIAS, CHIH. POR SUS CONSE
JOS Y SU APOYO.

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
CAPITULO I.	
INTRODUCCION.	1
CAPITULO II.	
REVISION DE LITERATURA.	5
CAPITULO III.	
DESCRIPCION DE LA PARCELA EN PROYECTO	9
LOCALIZACION	9
CLIMA	9
SUELO	9
DETERMINACIONES FISICAS	10
Textura	11
Capacidad de Campo	15
Punto de Marchitez permanente	15
Densidad aparente	15
DETERMINACIONES QUIMICAS	15
Reacción del suelo	15
Conductividad eléctrica	16
Materia orgánica	16
Porcentaje de sodio intercambiable	16
Clasificación del suelo por salinidad	16
AGUA DE RIEGO	16
Determinaciones químicas del agua	16
CAPITULO IV.	
METODOLOGIA UTILIZADA EN EL PROYECTO.	19
CALCULO DEL USO CONSUNTIVO	20

	<u>Pág.</u>
PROGRAMA DE IRRIGACION POR GOTEO	27
CALCULO DEL VOLUMEN DE AGUA PARA SATISFACER EL REQUERIMIENTO HIDRICO POR HECTAREA.	27
CALCULO PARA ESTIMAR EL GASTO POR ARBOL CONSIDERANDO 2 Y 4 EMISORES.	28
CALCULO DEL DIAMETRO DE LINEAS PROVEEDORAS.	42
CALCULO DE LA BOMBA REQUERIDA.	44
FISIOLOGIA HIDRAULICA DEL SISTEMA DE IRRIGACION POR GOTEO.	46
MECANISMO DE DISTRIBUCION DEL FERTILIZANTE.	46
DESCRIPCION TECNICA DE LA RED DE TUBERIA.	47
LOCALIZACION DE LAS MANGUERAS.	48
CANTIDAD DE MATERIAL NECESARIO POR HECTAREA.	51
 CAPITULO V.	
DISCUSION.	56
 CAPITULO VI.	
CONCLUSION.	60
 CAPITULO VII.	
BIBLIOGRAFIA.	62

C A P I T U L O I.

I N T R O D U C C I O N.

El riego por goteo consiste fundamentalmente en llevar el agua hasta las raíces de las plantas a través de un sistema de tu bos y hacerla salir en forma de gotas por medio de dispositivos - específicos llamados emisores.

Esta forma de proporcionar el agua a las plantas no tendría mayor importancia si no fuera porque de esa manera se han obtenido incrementos altamente significativos tanto en cantidad como en calidad de la producción agrícola, lo cual se ha traducido en magníficos ingresos económicos para los agricultores que riegan sus cultivos con este método.

Naturalmente que regar por goteo no es simplemente aplicar - el agua de riego gota a gota para obtener los magníficos resultados que hasta ahora se conocen, es necesario cumplir con algunas condiciones de tipo general, entre las cuales pueden mencionarse como más importantes las siguientes:

- 1.- Regar diariamente o cuando más cada tercer día.
- 2.- Aplicar el agua a la zona radicular, de tal forma que - por lo menos una parte de esta zona se encuentre en condiciones de saturación.
- 3.- Debe regarse únicamente durante el día (en horas de luz)

- 4.- Debe aplicarse el fertilizante especialmente el nitrógeno a través del agua de riego.
- 5.- La cantidad de agua que se aplique debe ser la necesaria para reponer el uso conjuntivo de las plantas, en el intervalo de riego transcurrido.
- 6.- Con este sistema, es necesario provocar un desarrollo - tal de las raíces que sin ir en detrimento de la estabilidad de las plantas exploren al máximo posible las capas superficiales del suelo.

Estas condiciones generales en el riego por goteo, influyen en las plantas de la siguiente manera:

Al proporcionar el agua provocando en la zona radicular una condición potencial (o muy cercano al límite de la capacidad de campo) es evidente que la planta tendrá que ejercer un mínimo esfuerzo para absorber el agua y los nutrientes, puesto que a saturación el agua está retenida con una tensión igual a "0"; de esta manera la planta se ahorra una gran cantidad de energía que utilizará en desarrollarse y producir más y mejor.

Esto plantea el problema de que si el suelo es de textura ligera perdería fácilmente el agua que estuviera en condiciones de saturación o un poco arriba de la capacidad de campo, lo cual se evita regando diariamente.

También es evidente que al estar el suelo en las condiciones de humedad antes citadas, podrían sufrir las plantas por asfixia especialmente en la zona que se encuentra en saturación; pero esto solamente es una zona muy pequeña, durante poco tiempo y además difícilmente se llega al 100% de saturación.

Por lo anterior se deduce que es necesario regar diariamente aplicando la cantidad de agua que la planta consuma de acuerdo con las condiciones climatológicas y según su desarrollo, es decir se debe aplicar solamente el uso conjuntivo de las plantas.

Al aplicar el agua de riego a las plantas por medio de este sistema, se disminuye en gran parte el componente evaporación del uso consuntivo; ello podría inducir a pensar que en este caso el uso consuntivo es menor (en Estados Unidos se comprobó que como máximo podía reducirse al 50% evitando la evaporación) pero por otro lado se debe considerar que la transpiración en gran parte obedece a la tendencia a formar un equilibrio entre la presión de vapor que hay en el ambiente y la que hay en las estomas, por lo cual tendrá que incrementarse la transpiración al haber menor vapor de agua en el ambiente puesto que la evaporación directa del suelo como ya se dijo es mucho menor en este sistema de riego. Quizá este incremento en la transpiración pudiera compensar la disminución en la evaporación.

Esto también podrá explicarse de otra manera, considerando que si hay menos humedad en el ambiente, la planta se calentará más al realizar sus funciones fisiológicas por lo tanto necesitará absorber mayor cantidad de agua que eliminará por transpiración. El uso consuntivo seguirá siendo el mismo y por lo tanto el ahorro de agua de riego sólo será en el aspecto de conducción.

Con este método de riego las plantas tienen mayor cantidad de energía disponible para producir, lo cual sumado a la mayor cantidad de nutrientes que se extraen del suelo, por absorber mayor cantidad de agua, da la posibilidad de producir más frutos y de mejor calidad que cualquier método convencional de riego.

Al aplicar el fertilizante en el agua de riego por goteo se aprovecha éste al máximo posible, puesto que las raíces no se desarrollarán más allá de la zona de humedecimiento y por lo tanto aprovecharán al máximo posible tanto los nutrientes que se aplican a través del agua de riego, como los que contenga en forma disponible el suelo.

En relación con la necesidad de provocar que el sistema radicular se desarrolle en las capas superiores del suelo, se considera que es lo más conveniente porque son las que poseen la mayor

cantidad de nutrientes en condiciones asimilables por las plantas.

C A P I T U L O I I .

REVISION DE LITERATURA.

Un alto porcentaje de la escasa literatura existente sobre el sistema de riego por goteo, contiene solamente apreciaciones teóricas de los autores, tanto sobre la parte agronómica como sobre el sistema hidráulico.

En experimentos efectuados por BLAS y VESHAVAHUEN (1) 1968, en Beersesheb, Israel, en cultivo como pimiento, melón, tomate y pepino, se encontró que se incrementa la producción en un 50-60% en los cultivos bajo riego por aspersión o surcos, trabajándose en humedades por encima de cero centibars en el caso de riego por goteo y de 20-45 centibars en el riego por aspersión y surcos.

Así mismo se observó que al usar aguas salinas, los rendimientos del pepino bajo condiciones de riego por goteo fueron en un 60%, a los obtenidos bajo riego por aspersión, con el cual las plantas sufrieron quemaduras en el follaje por causa de la salinidad.

VOTH y BRINGHURST (20) en el año de 1968, efectuaron un experimento de riego por goteo sobre árboles de manzano en la Joya, Calif., U.S.A., en suelos pesados y mal drenados usando aguas con concentraciones de 1000 a 1100 p.p.m. de sales totales.

Se comparó este sistema con el riego por cafetes, obteniendo

se que con el riego por goteo se ahorró agua en un 43% y se incrementó la producción en un 44% la salinidad en el suelo ambiente - de las raíces se redujo a un 32%, en comparación con el método de cajetes.

GOLDBERG Y SAMUELI (8) en el año de 1968 en el desierto de - Avara, Israel, desarrollaron una serie de experimentos en culti - vos anuales, obteniéndose los siguientes resultados:

a).- En melón, se ensayó el efecto de 3 métodos de riego - (aspersión, surcos y goteo), encontrándose marcadas diferencias - entre el riego por goteo y los otros métodos que presentan datos semejantes entre sí. Con goteo se incrementó el rendimiento en un 80%, y la eficiencia del uso del agua se incrementó en un 58%.

b).- En pepino se comparó el efecto del riego por aspersión contra el riego por goteo, con aspersión no se obtuvo rendimiento alguno a causa de la salinidad; en cambio por goteo se obtuvieron 35.775 Ton/Ha.

c).- Se comparó el efecto en el tomate de aguas de riego de diferente calidad, aplicadas con aspersión y con riego por goteo.

En el agua considerada como buena, se reportó una salinidad de 400 micromhos/cm a 25°C y en el agua salina una concentración de 3000 micromhos/cm a 25°C.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: con el riego por goteo el incremento de producción sobre el método de aspersión para el agua salina, fue del 65%, y para el agua buena fue del - 29%.

d).- Se ensayó sobre pepino, melón tomate y otros, el efecto de diferentes frecuencias de aplicación del riego, empleando el - sistema de goteo, se encontró que el rendimiento se abatía al - - - alargar las frecuencias, siendo los mayores rendimientos cuando - el riego era diariamente.

e).- Se examinó el perfil de salinidad de un viñedo regado durante dos años con riego por goteo; el desarrollo de las viñas era bueno y con una proporción de crecimiento cinco veces mayor a la tenida en las plantas regadas por inundación.

El perfil de salinidad encontrado reportó una zona superficial cuya salinidad aumentó a medida que fue mayor la distancia a partir del emisor, otra zona intermedia donde los valores de salinidad son bajos y una zona inferior donde el nivel de salinidad aumentó según la profundidad, encontrándose las raíces en la zona media.

No se observaron efectos en la parte aérea de la planta en ningún cultivo, a pesar de que las sales superficiales tocaban el tallo, más no tocaban a la raíz.

REVES MANZANARES (17) en el valle del Yaqui, Sonora, en el año 1971, llevó a cabo un experimento usando riego por goteo en el cultivo del algodonero; se compararon diferentes gastos por goteo, teniéndose un testigo de riego por surcos; todos los tratamientos se regaron con 20% H.A. antes de floración y 40% H.A. después de floración, aplicando el agua hasta que la humedad traspasaba quince centímetros a las hileras de plantas; los resultados obtenidos cuando se aplicaron diferentes láminas fueron los siguientes:

- a).- La frecuencia de los riegos fue la misma que en el testigo.
- b).- La altura de las plantas y el rendimiento de algodón en hueso fue mayor según la cantidad de agua aplicada.
- c).- El gasto por goteo no produjo diferencias significativas.
- d).- En comparación del goteo contra el testigo se obtuvo una misma producción para los mayores rendimientos, pero con una cantidad de agua aplicada aproximadamente de la mitad en el caso de riego por goteo.

ROSALES JAYME (11) en el Valle del Yaquí, Sonora, en el ciclo agrícola 1970-71, llevó a cabo un experimento usando riego por goteo en el cultivo del maíz 4-412, se compararon 3 láminas con 2 frecuencias de riego.

Los tratamientos fueron:

TRATAMIENTO	LAM. TOTAL APLICADA (cm)	FRECUENCIAS (días)
1	42	1
2	34	1
3	21	1
4	42	7
5	34	7
6	21	7

Los riegos se efectuaron siguiendo un programa de riegos formulado en base a la curva de consumo de agua del cultivo.

Las conclusiones obtenidas fueron:

- 1/o. La frecuencia de riego no influye en los rendimientos.
- 2/o. A la mayor lámina, mayor rendimiento.

Las recomendaciones son:

- 1/o. Regar diariamente.
- 2/o. Aplicar una lámina igual al consumo de agua, estimado para riego convencional.
- 3/o. Elaborar los programas de riego con base a la curva de consumo de agua para la planta en riego convencional.

C A P I T U L O III.

DESCRIPCION DE LA PARCELA EN PROYECTO.

LOCALIZACION

La parcela en proyecto corresponde al lote No. 10 del Distrito de Riego 05, Mpio. de Suacillo, ubicado cerca del poblado de Conchos, del estado de Chihuahua, situada geográficamente en las coordenadas siguientes:

LONGITUD: 105°30' WG

LATITUD: 28°05' NORTE

y con una elevación sobre el nivel del mar de 1165 Mts.

CLIMA

El clima según la clasificación de Thornthwaite es el siguiente: C A H W zona árida, vegetación de desierto, humedad deficiente. La época más seca es en el invierno con temperatura anual superior a 18°C.

En el cuadro 1, se muestran los valores medios mensuales de temperaturas y evaporaciones para un período de 12 años.

SUELO

Se obtuvieron muestras de suelo del sitio en proyecto en 10 puntos y a las profundidades de 0-30, 30-60, 60-90 y 90-120 cms., para efectuar las determinaciones físicas y químicas, las cuales

se realizarán en el laboratorio de suelos del Depto. de Ingeniería de Riego y Drenaje de la S. R. H. en Cd. Delicias Chih.

Se siguió los siguientes lineamientos para el muestreo de suelos y preparación de muestras.

a).- Toma de muestras.

Las muestras de suelos con fines de riego se tomaron en los lugares representativos y a diferentes profundidades de acuerdo con la zona radicular del cultivo; dividiendo dicha zona en capas. La primera comprende de 0 a 15 cms., que abarca la capa arable que se remueve constantemente con las labores de cultivo. La segunda profundidad está comprendida entre 15 a 30 cms. y después se muestreó a intervalos de 30 cm. hasta cubrir la zona radicular.

El motivo por el cual el muestreo se efectuó en esta forma y no atendiendo a horizontes pedológicos, es que estos presentan grandes variaciones, tanto en su espesor como en su continuidad y lo que interesa en un dato promedio para trabajos prácticos.

b).- Preparación de las muestras.

Las muestras obtenidas se secaron al aire y sol y con un mazo de madera se desterronó el suelo para pasarlo a través de una malla de 2 mm. de diámetro de agujeros redondos.

Se conservó una muestra de 2 kg., aproximadamente para las determinaciones de laboratorio de cada una de las muestras.

Para las determinaciones químicas se separaron 500 gramos de esta muestra y se tamizó utilizando una malla del No. 20.

DETERMINACIONES FISICAS

En el laboratorio se efectuaron las siguientes determinaciones:

TEXTURA

La textura de un suelo se define como la proporción del tamaño de las partículas. De una idea general de las propiedades físicas del suelo y en ocasiones de propiedades químicas. Se sabe que la distribución de tamaños de las partículas influye en la retención de humedad y en la permeabilidad de los suelos.

La determinación se efectuó para todas las profundidades según el método de hidrómetro de Bouyoucos modificado (2); los resultados se muestran en el cuadro No. 2.

CUADRO 1.

MES	TEMPERATURAS	EVAPORACION
ENERO	9.2	109.8
FEBRERO	12.4	154.3
MARZO	15.3	244.6
ABRIL	19.8	281.3
MAYO	23.6	340.1
JUNIO	27.2	319.3
JULIO	26.0	278.8
AGOSTO	25.1	250.8
SEPTIEMBRE	23.1	214.2
OCTUBRE	19.0	169.7
NOVIEMBRE	12.8	127.2
DICIEMBRE	9.3	103.9

CUADRO 2.

ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DEL SUELO DE LA PARCELA EN PROYECTO

PROPIEDADES FISICAS.

SUELOS	PROFUNDIDAD		CENTIMETROS	
	0-30	30-60	60-90	90-120
<i>Propiedades Fisicas</i>				
% Arena	59.5	60.3	53.3	41.3
% Limo	23.0	20.7	30.0	40.2
% Arcilla	17.5	19.0	16.7	18.5
	<i>Migajón</i>	<i>Migajón</i>	<i>Migajón</i>	<i>Migajón</i>
<i>Clasificación por textura</i>	<i>Arenoso</i>	<i>Arenoso</i>	<i>Arenoso</i>	<i>Arenoso</i>
<i>Densidad aparente grs./cm.3</i>	1.46	1.26	1.56	1.66
<i>Capacidad de campo (C.C.)</i>	15.6	16.0	17.0	20.0
<i>Punto de marchites permanente (P.M.P.)</i>	8.0	8.5	9.0	10.0
% de Humedad aprovechable (ps)	7.6	7.5	8.0	10.0

PROPIEDADES QUIMICAS.

pH		7.7	7.8	7.8	7.8
C.E. mmhos/cm a 25°C.		0.94	0.65	0.78	0.95
Materia Orgánica %		0.09			
Suma de Cationes	meq/lt	9.4	6.5	7.8	9.5
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	meq/lt	6.6	3.8	4.8	6.6
Na ⁺	meq/lt	2.8	2.7	3.0	2.9
Suma de Aniones	meq/lt	7.2	5.4	6.4	9.0
CO ₃ ⁼	meq/lt	0.0	0.0	0.0	0.00
HCO ₃	meq/lt	2.6	2.0	2.2	2.0
CL	meq/lt	1.8	1.4	1.8	2.0
SO ₄	meq/lt	2.8	2.0	2.4	5.0
C.I.C.	Meq/100 grs.	40.2	39.4	41.5	39.7
P.S.I.		0.91	1.66	1.66	1.08
R.A.S.		1.55	2.07	2.00	1.61
Clasificación por Salinidad		Normal	Normal	Normal	Normal

CAPACIDAD DE CAMPO.

Se determinó para las cuatro profundidades, y se emplearon los métodos de la olla de presión, de las columnas de suelo y el de campo (13), observándose que los valores obtenidos en la olla de presión y los obtenidos en las columnas de suelo, fueron semejantes, no así los valores obtenidos con el método de campo, que resultaron bajos; tomando en cuenta la textura, se consideró como capacidad de campo el promedio de los valores obtenidos en la olla de presión y las columnas.

Estos valores se muestran en el cuadro No. 2.

PUNTOS DE MARCHITES PERMANENTE.

Se determinó para las cuatro profundidades empleándose el método de la membrana de presión (13); los valores obtenidos fueron aproximadamente la mitad de la capacidad de campo, lo cual concuerda con la teoría general. En el cuadro 2, se muestran dichos valores.

DENSIDAD APARENTE.

Se determinó en los 10 puntos directamente en la parcela del proyecto, a las profundidades de 0-30, 30-60 y 60-90 cms. utilizando el método de plástico (13) empleándose barrena de 10 cms. de diámetro. Los valores obtenidos en cada punto se promediaron estos valores se muestran en el cuadro 2.

DETERMINACIONES QUIMICAS.

En el laboratorio se realizaron las siguientes determinaciones:

REACCION DEL SUELO.

Se determinó para las cuatro profundidades a partir del extracto de saturación del suelo mediante un potenciómetro Beckman

(16), cuadro 2.

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA.

Se determinó para las cuatro profundidades a partir del ex-tracto de saturación del suelo mediante el empleo de un puente de conductividad de Weatstone (16); en el cuadro 2 se muestran los resultados.

MATERIA ORGANICA.

Se determinó para las profundidades 0-30 y 30-60 cms., debido a que estos suelos se encuentran bajo condiciones de exceso de laboreo creyéndose conveniente conocer estos valores. Las determinaciones se llevaron a cabo de acuerdo con el método propuesto por el D.A.E.U. (16) dichos valores se muestran en el cuadro 2.

PORCIENTO DE SODIO INTERCAMBIABLE.

Se determinó para las cuatro profundidades de acuerdo con la metodología propuesta por el D.A.E.U. (16); cuadro 2.

CLASIFICACION DEL SUELO POR SALINIDAD.

Las cuatro profundidades consideradas de acuerdo con la clasificación de RIVERSIDE (16); dieron como resultado suelos normales sin problemas de sales, cuadro 2.

AGUA DE RIEGO.

El agua de riego que se utilizará para el proyecto Conchos será la de 2 norias existentes en la parcela.

DETERMINACIONES QUIMICAS.

El agua de las dos norias se analizó para determinar los índices de clasificación de aguas de riego según RIVERSIDE (16); cuyo resultado se reporta en el cuadro 3.

CUADRO 3.

ALGUNAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL AGUA DE RIEGO

NORIA I

pH	7.85
C.E.	64 mmhos/cm a 25°C
Na+	2.9 meq/lt
Ca++ Mg++	5.3 meq/lt
Sales solubles totales	640 p.p.m.
Relación de absorción de Sodio (RAS)	1.85
Porciento de sodio cambiabile (PSC)	1.5
Clasificación según Riverside	C S

NORIA II

pH	8.0
C.E.	440 micromhos/cm. a 25°C
Na+	11.4 meq/lt.
Ca++ Mg++	11.3 meq/lt.
Sales Solubles Totales	4400 p.p.m.
Relación de adsorción de sodio (RAS)	5.5
Porciento de Sodio Cambiable (PSC)	6.5
Clasificación según Riverside	C S

CLASIFICACION DE LOS TIPOS DE AGUA DE ACUERDO CON SU SALINIDAD (C)
Y EL INDICE DE SODIO (S).

TIPOS

CALIDAD Y NORMAS DE USO

-
- C2 Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.
- C5 Agua de salinidad excesiva, que sólo debe emplearse en casos muy contados extremando todas las precauciones.
- S1 Aguas con bajo contenido de sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al Sodio.
- S2 Agua con contenido medio de sodio y, por lo tanto, con cierto peligro de acumulación de Sodio en el suelo, especialmente en suelos de textura fina (arcilloso y franco arcilloso) y de baja permeabilidad. Deben vigilarse las condiciones físicas del suelo y especialmente el nivel de sodio cambiante del suelo, corrigiendo en caso necesario.

CALIDAD DE LAS AGUAS.

- C2 S1 Aguas de buena calidad aptas para el riego.
- C5 S2 Aguas utilizables para el riego con precauciones.

C A P I T U L O IV.

METODOLOGIA UTILIZADA EN EL PRO - YECTO.

El uso consuntivo considerado para el cálculo del agua necesaria fue estimada a partir de la curva única de HANSEN, y la metodología seguida fue la de BLANEY CRIDDLE por disponerse de abundante información climatológica y por ser la más idónea en esta latitud.

En 1950, Herry F. Blaney y Wayne D. Criddle eliminando la humedad relativa y empleando la temperatura y el fotoperíodo diario del oeste de los E.U.A. propusieron una fórmula simplificada y adoptada por el "Soil Conservation Service" del U.S.D.A., determinando los coeficientes de cultivo a ser empleados, con base a datos recopilados.

$$U = K T P$$

Al multiplicar la temperatura promedio mensual por el porcentaje mensual del fotoperíodo con respecto a la anual, se obtiene el factor "F" llamado "fuerza evaporante".

La expresión es la siguiente:

$$U = K P(B.12+0.457t) = K F$$

En donde:

U = Evapotranspiración en mm.

F = Sumando de los factores de la evapotranspiración para un período determinado (Suma de los productos de la temperatura promedio por el tanto por ciento de la iluminación mensual con respecto a la anual).

K = Coeficiente empírico (anual, época de riego o período vegetativo).

T = Temperatura °c

P = Porcentaje de horas de iluminación anual que se producen en el período considerado.

Para el cálculo mensual se utilizó la nomenclatura de letras minúsculas:

t = Factores que intervienen en la evapotranspiración mensual.

$$t = P(8.12 + 0.457 t)$$

k = u/f = coeficiente mensual.

Donde la evapotranspiración mensual en mm, será

$$U = K P(8.12 + 0.457 t) = k$$

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO PARA EL CULTIVO DEL NOGAL EN EL PROYECTO CONCHOS.

CULTIVO:	NOGAL
CICLO VEGETATIVO:	8 AÑOS
FECHA DE SIEMBRA:	MARZO A MAYO
ZONA:	DISTRITO DE RIEGO 05 DELICIAS, CHIH.
LATITUD:	28.08°NORTE
LONGITUD:	105°30' WG

A - Uso consuntivo del nogal

B - Espaciamiento (12.00 mts. x 12 mts.)

C - Suelos migajón arenoso.

D - Lote No. 10 p. propiedad Conchos

E - Agua: Noria 1 y Noria 2.

En el cuadro 4 y en la columna No. 1 aparecen las temperaturas medias mensuales de cada mes y en el No. 2 aparecen los valores de (p) obtenidos del cuadro A interpolando y en la columna No. 3 aparecen los valores de (f) para cada mes del año, obtenidos aplicando la fórmula siguiente:

$$= P(8.12 + 0.457 t)$$

Del cuadro B (coeficientes globales de uso consuntivo) los valores de (k) pueden fluctuar de 0.70 a 0.80 seleccionándose el valor $K=0.80$ por tratarse de una región continental árida y para tener mayor margen de seguridad en el cálculo de las necesidades hídricas del nogal.

Se calcularon los valores de Kt de acuerdo con la expresión:

$$Kt = 0.03114t + 0.2396$$

los cuales se encuentran en la columna No. 4. Enseguida se multiplican los valores de (f) por los correspondientes de (Kt) columna 5.

De la curva única de Hansen se obtiene en las ordenadas los valores de Kc . Debido a que la gráfica de coeficiente de desarrollo no es una relación lineal, los valores de Kc se obtienen a partir del centro geométrico de la figura que se forma al unir sobre la curva por medio de una línea recta.

Finalmente se obtuvo los usos consuntivos del agua mensuales multiplicando Kc por Fk columna No. 7. El valor total es de 82.69 cm., que dividido entre F nos da el coeficiente global: $K = 0.489$.

Para estimar los usos consuntivos mensuales del agua, se procedió a calcular los coeficientes climáticas (Kt) y de desarrollo (Kc) con un nuevo coeficiente, de manera que el coeficiente global concuerde con el seleccionado del cuadro B.

K = Coeficiente global seleccionado.

K = Coeficiente global obtenido.

Dividiendo el coeficiente global seleccionado entre el coeficiente global obtenido se obtiene el factor 1.635.

$$\frac{K}{K} = \frac{0.80}{0.489} = 1.635$$

1.635 se multiplica por el uso consuntivo mensual para obtener el uso consuntivo ajustado, columna 8 y en la columna 9 aparecen el uso consuntivo acumulado.

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO DEL CULTIVO DEL NOGAL EN CONCHOS, SAUCILLO.

(LAT. 28° 05' = 28.08°)

MES	P %	T °C	f cms.	K t	$\delta K e$ Cms.	Kc	UC Cms.	u'.C'	u.C. Acum.
ENERO	7.40	9.2	9.16	0.226	2.07	0.10	0.20	0.32	0.32
FEBRERO	7.02	12.4	9.67	0.332	3.21	0.14	0.44	0.72	1.04
MARZO	8.39	15.3	12.67	0.493	6.24	0.24	1.49	2.43	3.47
ABRIL	8.68	19.8	14.89	0.668	9.94	0.43	4.27	6.98	10.45
MAYO	9.46	23.6	17.87	0.830	14.83	0.71	10.52	17.20	27.65
JUNIO	9.38	27.2	19.27	0.933	17.97	0.92	16.53	27.02	54.57
JULIO	9.58	26.0	19.16	0.981	18.79	0.98	18.41	30.10	84.77
AGOSTO	9.16	25.1	17.94	0.957	17.16	0.87	14.92	24.39	109.16
SEPTIEMBRE	8.32	23.1	15.53	0.867	13.46	0.68	9.15	14.96	124.12
OCTUBRE	8.02	19.0	13.47	0.723	9.73	0.48	4.67	7.63	131.75
NOVIEMBRE	7.27	12.8	10.14	0.535	5.42	0.31	1.68	2.74	134.49
DICIEMBRE	7.27	9.3	8.99	0.292	2.62	0.16	0.41	0.67	135.16

168.76

82.69 135.16

$$K = 0.80$$

$$K' = \frac{u.C.}{F} = \frac{82.69}{168.76} = 0.489$$

$$\frac{K}{K'} = \frac{0.80}{0.489} = 1.635$$

$$u' C' = 1.635 \times (u'.C.)$$

"CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION MENSUAL"

$$K = \frac{ET}{E} \quad ET = KE$$

MES	K	E Evapora- ción mm.	%	E Corregida mm.	ET cm.
ENERO	0.226	109.8	60	65.88	1.48
FEBRERO	0.332	154.3	60	92.58	3.07
MARZO	0.493	244.6	70	171.22	8.44
ABRIL	0.668	281.3	70	196.91	13.15
MAYO	0.830	340.1	80	272.08	22.58
JUNIO	0.933	319.3	80	255.44	23.83
JULIO	0.981	278.8	80	223.04	21.88
AGOSTO	0.957	250.8	80	200.64	19.20
SEPTIEMBRE	0.867	214.2	70	149.94	12.99
OCTUBRE	0.723	169.7	70	118.79	8.58
NOVIEMBRE	0.535	127.2	60	76.32	4.08
DICIEMBRE	0.292	103.9	60	62.34	1.82

La máxima evapotranspiración (ET) por mes, en estos casos - fue el mes de Junio con 23.83 cm. y se tomó este valor porque riegos se programaron con la evaporación (E) de un tanque tipo "A".

B.- El espaciamiento entre los nogales es de 12 mts. y el sistema de plantío es el llamado "Marco Real", el número de nogales por hectárea es de 65.

C.- La heterogeneidad del lote en lo que se refiere al aspecto suelo es evidente, pudiéndose encontrar un 65% del área total con un suelo migajón arenoso, un 32.5% de mi-

gajón arcilloso-arenoso y 25% de Arena migajón, estimación hecha en base al muestreo que se realizó.

D.- El agua que se utilizará para irrigar esta superficie bajo cultivo está clasificada como:

Noria I : $C_2 S_1$, el potencial hidrógeno = 7.85 y las sales solubles totales igual a 640.

Noria II: $C_5 S_2$, el potencial hidrógeno = 8.00 y las sales solubles totales igual a 4400.

La interpretación de estas clasificaciones se encuentran en el análisis químico de aguas en este proyecto.

E.- El lote No. 10 está ubicado cercano al poblado de Conchos, Chih., y cuenta con una superficie = 25-77-24 Has. y el cultivo principal en proyecto es el nogal, (con un total de nogales = 1,786 árboles), plano No. 1.

PROGRAMA DE IRRIGACION POR GOTEO DEL CULTIVO DEL NOGAL EN LA ZONA DE CONCHOS.

El horario de riegos o requerimientos hídricos del vegetal - están programados considerando tres etapas de desarrollo de los - árboles; la primera etapa es la iniciación que comprende desde la plantación hasta un máximo de cuatro años, la segunda que es de - cuatro a ocho años de edad y la última que es la que se considera a nivel comercial de ocho años en adelante.

Asumiendo estas etapas de desarrollo fisiológico de los árboles, se procedió a calcular las necesidades de agua considerando el tipo de suelo, clima, área de humedecimiento; factores indis - pensables que son funciones directas para el cálculo del número - de goteros por árbol.

CALCULO DEL VOLUMEN DE AGUA NECESARIA PARA SATISFACER EL REQUERI - MIENTO HIDRICO DEL CULTIVO POR HECTAREA.

DATOS:

- a).- Radio de la poza = 2.4 m
- b).- Area de humedecimiento tentativa = 18.09 m².
- c).- Area total humedecida por Ha. = 1175.85 m².
- d).- Número de árboles por Ha. = 65.
- e).- Uso consuntivo mensual en cm.

ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAYO.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.
0.32	0.72	2.43	6.98	17.20	27.02	30.10	24.39	14.96	7.63
NOV.	DIC.								
2.74	0.67								

Las tablas 1, 2 y 3 se obtubieron tomando el 25%, 35% y 50% de los valores obtenidos de el requerimiento hídrico para cada árbol y considerando 4 emisores.

CALCULOS PARA ESTIMAR EL GASTO POR ARBOL
(CONSIDERANDO 2 EMISORES)

ENERO:

$$\begin{aligned}4.52 \text{ m}^2 \times 0.0032 \text{ m} &= 0.014464 \text{ m}^3 \\ \text{Lts/mes} &= 14.464 \\ \text{Lts/día} &= 0.466 \\ \text{Lts/min} &= 0.000323 = 0.32 \text{ cc.} \\ .000323 \times 0.5 &= 0.000323 \times 0.5 = 0.000161 = 0.1 \text{ cc./mm}\end{aligned}$$

FEBRERO:

$$\begin{aligned}4.52 \text{ m}^2 \times 0.0072 \text{ m} &= 0.032544 \text{ m}^3 \\ \text{Lts/mes} &= 32.544 \\ \text{Lts/día} &= 1.162 \\ \text{Lts/min} &= 0.000806 = 0.80 \text{ c.c.} \\ 0.000806 \times 0.6 &= 0.00040 = 0.40 \text{ c.c./min.}\end{aligned}$$

MARZO:

$$\begin{aligned}4.52 \text{ m}^2 \times 0.0243 &= 0.109836 \text{ m}^3 \\ \text{Lts/mes} &= 109.836 \text{ m}^3 \\ \text{Lts/día} &= 3.543 \\ \text{Lts/min} &= 0.00246 = 2.46 \text{ c.c.} \\ 0.00246 \times 0.5 &= 0.00123 = 1.23 \text{ c.c./min.}\end{aligned}$$

ABRIL:

$$\begin{aligned}4.52 \text{ m}^2 \times 0.0698 \text{ m} &= 0.315496 \text{ m}^3 \\ \text{Lts/mes} &= 315.496 \\ \text{Lts/día} &= 10.516 \\ \text{Lts/min} &= 0.00730 = 7.30 \text{ c.c.} \\ 0.00730 \times 0.5 &= 0.00365 = 3.65 \text{ c.c./min.}\end{aligned}$$

MAYO:

$$\begin{aligned}4.52 \text{ m}^2 \times 0.1720 \text{ m} &= 0.777440 \text{ m}^3 \\ \text{Lts/mes} &= 777.440 \\ \text{Lts/día} &= 25.078 \\ \text{Lts/min} &= 0.0174 = 17.4 \text{ c.c.} \\ 0.0174 \times 0.5 &= 0.0087 = 8.7 \text{ c.c./min.}\end{aligned}$$

JUNIO:

$$\begin{aligned}4.52 \text{ m}^2 \times 0.2702 \text{ m} &= 1.221304 \text{ m}^3 \\ \text{Lts/mes} &= 1221.304 \\ \text{Lts/día} &= 40.710 \\ \text{Lts/min} &= 0.02827 = 28.27 \text{ c.c.} \\ 0.02827 \times 0.5 &= 0.01413 = 14.13 \text{ c.c./min.}\end{aligned}$$

JULIO:

$$\begin{aligned}4.52 \text{ m}^2 \times 0.3010 \text{ m} &= 1.360520 \text{ m}^3 \\ \text{Lts/mes} &= 1360.520 \\ \text{Lts/día} &= 43.887 \\ \text{Lts/min} &= 0.03047 = 30.47 \text{ c.c.} \\ 0.03047 \times 0.5 &= 0.01523 = 15.23 \text{ c.c./min.}\end{aligned}$$

AGOSTO:

$$\begin{aligned}4.52 \text{ m}^2 \times 0.2439 \text{ m} &= 1.102428 \text{ m}^3 \\ \text{Lts/mes} &= 1102.428 \\ \text{Lts/día} &= 35.562 \\ \text{Lts/min} &= 0.02469 = 24.69 \text{ c.c.} \\ 0.02469 \times 0.5 &= 0.01234 = 12.34 \text{ c.c./min.}\end{aligned}$$

SEPTIEMBRE:

$$\begin{aligned}4.52 \text{ m}^2 \times 0.1496 \text{ m} &= 0.676192 \text{ m}^3 \\ \text{Lts/mes} &= 676.192 \\ \text{Lts/día} &= 22.539 \\ \text{Lts/min} &= 0.01565 = 15.65 \text{ c.c.} \\ 0.01565 \times 0.5 &= 0.00782 = 7.82 \text{ c.c./min.}\end{aligned}$$

OCTUBRE:

$$\begin{aligned}4.52 \text{ m}^2 \times 0.0763 \text{ m} &= 0.3448 \text{ m}^3 \\ \text{Lts/mes} &= 344.876 \\ \text{Lts/día} &= 11.125 \\ \text{Lts/min} &= 0.00772 = 7.72 \text{ c.c.} \\ 0.00772 \times 0.5 &= 0.00386 = 3.86 \text{ c.c./min.}\end{aligned}$$

NOVIEMBRE:

$$4.52 \text{ m}^2 \times 0.274 \text{ m} = 0.123848 \text{ m}^3$$

$$\text{Lts/mes} = 123.848$$

$$\text{Lts/día} = 4.128$$

$$\text{Lts/min} = 0.00286 = 2.86 \text{ c.c.}$$

$$0.00286 \times 0.5 = 0.001430 = 1.43 \text{ c.c./min.}$$

DICIEMBRE:

$$4.52 \text{ m}^2 \times 0.0067 \text{ m} = 0.030284 \text{ m}^3$$

$$\text{Lts/mes} = 30.284$$

$$\text{Lts/día} = 0.976$$

$$\text{Lts/min} = 0.00067 = 0.67 \text{ c.c.}$$

$$0.00067 \times 0.5 = 0.000335 = 0.33 \text{ c.c./min.}$$

CALCULO PARA ESTIMAR EL GASTO POR ARBOL
(CONSIDERANDO 4 EMISORES)

ENERO:

$$\begin{aligned}18.09 \text{ m}^2 \times 0.0032 \text{ m} &= 0.057888 \text{ m}^3 \\ \text{Lts/mes} &= 57.888 \\ \text{Lts/día} &= 1.867 \\ \text{Lts/min} &= 0.001296 = 1.296 \text{ c.c.} \\ 0.001296 \times 0.5 &= 0.0006480 = 0.648 \text{ c.c./min.} \\ 0.00129 \times 0.35 &= 0.000451 = 0.451 \text{ c.c./min.} \\ 0.00129 \times 0.25 &= 0.000322 = 0.322 \text{ c.c./min.}\end{aligned}$$

FEBRERO:

$$\begin{aligned}18.09 \text{ m}^2 \times 0.0072 \text{ m} &= 0.130248 \text{ m}^3 \\ \text{Lts/mes} &= 130.248 \\ \text{Lts/día} &= 4.651 \\ \text{Lts/min} &= 0.00322 \text{ c.c.} \\ 0.00322 \times 0.25 &= 0.000805 = 0.805 \text{ c.c./min.} \\ 0.00322 \times 0.35 &= 0.001127 = 1.127 \text{ c.c./min.} \\ 0.00322 \times 0.50 &= 0.001610 = 1.610 \text{ c.c./min.}\end{aligned}$$

MARZO:

$$\begin{aligned}18.09 \text{ m}^2 \times 0.0243 \text{ m} &= 0.439587 \text{ m}^3 \\ \text{Lts/mes} &= 439.587 \\ \text{Lts/día} &= 14.180 \\ \text{Lts/min} &= 0.00984 = 9.84 \text{ c.c.} \\ 0.00984 \times 0.25 &= 0.00246 = 2.46 \text{ c.c./min.} \\ 0.00984 \times 0.35 &= 0.00344 = 3.44 \text{ c.c./min.} \\ 0.00984 \times 0.50 &= 0.00492 = 4.92 \text{ c.c./min.}\end{aligned}$$

ABRIL:

$$\begin{aligned}18.09 \text{ m}^2 \times 0.0698 \text{ m} &= 1.262682 \text{ m}^3 \\ \text{Lts/mes} &= 1262.682 \\ \text{Lts/día} &= 42.089 \\ \text{Lts/min} &= 0.02922 = 29.22 \text{ c.c.} \\ 0.02922 \times 0.25 &= 0.007305 = 7.305 \text{ c.c./min.} \\ 0.02922 \times 0.35 &= 0.01022 = 10.22 \text{ c.c./min.} \\ 0.02922 \times 0.50 &= 0.01461 = 14.61 \text{ c.c./min.}\end{aligned}$$

MAYO:

$18.09 \text{ m}^2 \times 0.1720 \text{ m}^3 = 3.111480 \text{ m}^3$
 $\text{Lts/mes} = 3111.480$
 $\text{Lts/día} = 100.370$
 $\text{Lts/min} = 0.0697 = 69.701 \text{ c.c.}$
 $0.0697 \times 0.25 = 0.017425 \text{ c.c./min.}$
 $0.0697 \times 0.35 = 0.024395 \text{ c.c./min.}$
 $0.0697 \times 0.50 = 0.034850 \text{ c.c./min.}$

JUNIO:

$18.09 \text{ m}^2 \times 0.2702 \text{ m} = 4.8879 \text{ m}^3$
 $\text{Lts/mes} = 4887.918$
 $\text{Lts/día} = 162.930$
 $\text{Lts/min} = 0.11314 = 113.14 \text{ c.c.}$
 $0.11314 \times 0.25 = 0.02828 = 28.28 \text{ c.c./min.}$
 $0.11314 \times 0.35 = 0.03959 = 39.59 \text{ c.c./min.}$
 $0.11314 \times 0.50 = 0.05657 = 56.57 \text{ c.c./min.}$

JULIO:

$18.09 \text{ m}^2 \times 0.3010 \text{ m} = 5.445090 \text{ m}^3$
 $\text{Lts/mes} = 5445.090$
 $\text{Lts/día} = 175.648$
 $\text{Lts/min} = 0.12197 = 121.97 \text{ c.c.}$
 $0.12197 \times 0.25 = 0.03049 = 30.49 \text{ c.c./min.}$
 $0.12197 \times 0.35 = 0.04268 = 42.68 \text{ c.c./min.}$
 $0.12197 \times 0.50 = 0.06098 = 60.98 \text{ c.c./min.}$

AGOSTO:

$18.09 \text{ m}^2 \times 0.2439 \text{ m} = 4.412151$
 $\text{Lts/mes} = 4412.151$
 $\text{Lts/día} = 142.327$
 $\text{Lts/min} = 0.09883 = 98.83 \text{ c.c.}$
 $0.09883 \times 0.25 = 0.02470 = 24.70 \text{ c.c./min.}$
 $0.09883 \times 0.35 = 0.03459 = 34.59 \text{ c.c./min.}$
 $0.09883 \times 0.50 = 0.04941 = 49.41 \text{ c.c./min.}$

SEPTIEMBRE:

$$18.09 \text{ m}^2 \times 0.1496 \text{ m} = 2.706264 \text{ m}^3$$

$$\text{Lts/mes} = 2706.264$$

$$\text{Lts/día} = 90.208$$

$$\text{Lts/min} = 0.06264 \text{ c.c.}$$

$$0.06264 \times 0.25 = 0.01566 = 15.66 \text{ c.c./min.}$$

$$0.06264 \times 0.35 = 0.02192 = 21.92 \text{ c.c./min.}$$

$$0.06264 \times 0.50 = 0.03132 = 31.32 \text{ c.c./min.}$$

OCTUBRE:

$$18.09 \text{ m}^2 \times 0.0763 \text{ m} = 1.380267 \text{ m}^3$$

$$\text{Lts/mes} = 1380.267$$

$$\text{Lts/día} = 44.524$$

$$\text{Lts/min} = 0.03019 = 30.19 \text{ c.c.}$$

$$0.03019 \times 0.25 = 0.00754 = 7.54 \text{ c.c./min.}$$

$$0.03019 \times 0.35 = 0.01056 = 10.56 \text{ c.c./min.}$$

$$0.03019 \times 0.50 = 0.01509 = 15.09 \text{ c.c./min.}$$

NOVIEMBRE:

$$18.09 \text{ m}^2 \times 0.0274 \text{ m} = 0.495666 \text{ m}^3$$

$$\text{Lts/mes} = 495.666$$

$$\text{Lts/día} = 16.522$$

$$\text{Lts/min} = 0.01147 = 11.47 \text{ c.c.}$$

$$0.01147 \times 0.25 = 0.00286 = 2.86 \text{ c.c./min.}$$

$$0.01147 \times 0.35 = 0.00401 = 4.01 \text{ c.c./min.}$$

$$0.01147 \times 0.50 = 0.00573 = 5.73 \text{ c.c./min.}$$

DICIEMBRE:

$$18.09 \text{ m}^2 \times 0.0067 \text{ m} = 0.121203 \text{ m}^3$$

$$\text{Lts/mes} = 121.203$$

$$\text{Lts/día} = 3.909$$

$$\text{Lts/min} = 0.00271 = 2.71 \text{ c.c.}$$

$$0.00271 \times 0.25 = 0.00067 = 0.67 \text{ c.c./min.}$$

$$0.00271 \times 0.35 = 0.00094 = 0.94 \text{ c.c./min.}$$

$$0.00271 \times 0.50 = 0.00135 = 1.35 \text{ c.c./min.}$$

CALCULO DEL VOLUMEN DE AGUA NECESARIA PARA SATISFACER EL REQUERIMIENTO DEL CULTIVO POR HECTÁREA.

LOS CALCULOS DE LAS NECESIDADES HIDRICAS DEL VEGETAL ESTAN VASADAS EN LOS VALORES MENSUALES DE USO CONSUNTIVO.

RADIO DE LA POZA $0.60 \text{ m} \times 2 = 1.2 \text{ m}$ (POR SER 2 EMISORES)

AREA DE HUMEDECIMIENTO = 4.52 M^2

AREA TOTAL POR HA. = 293.80 M^2

1.- Volumen de agua necesaria por aplicar considerando el valor del uso consuntivo para el mes de ENERO; 0.32 cm .

$293.80 \text{ m}^2 \times 0.0032 \text{ m} = 0.940 \text{ m}^3$

Volumen para Enero = 0.940 m^3

Volumen al día = 0.0303 m^3

2.- Valor de uso consuntivo para el mes de FEBRERO: 0.72 cm .

$293.80 \text{ m}^2 \times 0.0072 \text{ m} = 2.115 \text{ m}^3$

Volumen para Febrero = 2.115 m^3

Volumen al día = 0.0755

3.- Valor de uso consuntivo para el mes de MARZO: 2.43 cm .

$293.80 \text{ m}^2 \times 0.0243 \text{ m} = 7.139 \text{ m}^3$

Volumen para Marzo = 7.139 m^3

Volumen al día = 0.230

4.- Valor de uso consuntivo para el mes de ABRIL: 6.98 cm .

$293.80 \text{ m}^2 \times 0.0698 \text{ m} = 20.507 \text{ m}^3$

Volumen para Abril = 20.507 m^3

Volumen al día = 0.683 m^3

5.- Valor de uso consuntivo para el mes de MAYO: 17.20 cm .

$293.80 \text{ m}^2 \times 0.1720 \text{ m} = 50.533 \text{ m}^3$

Volumen para Mayo = 50.533 m^3

Volumen al día = 1.630 m^3

6.- Valor de uso consuntivo para el mes de JUNIO: 27.02 cm .

$293.80 \text{ m}^2 \times 0.2702 \text{ m} = 79.384 \text{ m}^3$

Volumen para Junio = 79.384 m^3

Volumen al día = 2.646 m^3

- 7.- Valor del uso consuntivo para JULIO: 30.10 cm.
293.80 m² x 0.3010 = 88.433 m³
Volumen para Julio = 88.433 m³
Volumen al día = 2.852 m³
- 8.- Valor del uso consuntivo para AGOSTO: 24.39 cm.
293.80 m² x 0.2439 m = 71.657 m³
Volumen para Agosto = 71.657 m³
Volumen al día = 2.311 m³
- 9.- Valor del uso consuntivo para SEPTIEMBRE: 14.96 cm.
293.80 m² x 0.1496 m = 43.952 m³
Volumen para Septiembre = 43.952 m³
Volumen al día = 1.465 m³
- 10.- Valor del uso consuntivo para OCTUBRE: 7.63 cm.
293.80 m² x 0.0763 m = 22.416 m³
Volumen para Octubre = 22.416 m³
Volumen al día = 0.723 m³
- 11.- Valor del uso consuntivo para NOVIEMBRE: 2.74 cm.
293.80 m² x 0.0274 m = 8.05 m³
Volumen para Noviembre = 8.050 m³
Volumen al día = 0.268 m³
- 12.- Valor del uso consuntivo para DICIEMBRE: 0.67 cm.
293.80 m² x 0.0067 m = 1.968 m³
Volumen para Diciembre = 1.968 m³
Volumen al día = 0.0634 m³

VOLUMEN TOTAL DE AGUA NECESARIA PARA IRRIGAR 65
NOGALES DURANTE UN AÑO: 397.094 m³.

D A T O S :

RADIO DE UNA POZA = $0.60 \text{ m} \times 4. = 2.4 \text{ m}$ (POR SER 4 EMISORES)

AREA DE HUMEDECIMIENTO = 18.09 m^2

AREA TOTAL POR HA. = 1175.85 m^2

- 1.- Volumen de agua necesaria por aplicar considerando el valor del uso consuntivo para el mes de ENERO: 0.32 cm .

$$1175.85 \text{ m}^2 \times 0.0032 \text{ m} = 3.762 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen para Enero} = 3.762 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen al día} = 0.121 \text{ m}^3$$

- 2.- Valor de uso consuntivo para FEBRERO: 0.72 cm .

$$1175.85 \text{ m}^2 \times 0.0072 \text{ m} = 8.466 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen para Febrero} = 8.466 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen al día} = 0.3023 \text{ m}^3$$

- 3.- Valor de uso consuntivo para MARZO: 2.43 cm .

$$1175.85 \text{ m}^2 \times 0.0243 \text{ m} = 28.573 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen para Marzo} = 28.573 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen al día} = 0.921 \text{ m}^3$$

- 4.- Valor de uso consuntivo para ABRIL: 6.98 cm .

$$1175.85 \text{ m}^2 \times 0.0698 \text{ m} = 82.074 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen para Abril} = 82.074 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen al día} = 2.735$$

- 5.- Valor de uso consuntivo para MAYO: 17.20 cm .

$$1175.85 \text{ m}^2 \times 0.1720 \text{ m} = 202.246 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen para Mayo} = 202.246 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen al día} = 6.524 \text{ m}^3$$

6.- Valor de uso consuntivo para JUNIO: 27.02 cm.

$$1175.85 \text{ m}^2 \times 0.2702 = 317.714 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen para Junio} = 317.714 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen al día} = 10.590 \text{ m}^3$$

7.- Valor del uso consuntivo para JULIO: 30.10 cm.

$$1175.85 \text{ m}^2 \times 0.3010 \text{ m} = 353.930 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen para Julio} = 353.930 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen al día} = 11.417 \text{ m}^3$$

8.- Valor del uso consuntivo para AGOSTO: 24.39 cm.

$$1175.85 \text{ m}^2 \times 0.2490 \text{ m} = 286.789 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen para Agosto} = 286.789 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen al día} = 9.251 \text{ m}^3$$

9.- Valor del uso consuntivo para SEPTIEMBRE: 14.96 cm.

$$1175.85 \text{ m}^2 \times 0.1496 \text{ m} = 175.907 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen para Septiembre} = 175.907 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen al día} = 5.863 \text{ m}^3$$

10.- Valor del uso consuntivo para OCTUBRE: 7.63 cm.

$$1175.85 \text{ m}^2 \times 0.0763 \text{ m} = 89.717 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen para octubre} = 89.717 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen al día} = 2.894 \text{ m}^3$$

11.- Valor del uso consuntivo para NOVIEMBRE: 2.74 cm.

$$1175.85 \text{ m}^2 \times 0.0274 \text{ m} = 32.218 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen para Noviembre} = 32.218 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen al día} = 1.073 \text{ m}^3$$

12.- Valor del uso consuntivo para DICIEMBRE: 0.67 cm.

$$1175.85 \text{ m}^2 \times 0.0067 \text{ m} = 7.878 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen para Diciembre} = 7.878 \text{ m}^3$$

VOLUMEN TOTAL DE AGUAS NECESARIAS TRABAJANDO 4 EMISORES PARA IRRIGAR 65 NOGALES DURANTE UN AÑO, 1589.274 m³.

T A B L A I

Ia. FASE (.25) 1 - 4 AÑOS DE EDAD

M E S	VOL/MES/ARBOL	VOL/DIA/ARBOL	VOL/MIN/ARBOL	VOL/HA.
ENERO	14.472 Lts/mes	.46675 Lts/día	.000332 Lts/min.	.235. Lts/Ha.
FEBRERO	32.562 Lts/mes	1.1627 Lts/día	.000805 Lts/min.	.528. Lts/Ha.
MARZO	109.896 Lts/mes	3.545 Lts/día	.00246 Lts/min.	1.784. Lts/Ha.
ABRIL	315.670 Lts/mes	10.522 Lts/día	.007305 Lts/min.	5.126. Lts/Ha.
MAYO	777.870 Lts/mes	25.092 Lts/día	.017425 Lts/min.	12.633. Lts/Ha.
JUNIO	1221.979 Lts/mes	40.732 Lts/día	.02828 Lts/min.	19.846. Lts/Ha.
JULIO	1361.272 Lts/mes	43.912 Lts/día	.03048 Lts/min.	22.108. Lts/Ha.
AGOSTO	1103.037 Lts/mes	35.581 Lts/día	.02470 Lts/min.	17.914. Lts/Ha.
SEPTIEMBRE	676.566 Lts/mes	22.552 Lts/día	.01566 Lts/min.	10.988. Lts/Ha.
OCTUBRE	345.066 Lts/mes	11.131 Lts/día	.00754 Lts/min.	5.604. Lts/Ha.
NOVIEMBRE	123.916 Lts/mes	4.130 Lts/día	.00754 Lts/min.	5.012 Lts/Ha.
DICIEMBRE	30.300 Lts/mes	0.975 Lts/día	.0670. Lts/min.	.492. Lts/Ha.

T A B L A 2

2a. FASE (.35) 4 - 8 AÑOS DE EDAD.

M E S	VOL/MES/ARBOL	VOL/DIA/ARBOL	VOL/MIN/ARBOL	VOL/HA.
ENERO	20.260 Lts/mes	.653 Lts/día	.000451 Lts/min.	.329. Lts/Ha.
FEBRERO	45.586 Lts/mes	1.627 Lts/día	.001127 Lts/min.	.740. Lts/Ha.
MARZO	153.855 Lts/mes	4.963 Lts/día	.0034 Lts/min.	2.498. Lts/Ha.
ABRIL	315.670 Lts/mes	14.731 Lts/día	.01022 Lts/min.	7.177. Lts/Ha.
MAYO	1089.018 Lts/mes	35.129 Lts/día	.02439 Lts/min.	17.686. Lts/Ha.
JUNIO	1710.771 Lts/mes	57.025 Lts/día	.03939 Lts/min.	27.784. Lts/Ha.
JULIO	1905.781 Lts/mes	61.476 Lts/día	.04268 Lts/min.	30.951. Lts/Ha.
AGOSTO	1544.252 Lts/mes	49.814 Lts/día	.03459 Lts/min.	25.079. Lts/Ha.
SEPTIEMBRE	947.192 Lts/mes	31.572 Lts/día	.02192 Lts/min.	15.383. Lts/Ha.
OCTUBRE	483.093 Lts/mes	15.583 Lts/día	.01056 Lts/min.	7.845. Lts/Ha.
NOVIEMBRE	173.483 Lts/mes	5.782 Lts/día	.00401 Lts/min.	2.817. Lts/Ha.
DICIEMBRE	42.421 Lts/mes	1.366 Lts/día	.00094 Lts/min.	.688. Lts/Ha.

T A B L A 3

3a. FASE (.50) 8 AÑOS DE EDAD (COMERCIAL)

M E S	VOL/MES/ARBOL	VOL/DIA/ARBOL	VOL/MIN/ARBOL	VOL/HA.
ENERO	28.944 Lts/mes	.933 Lts/día	.000648 Lts/min.	470. Lts/Ha.
FEBRERO	65.124 Lts/mes	2.325 Lts/día	.00161 Lts/min.	1057. Lts/Ha.
MARZO	219.793 Lts/mes	7.090 Lts/día	.00492 Lts/min.	3569. Lts/Ha.
ABRIL	631.341 Lts/mes	21.044 Lts/día	.01416 Lts/min.	10253. Lts/Ha.
MAYO	1555.740 Lts/mes	50.185 Lts/día	.03485 Lts/min.	25266. Lts/Ha.
JUNIO	2443.959 Lts/mes	81.465 Lts/día	.05657 Lts/min.	36692. Lts/Ha.
JULIO	2722.545 Lts/mes	87.824 Lts/día	.06098 Lts/min.	44216. Lts/Ha.
AGOSTO	2206.075 Lts/mes	71.163 Lts/día	.04941 Lts/min.	35828. Lts/Ha.
SEPTIEMBRE	1353.132 Lts/mes	45.104 Lts/día	.03132 Lts/min.	21976. Lts/Ha.
OCTUBRE	690.133 Lts/mes	22.262 Lts/día	.01509 Lts/min.	11208. Lts/Ha.
NOVIEMBRE	247.833 Lts/mes	8.261 Lts/día	.00573 Lts/min.	4025. Lts/Ha.
DICIEMBRE	60.601 Lts/mes	1.951 Lts/día	.00135 Lts/min.	948. Lts/Ha.

PROYECTO CONCHOS
CALENDARIO DE TIEMPO DE RIEGO

M E S	REQUERIMIENTO LTS/DIA/ARBOL.	DOS EMISORES LTS/HS.	TIEMPO DE RIEGO	TIEMPO REAL
ENERO	0.46	4	0.12 HR.	0.25 HR.
FEBRERO	1.16	4	0.29 HR.	0.58 HR.
MARZO	3.54	4	0.88 HR.	1.77 HR.
ABRIL	10.52	4	2.63 HR.	5.26 HR.
MAYO	25.09	4	6.27 HR.	12.54 HR.
1a. FASE 1 a 4 - ANOS DE EDAD.	JUNIO 40.73	4	10.18 HR.	20.36 HR.
	JULIO 43.91	4	10.97 HR.	21.94 HR.
	AGOSTO 35.58	4	8.89 HR.	17.78 HR.
	SEPTIEMBRE 22.55	4	5.63 HR.	11.26 HR.
	OCTUBRE 11.13	4	2.78 HR.	5.56 HR.
	NOVIEMBRE 4.13	4	1.03 HR.	2.06 HR.
	DICIEMBRE 0.97	4	0.24 HR.	0.48 HR.
CUATRO EMISORES				
ENERO	0.65	8	0.08 HR.	0.16 HR.
FEBRERO	1.62	8	0.20 HR.	0.40 HR.
MARZO	4.96	8	0.62 HR.	0.12 HR.
ABRIL	14.73	8	1.84 HR.	3.68 HR.
MAYO	35.12	8	4.39 HR.	8.78 HR.
2a. FASE 4 a 8 - ANOS DE EDAD.	JUNIO 57.02	8	7.12 HR.	14.24 HR.
	JULIO 61.47	8	7.68 HR.	15.36 HR.
	AGOSTO 49.81	8	6.22 HR.	12.44 HR.
	SEPTIEMBRE 31.57	8	3.94 HR.	7.88 HR.
	OCTUBRE 15.58	8	1.94 HR.	3.88 HR.
	NOVIEMBRE 5.78	8	0.72 HR.	1.44 HR.
	DICIEMBRE 1.36	8	0.17 HR.	0.34 HR.
ENERO	0.93	8	0.01 HR.	0.23 HR.
FEBRERO	2.32	8	0.29 HR.	0.58 HR.
MARZO	7.09	8	0.88 HR.	1.77 HR.
ABRIL	21.04	8	2.63 HR.	5.36 HR.
MAYO	50.18	8	2.27 HR.	12.54 HR.
3a. FASE 8 ANOS - EN ADE - LANTE.	JUNIO 81.46	8	10.18 HR.	20.36 HR.
	JULIO 27.82	8	10.97 HR.	21.94 HR.
	AGOSTO 71.16	8	8.89 HR.	17.78 HR.
	SEPTIEMBRE 45.10	8	5.63 HR.	11.26 HR.
	OCTUBRE 22.26	8	2.78 HR.	5.56 HR.
	NOVIEMBRE 8.26	8	1.03 HR.	2.06 HR.
	DICIEMBRE 1.95	8	0.24 HR.	0.04 HR.

OBSERVACIONES:

ESTE TIEMPO ESTA FORMULADO PARA DAR 2 DIAS DE DESCANSO
A LA BOMBA, POR LO QUE QUEDARA POSTERIORMENTE SUJETA A
AJUSTES NECESARIOS.

CALCULO DEL DIAMETRO DE LINEAS PROVEEDORAS.

- a).- Se consideraron goteros de diámetro de entrada de 12mm. que proporcionan un gasto de 2 lts. por hora.
- b).- Se asumió longitudes máximas de 150,00 Mts.
- c).- Para cada árbol en su máxima demanda se consideraron 4 goteros.
- d).- Los goteros se dispusieron de tal forma que para cada línea que abastece un árbol se colocaron 2 goteros.

$$Q = \frac{0.312}{N} D^{8/3} H^{1/2} L^{1/2}$$

D A T O S :

L = Longitud = 150.00 m.

Q = Gasto mínimo requerido Q = 0.13 Lts/seg.

N = 0.009 = Coef. de pérdidas de coraza.

H = 20 Mts. = Altura de coraza.

D = = Diámetro.

$$D = 8/3 = \frac{Q N}{0.312 H^{1/2} L^{1/2}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q N}{0.312 H^{1/2} L^{1/2}}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{0.13 \text{ Lts/seg } (0.009)}{0.312 (20.0 \text{ m})^{1/2} (150.0 \text{ m})^{1/2}}}$$

$$D = 1/2''$$

CALCULO DEL DIAMETRO DE LA LINEA SECUNDARIA.

a).- Gasto máximo requerido para una línea = 0.13 Lts/seg.

b).- Para abastecer 26 líneas se requieren 3.38 Lts/seg.

D A T O S :

$$Q = 3.38 \text{ Lts/seg.}$$

$$L = 313 \text{ m.}$$

$$H = 20 \text{ m.}$$

$$N = 0.009$$

$$D = \sqrt[3]{\left(\frac{3.38 \text{ Lts/Seg.} (0.009)}{(0.312) (20)^{1/2} 313^{1/2}}\right)^8}$$

$$D = 2-1/2''$$

CALCULO DEL DIAMETRO DE LA LINEA PRINCIPAL.

a).- Gasto máximo requerido para una línea de 2-1/2" es - -
igual a 3.38 Lts/Seg.

b).- Para abastecer 7 líneas se requieren 23.66 Lts/Seg.

D A T O S :

$$Q = 23.66 \text{ Lts/seg.}$$

$$L = 406 \text{ m}$$

$$H = 30.00 \text{ m}$$

$$N = 0.009$$

$$D = \sqrt[3]{\left(\frac{23.66 (0.009)}{(0.312) (20.00)^{1/2} (406.0)^{1/2}}\right)^8}$$

$$D = 3''$$

CALCULO DE LA BOMBA REQUERIDA.

D A T O S :

$$ET/D\grave{a}a = 1cm = 0.01 m.$$

$$1 Ha. = 10,000 M2$$

$$10,000 M2 \times 0.01 m = 100 M3$$

$$\text{Volumen requerido por Ha.} = 100 M3/D\grave{a}a$$

$$100 M3 \times 25.7724 = 2577.24 M3$$

$$\text{Volumen para el No. total de Has.} = 2577.24 M3/D\grave{a}a.$$

$$\text{Volumen para el No. total de Has.} = 2577.40 Lts/D\grave{a}a$$

$$\text{No. de segundos por d\acute{a}a} = a \quad 86400$$

$$\frac{2577240}{86400} = 29 \text{ Lts/Seg./D\acute{a}a}$$

Se requieren 29 Lts/Seg. por d\acute{a}a del mes de m\acute{a}xima demanda. Este gasto se necesitar\acute{a} para regar por gravedad, pero como se va a irrigar por el m\acute{e}todo de riego por goteo se tomar\acute{a} como ahorro un 50%.

$$H.P. = \frac{Q \times H}{76}$$

D A T O S:

$$Q = 14.5 \text{ Lts/Seg.}$$

$$H = 3 \text{ Atm\acute{o}sferas} = 30.000 \text{ Mts.}$$

$$H.P. = \frac{14.5 \times 30.999}{76}$$

$$H.P. = \frac{449.4855}{76}$$

$$H.P. = \underline{5.9} = 6$$

SE NECESITA UNA BOMBA CENTRIFUGA DE 6 H.P. PARA IRRIGAR TODA LA SUPERFICIE, PERO CONSIDERANDO QUE SE VA A IRRIGAR POR SECTORES SE RECOMIENDA UTILIZAR UNA BOMBA DE 4 H.P.

DISEÑO DE UN FILTRO PARA UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO. (PROYECTO CONCHOS)

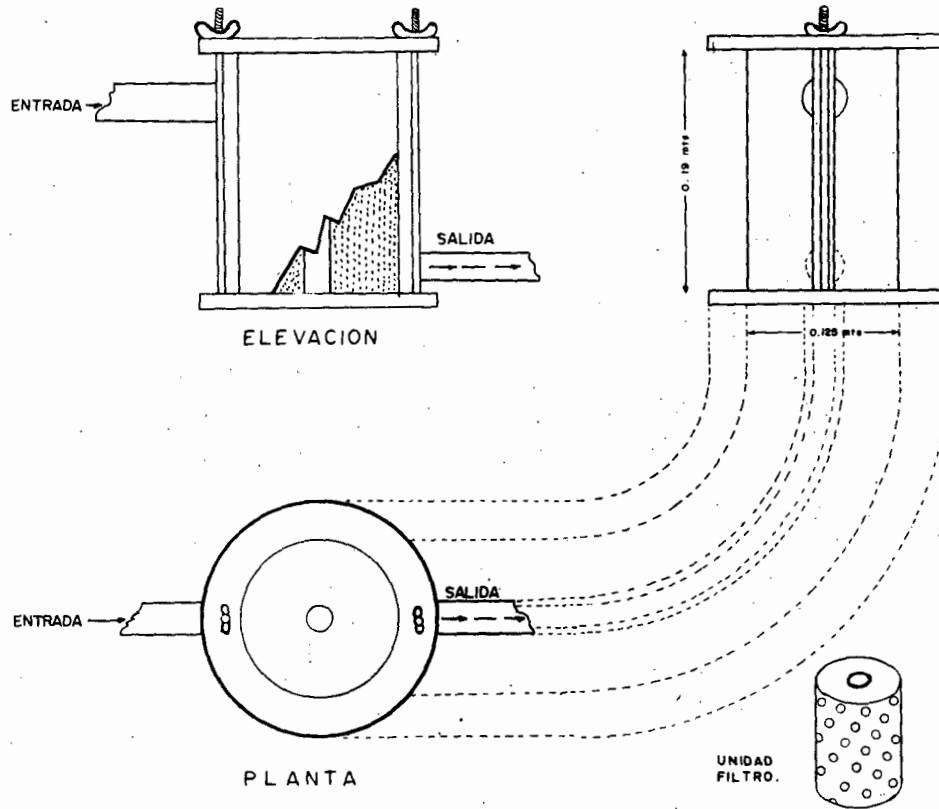


Fig. No. 1

FISIOLOGIA HIDRAULICA DEL SISTEMA DE IRRIGACION POR GOTEO.

Este sistema de riego por goteo está constituido por una bomba centrífuga, localizada en el interior de la noria número 1, de tal forma que desde el punto de vista de la operación sea más funcional, la colocación de los filtros en el inicio de la red hi-dráulica es de vital importancia para evitar problemas de obstrucción de tuberías y boquillas y reducir al mínimo la entrada de sólidos.

La colocación de los filtros será inmediatamente después de la salida del tanque que almacena la mezcla fertilizante, los cuales serán unas piezas metálicas que en su interior irán colocados 2 filtros para aceite para motoconformadora de las siguientes di-menciones 19 cms. de altura, 125 de diámetro con un diámetro in-terno de 3.9 cm.

Las piezas metálicas con dichos filtros estarán unidas a la tubería de la red hidráulica como lo indica la figura número 1.

Como la base de toda operación del sistema es la limpieza del mismo la colocación de válvulas es indispensable para controlar diferentes objetivos que se presentarán al estar operando el sistema, las cuales estarán indicadas en el plano.

También se recomienda la colocación de un manómetro para controlar la presión a la que debe trabajar la red.

MECANISMO DE DISTRIBUCION DEL FERTILIZANTE

Unido a la tubería principal y por la cual circula el agua con gastos que variarán en función de los conceptos anteriormente citados se localiza un tanque que almacenará la mezcla fertilizante. Este depósito deberá estar localizado después del manómetro que está sobre la línea abastecedora o principal y colocado en tal forma que se pueda introducir la mezcla fertilizante al sistema hidráulico. La concentración de la mezcla estará en función del gasto que se esté utilizando y de la necesidad de elementos.

nutritivos que sean necesarios para las plantas que estén sometidas a cultivo. El tanque donde se va a almacenar la solución del fertilizante y el agua deberá ser de un material que no tenga intercambio iónico por la posible oxidación que pueda presentarse en el mismo y ocasione problemas en el tendido de la red de mangueras por donde será conducida la mezcla fertilizante y el agua de irrigación (Esquema número 2). Por no existir antecedentes sobre este concepto se sugiere prescindir del tanque fertilizador y proporcionar el fertilizante superficialmente aumentando el tiempo de riego.

DESCRIPCION TECNICA DE LA RED DE TUBERIA.

Las investigaciones realizadas por los iniciadores del riego por goteo han concluido que la tubería más aconsejable para utilizar en este tipo de irrigación es la elaborada con productos privados de plástico (Poliétileno), cloruro de polivinilo, poliducto etc.), por la facultad que tiene para ser colocada en una forma práctica, además de no tener intercambio iónico que ocasiona la formación de sales que obstruyen el diámetro de la tubería y acarrean problemas de reducción de gastos, reventamientos de tubería obstrucción de válvulas y boquillas.

El cálculo de diseño para un riego por goteo se integra en el aspecto hidráulico una serie de conceptos que son necesarios conocerlos o asumirlos para que en función de ellos se proyecte el diámetro de la tubería, la pérdida de carga por fricción la separación entre salidas y el gasto por salidas en litros hora de cada emisor.

La evapotranspiración (cms/día) la edad o etapa de desarrollo del vegetal y el tipo de suelo son otros elementos de juicio que son funciones independientes del gasto y número de goteros que se han estimado para abastecer el agua en forma programada a todo el sistema hidráulico que vaya a diseñarse y cumpla además con la función fisiológica de la planta.

Actualmente se han elaborado una serie de nomogramas que al conocer los datos anteriormente citados se da solución rápida al diseño de un riego por goteo.

Teniendo el diámetro de la línea principal y el de la secundaria la colocación de ella se realizará considerando el tipo de cultivo que se va a establecer, como el cultivo en proyecto es el nogal entonces las mangueras tendrán que estar superficiales o ca si al nivel de la superficie del terreno por ser removidas al - - efectuarse las labores cultivables.

LOCALIZACION DE LAS MANGUERAS

Para efectuar la ordenación de las líneas principales y secundarias de conducción del agua de irrigación es imprescindible tener un plano donde se va a proyectar el sistema, pues la necesidad de conocer la topografía del terreno es un factor de suma importancia al hacer los cálculos de presiones en las tuberías, como se encuentran localizadas en el plano proyecto.

La línea principal tendrá una longitud de 406.00 m. y el diámetro de dicha línea será de 3" y el material del tubo será de - P.V.C.

Las líneas secundarias tendrán un diámetro de 2 1/2" y la cantidad total requerida es de 2084 m. (poliductos alta densidad y las líneas donde estarán los emisores serán de 1/2" de diámetro las cuales se recomiendan sean de un material de poliducto alta densidad por trabajar con presión la red hidráulica.

Para llevar control del frente húmedo se recomienda instalar tensiómetros de 0-30 y 30-60 cm. de profundidad.

El lote se ha dividido en sectores para poder llevar un me jor control en la operación de irrigación quedando dichos secto res con la superficie siguiente:

S1 = 4 - 24 - 70 Ha.

1a. Fase (1 - 4 Años)	3328 m. de manguera
de 1/2"Ø con 576 goteros.	
2a. Fase (4 - 8 Años)	3328 m. de manguera
de 1/2"Ø con 576 goteros.	
3a. Fase (8 en adelante)	3328 m. de manguera
de 1/2"Ø con <u>576</u> goteros.	-----
Total	1628 goteros 9984

El total de mangueras y goteros para ese sector cuando el cultivo se encuentra a un nivel comercial.

S2 = 2 - 87 - 62 Ha.

1a. Fase (1 - 4 Años)	3152 m. de manguera
de 1/2"Ø con 584 goteros.	
2a. Fase (4 - 8 Años)	3152 m. de manguera
de 1/2"Ø con 584 goteros.	
3a. Fase (8 en adelante)	3152 m. de manguera
de 1/2"Ø con 584 goteros.	
Total	<u>1752</u> goteros <u>9456</u> m

S3 = 4 - 40 - 20 Ha.

1a. Fase (1 - 4 Años)	3536 m. de manguera
de 1/2"Ø con 624 goteros.	
2a. Fase (4 - 8 Años)	3536 m. de manguera
de 1/2"Ø con 624 goteros.	
3a. Fase (8 en adelante)	3536 m. de manguera
de 1/2"Ø con 624 goteros.	
Total	<u>1872</u> goteros <u>10608</u> m

S4 = 4 - 10 - 30 Ha.

1a. Fase (1 - 4 Años)	3240 m. de manguera
de 1/2"Ø con 576 goteros.	
2a. Fase (4 - 8 Años)	3240 m. de manguera
de 1/2"Ø con 576 goteros.	
3a. Fase (8 en adelante)	3240 m. de manguera
de 1/2"Ø con 576 goteros.	
Total	<u>1728 goteros</u> <u>9720 m</u>

S5 = 4 - 04 - 64 Ha.

1a. Fase (1 - 4 Años)	3125 m. de manguera
de 1/2"Ø con 552 goteros.	
2a. Fase (4 - 8 Años)	3125 m. de manguera
de 1/2"Ø con 552 goteros.	
3a. Fase (8 en adelante)	3125 m. de manguera
de 1/2"Ø con 552 goteros.	
Total	<u>1656 goteros</u> <u>9405 m</u>

S6 = 3 - 19 - 30 Ha.

1a. Fase (1 - 4 Años)	2500 m. de manguera
de 1/2"Ø con 448 goteros.	
2a. Fase (4 - 8 Años)	2500 m. de manguera
de 1/2"Ø con 448 goteros.	
3a. Fase (8 en adelante)	2500 m. de manguera
de 1/2"Ø con 448 goteros.	
Total	<u>1444 goteros</u> <u>7500 m</u>

S7 = 2 - 90 - 48 Ha.

1a. Fase (1 - 4 Años)	2266 m. de manguera
de 1/2"Ø con 408 goteros.	
2a. Fase (4 - 8 Años)	2266 m. de manguera
de 1/2"Ø con 408 goteros.	
3a. Fase (8 en adelante)	2266 m. de manguera
de 1/2"Ø con 408 goteros.	
Total	<u>1224 goteros</u> <u>6798 m</u>

CANTIDAD DE MATERIAL NECESARIO POR HECTAREA

- 390 Goteros tipo Israel (2 Lts/hora)
- 2400 Metros de tubo polyducto de 2 1/2" alta densidad.
- 100 Metros de tubo polyducto de 2 1/2" alta densidad.
- 18 Metros de tubo P.V.C. de 3"
- 1 Válvula galvanizada 2 1/2" de globo abierta.
- 1 TEE hidráulica P.V.C. de 3"
- 8 TEE polyducto 2 1/2" alta densidad para acoplar con 1/22
- 1 Codo P.V.C. de 3".

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
DISTRITO DE RIEGO Nº 05 DELICIAS, CHIH.

PATRON DE EMISORES DISTRIBUIDORES (Góteros).

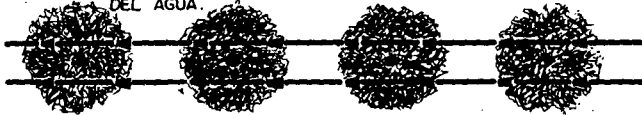
LINEA SENCILLA.

METODO SIMPLE.
IDEAL PARA ARBOLES CON
ESPACIAMIENTO CERRADO Y/O
SUELO PESADO.



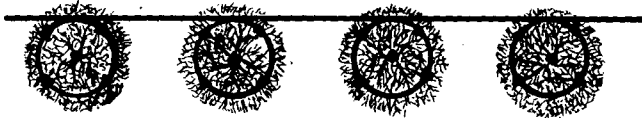
LINEA DOBLE.

CONVERSION PERFECTA PARA HUERTOS CON ESPACIAMIENTO PROMEDIO Y SUELOS -
MEDIOS A LIGEROS. PARA LAS PLANTACIONES NUEVAS SE EMPEZARA CON UNA LINEA
Y LA SEGUNDA SE AGREGARA A MEDIDA QUE SE INCREMENTEN LAS NECESIDADES -
DEL AGUA.

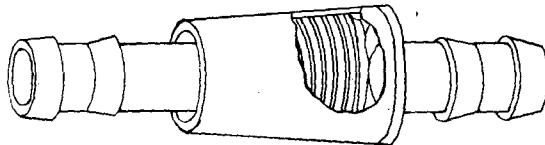


CIRCULO.

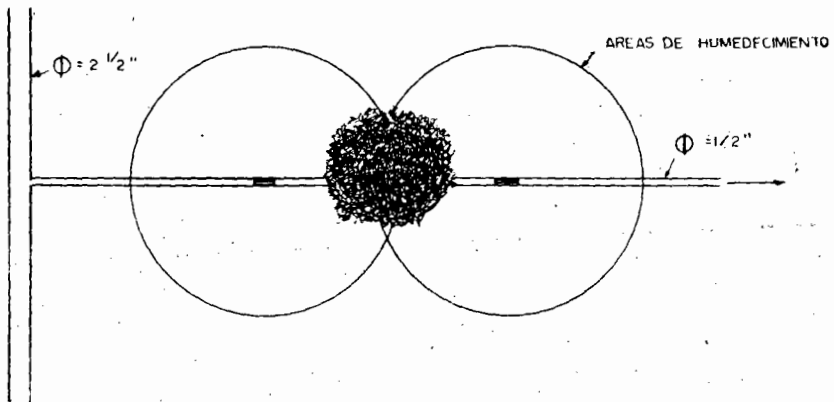
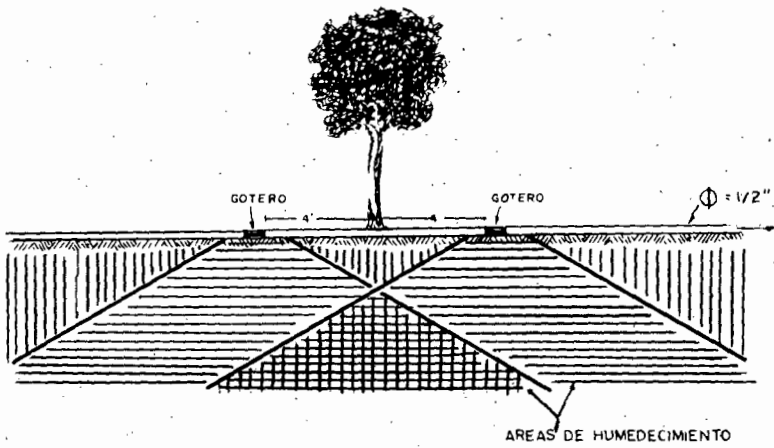
EL MAS FLEXIBLE DE TODOS. IDEAL PARA CONVERSION DE ARBOLES GRANDES Y -
ESPACIAMIENTOS AMPLIOS. ADAPTABLE RAPIDAMENTE A TODOS LOS TIPOS DE SUE-
LOS, FACILMENTE PERMITE LA EXPANCON DEL SISTEMA



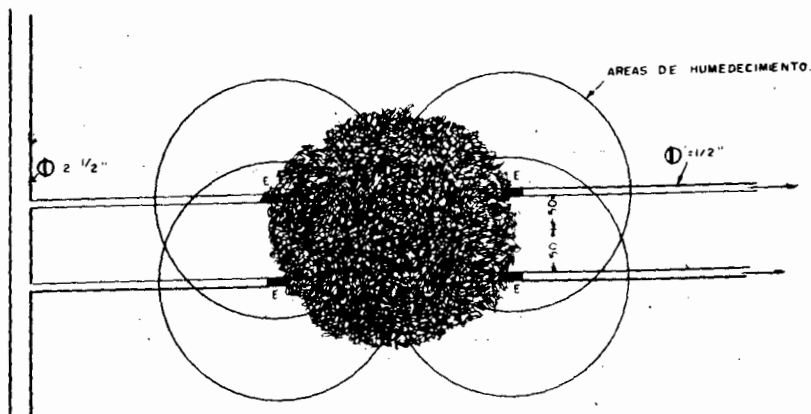
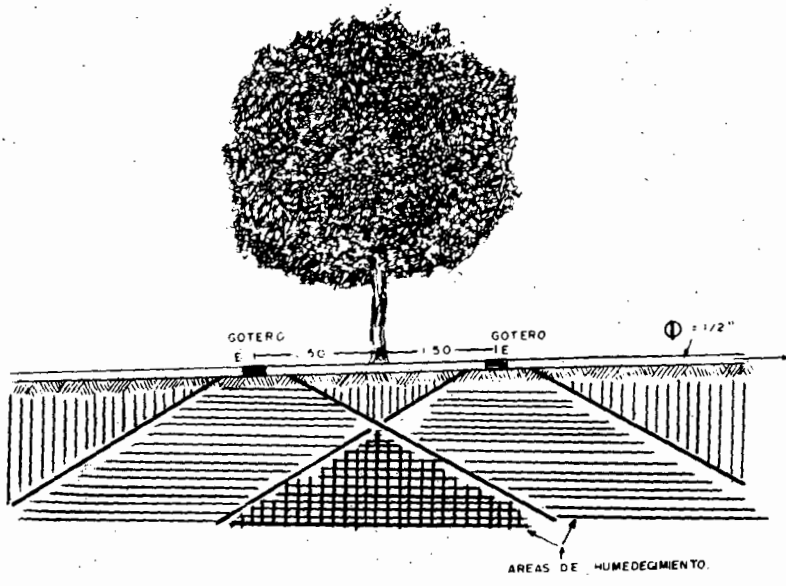
• GOTERO TIPO "EZE"



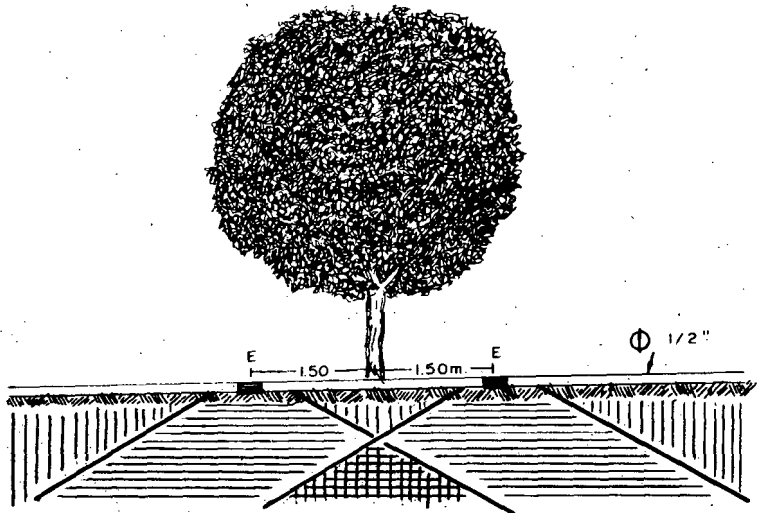
NOTA - EL ESPACIAMIENTO DE EMISORES Y EL NUMERO POR ARBOLES, O VID -
VARIARA CON LAS NECESIDADES ESPECIFICAS, EL AGUA DISPONIBLE, EL
TIPO DE SUELOS Y EL ESPACIAMIENTO DE ARBOLES DEBERA SER CON-
SIDERADO.



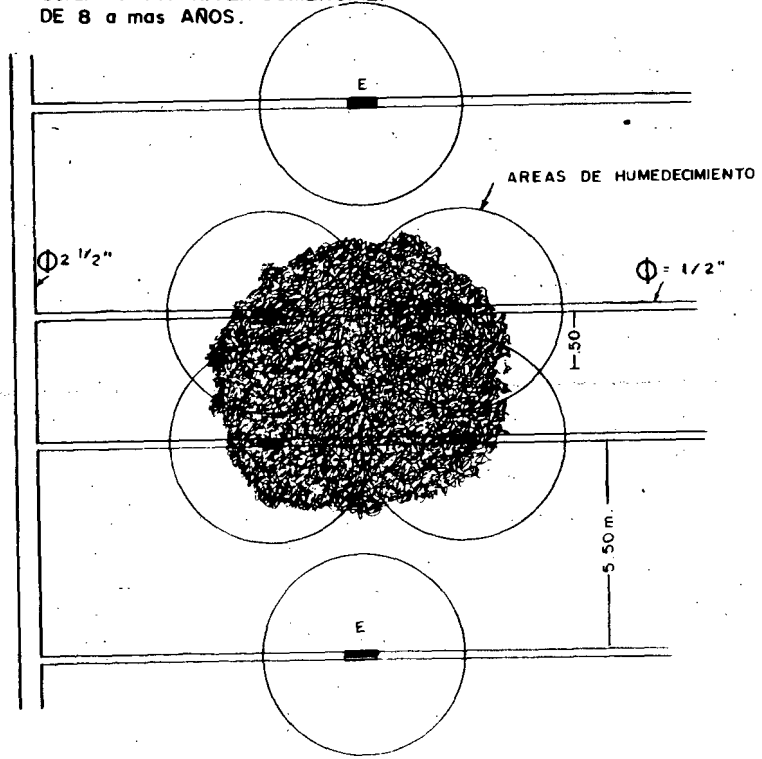
DISTRIBUCION DEL FRENTE HUMEDO Y LOCALIZACION DE EMISORES CONSIDERANDO EL SUELO "MIGAJON ARENOSO"
 1era. ETAPA DE 1 o 4 AÑOS.



DISTRIBUCION DEL FRENTA HUMEDO Y LOCALIZACION DE EMISORES CONSIDERANDO EL SUELO "MIGAJON ARENOSO"
 2a. ETAPA DE 4 a 8 AÑOS.



DISTRIBUCIÓN DEL FRENTE HUMEDO Y LOCALIZACIÓN DE EMISORES
 CONSIDERANDO EL SUELO "MIGAJON ARENOSO"
 3era. ETAPA. NIVEL COMERCIAL.
 DE 8 a mas AÑOS.





ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

C A P I T U L O V .

D I S C U S I O N .

Al aplicar el riego por goteo, forzosamente se debe tratar de resolver lo más adecuadamente posible las 3 interrogantes fundamentales del riego es decir:

- a.- Cuando regar,
- b.- Cuánto regar y
- c.- Cómo regar.

Naturalmente que no existen estudios experimentales que den bases firmes para resolver estas cuestiones; pero en instalaciones a nivel comercial y en diversos lugares del mundo como Israel, Australia, Japón, Filipinas, Sudáfrica, etc., los mejores resultados se han obtenido en las siguientes condiciones:

a.- Cuando regar:- Como ya quedó explicado anteriormente, los mejores resultados se han obtenido regando diariamente y durante las horas de luz del día; pero en ciertos casos impuestos por condiciones económicas, especialmente en relación con la inversión inicial, se han hecho pruebas que han mostrado la posibilidad de obtener muy buenos resultados regando cada tercer día.

En general, en el caso de árboles de hoja caduca (nogal, pera, manzana, ciruela, etc.,) y en época de invierno, sólo se debe dar un riego cada semana.

b.- Cuánto regar:- La cantidad de agua por aplicar, como ya también se indicó, tiene como base fundamental el uso consuntivo de los cultivos, por tanto, estará en función de la especie y variedad de éste y de las condiciones climatológicas del lugar.

Desde luego que el agua por aplicar se debe calcular en volumen y puesto que en la estimación del uso consuntivo se obtiene - una lámina de riego es muy importante saber cual es el área que - debe considerarse para este cálculo.

c.- Cómo regar:- Este aspecto, como en todos los métodos de riego es sumamente importante, tanto porque de ello dependerá en gran parte el monto de la inversión inicial, como por la influencia determinante que puede tener en la producción.

Consiste fundamentalmente en la forma como se deben de distribuir los goteros, en relación con las plantas, haciendo la consideración de que está reiteradamente comprobado que tubería regante y goteros pueden estar colocados sobre el terreno ya que - los goteros enterrados nunca han trabajado a satisfacción.

Por esta serie de condiciones que debe reunir el riego por goteo, plantea una serie de problemas a resolver que son:

1.- Disponer de equipo de tubería, emisores y piezas especiales, que sean lo suficientemente resistentes a los agentes de intemperismo, especialmente considerando de acuerdo con los estudios realizados hasta la fecha demuestran que el sistema debe ser superficial, principalmente la línea regante.

2.- Los costos tan altos de inversión inicial.

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

4.- Hay posibilidad de mayor incidencia de enfermedades y plagas en las plantas por el alto contenido de humedad en el tronco y en las raíces.

5.- Dentro del proyecto debe de preverse, con dispositivos especiales de filtración el taponamiento de los emisores.

6.- Los materiales de fertilizantes que se apliquen con el agua de riego, deben ser altamente solubles.

7.- Hay necesidad de una vigilancia constante para detectar cualquier irregularidad en el funcionamiento del sistema.

8.- En caso de aguas turbias es necesario hacer instalaciones especiales de decantación para eliminar los materiales de suspensión.

A pesar de esta serie de desventajas (que ya se pueden resolver satisfactoriamente) que el riego por goteo lleva consigo y que son un obstáculo para su aceptación especialmente ahora en que está en su fase inicial de establecimiento; posee un gran número de ventajas que lo hacen totalmente aceptable. Entre estas ventajas pueden señalarse las siguientes:

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

2.- Se puede usar en casi todos los cultivos con excepción de los cultivos de arroz, caña de azúcar y tabaco. Aunque considerando el aspecto económico, actualmente sólo está restringido a cultivos de alta remuneración como frutales y hortalizas.

3.- Evita la nivelación de tierra que muchas veces implica además de una fuerte inversión inicial, una alteración en la fertilidad de los suelos que generalmente tarda mucho tiempo en normalizarse.

4.- Incrementa grandemente la producción tanto en cantidad como en calidad.

5.- Tanto en cultivos anuales como en frutales, adelanta la época de producción, permitiendo con ello llevar los productos al mercado en épocas de mejores precios, y además empezar a recuperar la inversión, en un período más corto.

6.- Está formado por un equipo que permite que una operación muy fácil y por tanto ahorra gran cantidad de mano de obra.

7.- Permite aprovechar fácilmente aguas con altos contenidos de sales solubles.

8.- No existe ninguna interferencia por vientos fuertes.

9.- No entorpece las labores de cultivo, de cosecha ni de aplicación de insecticidas o fungicidas.

10.- Hay menor incidencia de malas hierbas especialmente en lugares de clima con pocas lluvias; por lo tanto, en este aspecto también ahorra mano de obra.

C A P I T U L O VI.

C O N C L U S I O N .

Es obvio que el cálculo anteriormente aludido, es para plantas que están en plena producción, de ahí que estos requerimientos sean utilizados observando este importante renglón.

Una observación importante es que al utilizar los valores mensuales del uso consuntivo se está asumiendo que existe evapotranspiración potencial y que por lo tanto la planta estará en condiciones ideales de humedad. Evidentemente estos valores representan el régimen hídrico del vegetal, pero no hay que olvidar que éstos han sido obtenidos considerando la suma de la evaporación y transpiración en grado potencial. En el riego por goteo, la evaporación es nula o casi nula comparada con los otros métodos de irrigación, de ahí que los valores anteriormente expuestos sean una guía para suministrar el agua al vegetal.

Se han expuesto los principios básicos del riego por goteo y las consideraciones generales respecto al suelo, fertilización, espaciamiento de plantas y goteros, tipo de emisor que se va a utilizar así como el material necesario por Ha., etc., con los cuales se han obtenido magníficos resultados; además también se ha hecho una breve explicación de la justificación fisiológica tanto de los resultados como de las ventajas del método.

A pesar de esto, con el fin de adaptarse a condiciones parti

culares y locales de economía, de material disponible y tal vez - sociales, habrá muchas veces de elaborar proyectos modificando - considerablemente algunos o varios de los principios que en este trabajo se aplicaron, con lo cual logicamente tal vez no sean los mejores; pero se habrán de obtener resultados.

Esto plantea entonces la necesidad imperiosa de incrementar grandemente y a la mayor brevedad posible, los trabajos de investigación y experimentación, cuyos resultados permitan afinar debidamente los lineamientos y principios generales que despiertan mayor inquietud para su aplicación.

C A P I T U L O VII.

B I B L I O G R A F I A .

- 1.- Blass S. and Veshayahuen G. 1968. *Experimental With Drip Irrigation* (experimento sobre riego por goteo) Beerses - heb, Israel.
- 2.- Bonner James y Galston, W. Artur. 1967. *Principios de Fisiología Vegetal 5a. Edición Madrid, España.*
- 3.- Bouyouoos, G. J. 1951. *A recalibration of the hidrometer method for making mechanical analysis of Soil* (una recalibración del método del hidrómetro para realizar el análisis mecánico de un suelo) *Abr. Vol. 43.*
- 4.- De la Loma José Luis Ing. 1970. *Uso consuntivo de agua - por los cultivos de Arizona. Memorandum técnico no. 281. S. R. H. México, D. F., México.*
- 5.- De la Peña, I. 1953. *Informe parcial del estudio agrológico detallado del proyecto de riego de las márgenes izquierda y derecha del río Yaquí, Son. S. R. H. Cd. Obregón, Son., México.*
- 6.- De los Santos Valadez Saúl Ing. 1971. *Metodología para la determinación y cálculo del uso consuntivo del agua.*

Memorandum Técnico No. 290. S. R. H. México, D. F. México.

- 7.- Fernández, G. R. 1970. Relación Agua - Suelo - Planta - Atmósfera, C.P. Serie de apuntes Esc. Nal. Agr., Chapin-go, México.
- 8.- Goldberg, Dy Shmueli, M., 1968. Riego por goteo. Traduc-ción por Martínez S. F.
- 9.- Guzmán Cortés Carlos. 1966. Determinación del coeficien-te "K" regional para el cálculo del uso consuntivo del - frijol negro criollo en los Distritos de Riego del Esta-do de Veracruz. Memorandum técnico No. 236. S. R. H., Mé-xico, D. F. México.
- 10.- I.C.W.A. publication. 1971. International Expert Panel - on Irrigation. Tel Avive, Israel.
- 11.- Informe de labores de la S. R. H. 1971. Revista Ingenie-ría Hidráulica en México. Vol. 25, No. 3 México.
- 12.- James, O. W. 1967, Introducción a la Fisiología Vegetal. Traducción de la 6a. Edición en Inglés. Por Javier Llemo-ra Pagés. Barcelona, España.
- 13.- Korineli, D. 1971. Hidraulics Aspects of the varions pri-pper, Haifa, Israel.
- 14.- Maas, D.F. 1971. Irrigation for High yields. Herzlya, Is-rael.
- 15.- Maximov, A. N. 1954. Fisiología Vegetal México, D. F. Mé-xico.

- 16.- Peña Peña Efrén Ing. 1971. Diseño hidráulico del proyecto de riego por goteo "Yahualica" Memorandum técnico No. 293 S.R.H. México, D. F. México.
- 17.- Reyes M. D. 1971. Riego por goteo. El campo, revista mensual agrícola y ganadera, Vol. XLVII, No. 947, pág. 28 - 30 México.
- 18.- Richards, L. A. 1954. Diagnostic and improvement of soil Saline and Alkaline Soil (Diagnóstico y mejoramiento de los suelos salinas y alcalinas). U. S. D. A. Agricultura hand book No. 60. Washington, D. C.
- 19.- Rosales, J. J. R. 1972. "Riego por goteo en el delta del río Yaquí, Son.". Efectos de la aplicación de tres láminas totales, con dos frecuencias de riego, sobre los rendimientos de grano y materia verde del Maíz. H - 412 en el ciclo agrícola 1970 - 1971. Tesis Profesional Esc. - Nal. Agr. Chapingo, México.
- 20.- Volth V. and Bringhurst, S. R. 1969. Evaluation of an experiment with drip irrigation Sistem: (Evaluación de un experimento con el sistema de riego por goteo). University of California. Pomology, report 4.