878517

3

2ej.

UNIVERSIDAD NUEVO MUNDO

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Sistema de Riego por Aspersión para la Protección Contra Heladas, en una Plantación de Arboles Frutales (Perales y Manzanos)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICO

(AREA INDUSTRIAL)

P R E S E N T A

REYNALDO JOSE SCHEGA ORTEGA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F. 1986

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

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 está 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.

T E M A R I O

PAG.

CAPITULO I

1. INTRODUCCION 1

CAPITULO II

2. DESCRIPCION DEL LUGAR 3

2.1. Situación geográfica del terreno 3
2.2. Estudio climatológico 3
2.3. Estudio del terreno 5
2.4. Estudio del cultivo 7

CAPITULO III

3. METODOS ACTUALMENTE UTILIZADOS PARA - CONTROL DE HELADAS 9

3.1. Tipos de heladas 9
3.2. Métodos indirectos de lucha ... 13
3.3. Métodos directos de lucha 19

CAPITULO IV

4. SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION PARA - CONTROL DE HELADAS 35

4.1. Generalidades 35

CAPITULO V

5. CALCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA PARA PROTEGER CONTRA LA HELADA LA HUERTA OBJETO 37

5.1. Superficie 37

5.2. Aspersores 37

5.3. Memoria de cálculo de instalación de tubería 38

5.4. Moto-bomba 46

5.5. Memoria de cálculo de instalación eléctrica 46

5.6. Cálculo corto-circuito 50

CAPITULO VI

6. PROCEDIMIENTO DE OPERACION DEL SISTEMA RELACIONADO CON EL CONTROL DE TEMPERATURAS 60

6.1. Durante la helada 60

6.2. Durante el retraso de floración 62

CAPITULO VII

7. ESTUDIO ECONOMICO 64

7.1. Presupuesto 64

7.1.1. Mano de obra 71

7.1.2. Consumo de energía 75

7.1.3. Consumo de agua 76

7.2. Costos 77

CAPITULO VIII

8. CONCLUSIONES 79
8.1. Generalidades 79

CAPITULO IX

9. BIBLIOGRAFIA 84

C A P I T U L O I

INTRODUCCION

INTRODUCCION

1.1. Generalidades:

Dentro de los árboles frutales de buena calidad hay distintas clases, como son: Los Manzanos, Perales, Chabacanos, Duraznos, etc.

Para que su desarrollo sea perfecto se necesita que se encuentren en regiones donde exista, durante su etapa de reposo (período el cual sucede en invierno), suficiente cantidad de horas-frío para que el producto sea de buena calidad. Eso se consigue tomando en cuenta la posición geográfica de la región en cuestión.

Si se desea obtener un porcentaje alto de cosecha hay que tener en cuenta que hay regiones donde los árboles frutales necesitan protección principalmente durante su etapa de "Gestación" (período el cual sucede en primavera), que es cuando comienza el desarrollo del fruto. Este crecimiento toma aproximadamente cuarenta días, es decir; desde el bulbo hasta la flor cerca de veinticinco días (Fig. de la 1 a la 8), y de la flor al fruto pequeño quince días.

En la protección contra heladas para obtener un alto porcentaje de cosecha se necesita que durante este período tanto la flor como el fruto tengan una temperatura adecuada, para que no sean afectados por las heladas. Para tal propósito existen varios métodos de protección, entre los cuales están; quemadores, estufas, que son alimentados por medio de gas, diesel o petróleo. Ventiladores, Rayos Infrarojos, humos nieblas artificiales, Procedimientos bioquímicos, Recubrimientos de las plantas y el Riego por Aspersión.

Entre los métodos anteriormente mencionados el más recomendable es el Riego por Aspersión, y en Inglaterra, Alemania, Francia y E.U.A., es el más utilizado. Este método para controlar las heladas es aplicable en dos procedimientos:

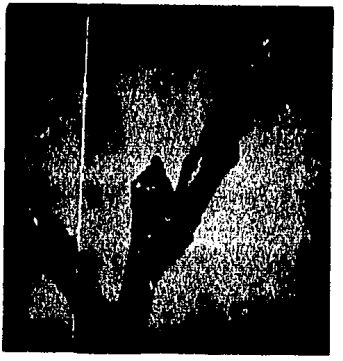


FIG. (1)

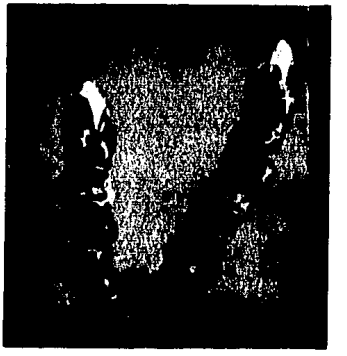


FIG. (2)

FIG. (3)

FIG. (4)

FIG. (5)

FIG. (6)

FIG. (7)

FIG. (8)

1.- Se puede utilizar durante las heladas provocando una pluvimetría constante e intermitente que puede variar de 5 a 8 mm/hr*. El calor que es necesario para la protección lo da el agua al congelarse y descongelarse simultáneamente quedando la flor y el pequeño fruto dentro de una temperatura de 0°c que evita que sea quemada por la helada. Cuando la temperatura exterior de la huerta es mayor de 7° ó 8°c, se suspende el riego, comenzando a derretirse todo el hielo de la huerta sin haber afectado a la flor ni al fruto. Para ello es necesario que los aspersores sean diseñados especialmentepara este objeto, porque los aspersores comunes destinados para riego general de la agricultura pueden ser afectados por corrientes de aire frías (Candelillas o "Wind Blow Frost") que se presentan algunas veces durante las heladas, causando que se congelen los resortes de los aspersores teniendo como consecuencia que se detengan estos. Dando como resultado que tanto la flor como el pequeño fruto se vean afectados por las heladas.

2.- Otra forma de aprovechar el Riego por Aspersión para control de heladas es la de "Retardación de Floración", que consiste en lo siguiente: En lugar de utilizar el riego de aspersión en las noches durante las heladas se utiliza el día para provocar en la huerta un clima artificial, es decir limita el calor solar de la huerta, manteniéndola a una temperatura promedio de 15°c.

Este clima artificial se consigue utilizando el Riego por Aspersión durante diez horas aproximadamente desde la salida del sol hasta el atardecer, es decir, desde los 5°c hacia los 30°c y de los 30°c hacia los 15°c, en donde se suspende el Riego.

* Es la unidad de medida que se encarga de relacionar la cantidad de caída de un líquido (expresado en milímetros de altura) en un tiempo determinado (horas).

C A P I T U L O I I

DESCRIPCION DEL LUGAR

DESCRIPCION DEL LUGAR

2.1. Situación Geografica del Terreno

Se trata de una huerta situada hacia el este de Ciudad Guerrero, Chihuahua, quedando comprendida entre las siguientes coordenadas geográficas.

Latitud norte	28	30'	-	28	35'
Latitud oeste	107	25'	-	107	30'
Altura S.N.M.	2400 metros				

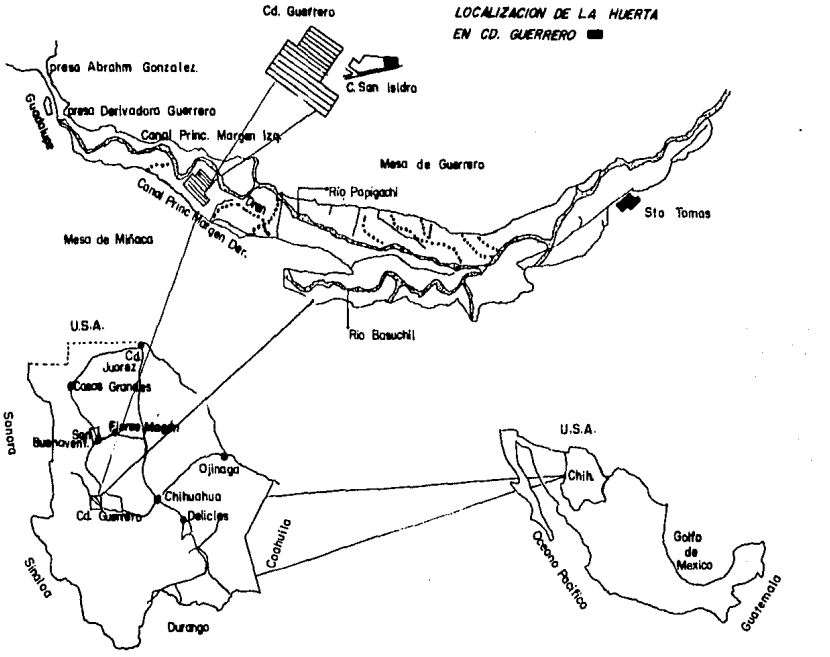
El total de hectáreas que actualmente comprende la huerta es de treinta, como superficie para riego por aspersión es de cinco hectáreas. Los límites del área son:

Norte	-	Huerta del Ing. Enrique Rico
Sur	-	Calzada San Isidro
Este	-	Canal Principal
Oeste	-	Calle 15

Para llegar al área de estudio, se parte de la Ciudad de Chihuahua rumbo oeste por la carretera Estatal No. 10 recorriendo 168 kilómetros pasando por la Ciudad Cuauhtémoc, el poblado La Junta y Ciudad Guerrero.

2.2. Estudio Climatológico

Para realizar el calculo del clima se recopilaron datos del boletín meteorológico No. 15 desde 1975 hasta 1984, la precipitación media anual fue de 495.6 mm., teniendo como referencia que el año más húmedo ha sido de 674.4 mm., en 1978 el más seco en 1979 con 355.7 mm., -


LOCALIZACION DE LA HUERTA
EN CD. GUERRERO
Cd. Guerrero
C. San Isidro
presa Abrahm Gonzalez.
Guadalupe
Presa Derivadora Guerrero
Canal Princ. Margen Izq.
Mesa de Guerrero
Rio Papigachi
Canal Princ. Margen Der.
Sto Tomas
Mesa de Miñaca
Rio Basuchil
U.S.A.
Cd. Juarez
Casas Grandes
Sonora
Buenaventura
Ojinaga
Chihuahua
Cd. Guerrero
Delicias
Coahuila
Sinaloa
Durango
U.S.A.
Chih.
Golfo de Mexico
Oceano Pacifico
Guatemala
LOCALIZACION DEL DISTRITO EN EL EDO.
LOCALIZACION DEL ESTADO EN EL PAIS.

la lluvia año con año se concentra en los meses de julio, agosto y septiembre.

TEMPERATURAS	GRADOS CENTIGRADOS
Temperatura media anual	13.8°c
Temperatura media de máximos	23.4°c
Temperatura máxima extrema	34.8°c
Temperatura mínima extrema	- 12.0°c

Las primeras heladas se presentan en un período que varía desde el 13 de octubre al 8 de noviembre y las últimas heladas pueden ocurrir en un período del 2 de abril al 29 de mayo.

El período libre de heladas promedio es de 178 días, el año que presentó mayor número de días libres fue 1979 con 154 días.

Vientos: Los vientos dominantes provienen del suroeste (SW) y tienen una velocidad promedio de 25.3 kilómetros por hora.

Granizo: Este se presenta todos los años en diferentes lugares dentro de la región, durante los meses de mayo a septiembre.

Nevadas: Las nevadas ocurren con diferente intensidad y frecuencia, como mínimo una vez al año y hasta cinco veces como máximo, pudiendo presentarse desde el mes de noviembre hasta el mes de abril.

Clasificación de Clima: De acuerdo al seguro sistema del Dr. Thornthwaite, el clima resultó ser: PG, SA, TD, VA., o sea semi-seco, con nula demasía de agua, templado frío, con régimen de calor más alto que lo normal en el verano.

Interpretación del clima en relación con la agricultura: Después de analizar los datos meteorológicos recopilados, la agricultura

CUADRO CLIMATOLOGICO

ESTACION METEREOLOGICA: Cd. Guaraero

PERIODO DE OBSERVACION: 1975 - 1984

DATOS METEOROLOGICOS	MESES DEL AÑO												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MED. ALT.
TEMPERATURA MEDIA	8.0	7.4	9.5	13.9	17.3	21.0	20.9	20.1	18.2	14.4	10.5	6.8	13.8
TEMP. MEDIA MAXIMAS	16.3	17.7	20.3	24.4	27.8	31.0	28.4	27.2	26.6	24.6	20.6	17.0	23.4
TEMP MAXIMA EXTREMA	22.7	23.8	25.9	29.7	33.0	34.6	33.0	31.2	30.4	28.9	26.0	23.4	34.8
TEMP. MEDIA MINIMAS	- 4.3	- 3.3	- 1.8	3.3	6.8	11.1	13.4	12.9	10.5	5.0	0.3	- 3.2	4.2
TEMP. MINIMA EXTREMA	- 10.7	- 8.8	- 6.1	- 2.4	0.6	6.1	11.2	9.8	6.8	- 0.4	- 6.2	- 0.2	- 12.0
PRECIPITACION MEDIA	16.5	12.3	6.3	7.2	8.7	24.2	143.6	49.1	68.3	30.8	11.5	19.1	495.6
AÑO MAS HUMEDO	1.5	10.0	INAP	42.6	8.5	27.5	83.5	370.7	9.5	48.1	10.3	62.3	674.4
AÑO MAS SECO	8.0	19.5	INAP	2.0	4.0	7.5	101.5	114.9	7.6	30.0	INAP	25.0	355.7
DIREC. Y VEL. DE VIENTOS													

HELADAS:

Fechas de primeras heladas — 13 de Octubre - 8 de Noviembre

Fechas de ultimas heladas -- 2 de Abril al 29 de Mayo

Periodo libre de heladas -- media 178 días

Vientos; Velocidad del viento 14 nudos SW

NOTA: Las temperaturas estan dadas en grados centigrados precipitación en milimetros y la velocidad del -- viento en nudos/hora

CUADRO DE CLASIFICACION DEL CLIMA SEGUN EL SEGUNDO SISTEMA DEL Dr. C.W. THORNTHWAITE

ESTACION GUERRERO — MPIO. GUERRERO — PERIODO 1975-1984

Lat. N 28° 33' — Long W.G. 107° 30' — m.s.n.m. 2,010

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL					DETERMINACION DE LOS FACTORES				CLASIFICACION DEL CLIMA			
MESES	temperatur en °C	I	E.P. incorrecta	factor de corrección	E.P. corregida	lluvia Cm.	MHS	HA	EPR	d	s	E	RP
DICIEMBRE	9.50	2.64	3.08	.90	2.77	1.78	- 0.99	.55	2.77	0.00	0.00	0.00	- 0.30
ENERO	5.90	1.28	.55	.91	1.41	1.55	.14	.69	1.55	0.00	0.00	0.00	0.10
FEBRERO	7.30	1.77	2.11	.88	1.85	1.22	- .63	0.06	1.36	0.00	0.00	0.00	- 0.34
INVIERNO													
MARZO	9.50	2.64	3.08	1.03	3.17	.58	- 0.08	0.00	0.58	2.53	0.00	0.00	- 0.82
ABRIL	13.80	4.65	5.27	1.07	5.64	.62	0.00	0.00	0.62	5.02	0.00	0.00	- 0.89
MAYO	17.20	6.49	7.24	1.17	8.47	1.14	0.00	0.00	1.14	7.33	0.00	0.00	- 0.87
PRIMAVERA													
JUNIO	20.90	8.72	9.59	1.15	11.03	2.67	0.00	0.00	2.67	8.36	0.00	0.00	- 0.76
JULIO	20.90	8.72	9.59	1.18	11.32	13.98	2.66	2.66	11.32	0.00	0.00	0.00	- 0.24
AGOSTO	19.90	8.10	8.94	1.73	10.10	15.21	5.11	7.77	10.10	0.00	0.00	0.00	0.5
VERANO													
SEPTIEMBRE	18.50	7.25	8.04	1.03	32.45	6.45	- 1.84	5.93	8.29	0.00	0.00	0.00	- 0.22
OCTUBRE	14.50	5.01	5.66	.98	5.55	3.08	- 2.47	3.46	5.55	0.00	0.00	0.00	- 0.44
NOVIEMBRE	10.40	3.03	3.51	.90	3.16	1.24	- 1.92	1.54	3.16	0.00	0.00	0.00	- 0.64
OTOÑO													
ANUALES	14.02	60.31		54.76	72.75	49.52				23.24			

indice de humedad

$$ih = \frac{0 \times 100}{72.75} = 0$$

indice de aridez

$$ic = \frac{100 \times 23.24}{72.75} = 31.94$$

indice pluvial

$$im = 0 - 31.98 \times .6 = 19.16$$

concentración termica en el verano

$$s = \frac{32.45 \times 100}{72.75} = 44.60$$

clasificacion de clima: PG - SA - TD - VA

SEMISECO.- Con nulu demasía de agua

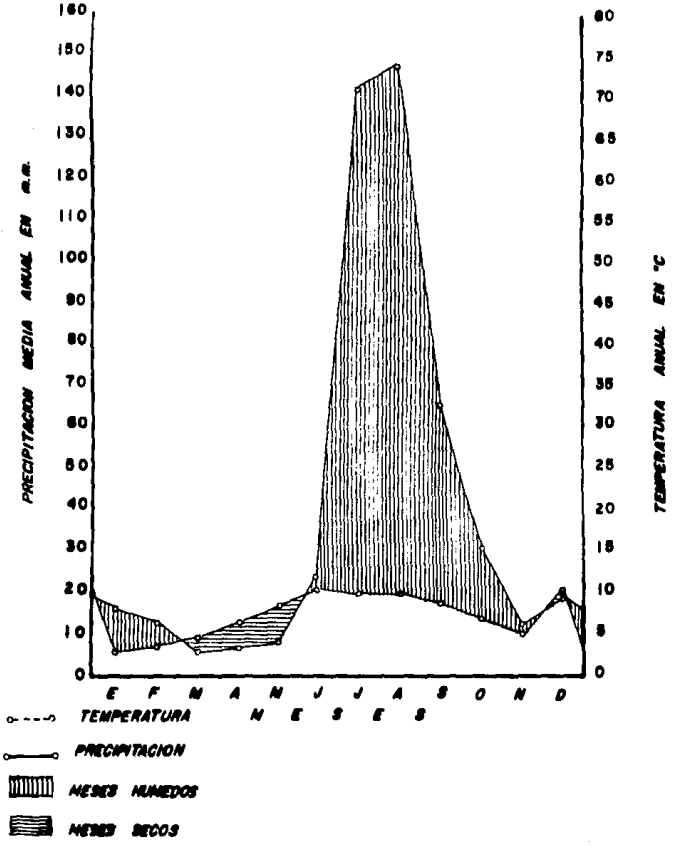
TEMPLADO FRIO.- Con regimen de calor mas alto que lo normal en el verano

CLIMOGRAFICA DE GAUSSEN

Estación - Guerrero
Lat. Nte. - 28° 33'

Municipio - Guerrero
Long. W.G. - 107° 30'

Periodo - 1975 - 1984
Altitud - 2,010 mts.

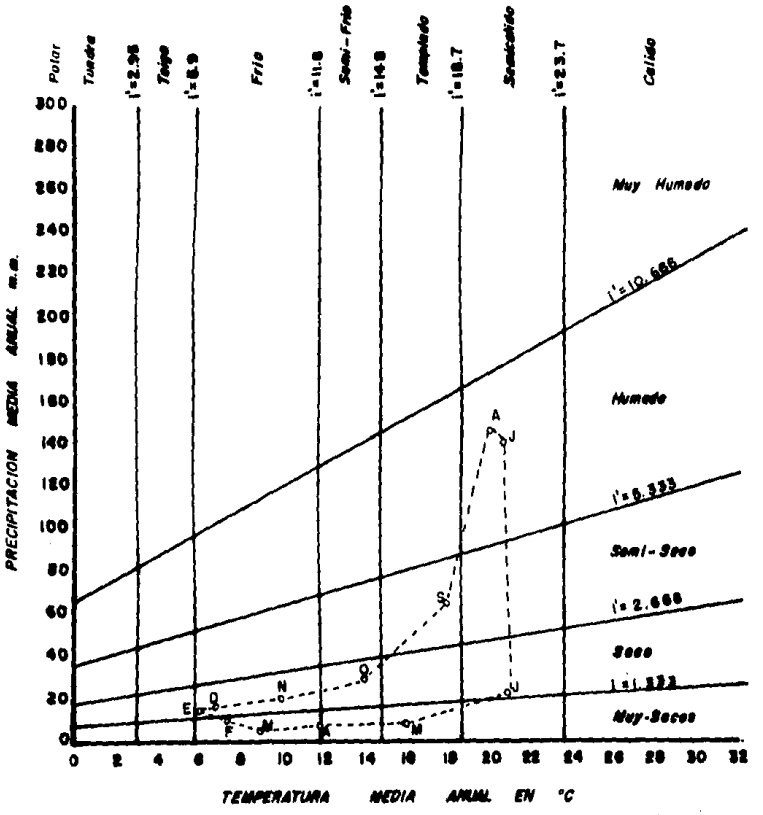


CLIMOGRAMA DE GAUSSEN

Estación - Guerrero
Lat. Nte. - 28°33'

Municipio - Guerrero
Long. W.G. - 105° 24'

Periodo - 1975-1984
Altitud - 2,010 mts.

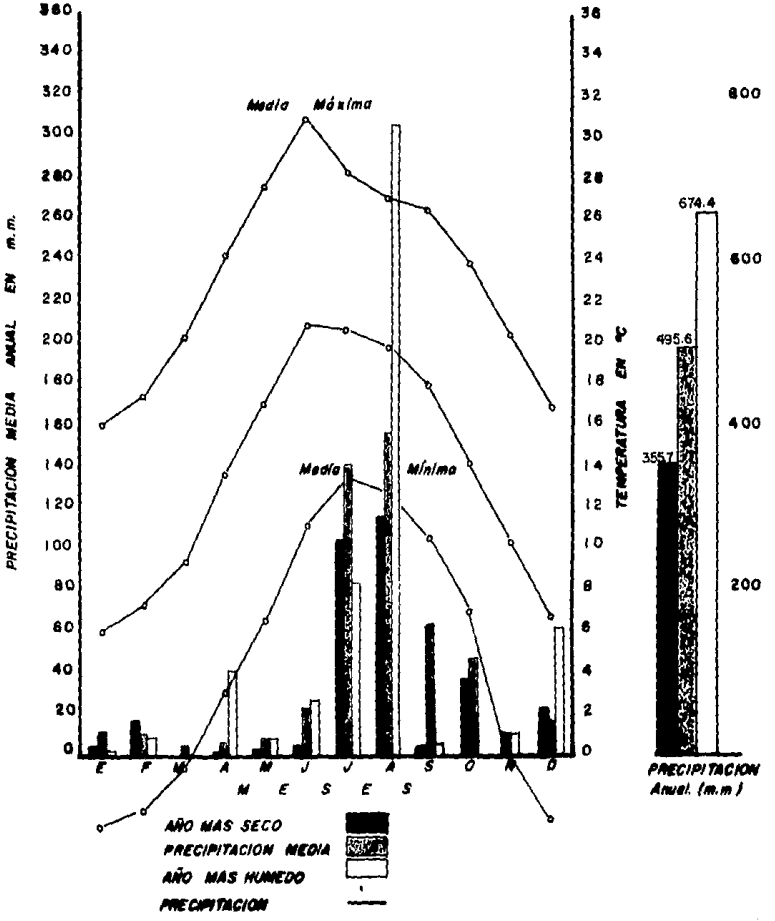


GRAFICA DE PRECIPITACION Y TEMPERATURA

Estación - Guerrero
Latitud Nte. 28° 33'

Municipio - Guerrero
Long W.G.- 107° 30'

Período 1975-1984
Altitud - 2,010 mts.



está superditada a un ciclo agrícola y a frutales que requieren cierto número de horas-frío, como el manzano, peral, durazno, chabacano, etc., es necesario proteger los árboles de las últimas heladas en primavera proporcionándole calor mediante los métodos anteriormente mencionados.

2.3. Estudio del Terreno

El área de estudio se encuentra comprendida dentro del Valle que forman los ríos Papigochi y Basuchil. El Valle se formó precisamente con la acción erosiva de la corriente del Papigochi sobre la mesa de - Miñaca constituyendo una depresión poco profunda, angosta y alargada. Todos los suelos del proyecto son de origen secundario, producto de materiales acarreados por las corrientes (aluvión) o por la degradación de las rocas que fracmentan con la acción del intemperismo descendiendo por gravedad a las laderas (Coluviales) o arrastradas por los deslaves en época de lluvia (Mixtas). De acuerdo con lo anterior la mayor parte de los suelos son gravosos y pedregosos, tanto superficialmente como en los subsuelos siendo en general suelos de texturas medias con buen drenaje interno, a veces excesivo; las tierras que forman las vegas del Río constituyen los suelos más recientes gravasos y pedregosos de tipo ligeros. Estos suelos ocuparon la mayor extensión del área, - correspondiendo 2,708.08 hectáreas o sea un 50.30% del total estudiado, son suelos abiertos al cultivo en donde se han establecido las huertas.

El agua se presenta a diferentes profundidades, dependiendo de la época de lluvia o de riego, ya que con sólo pasar el agua por las - acequias los árboles absorben la humedad habiendo riego por capilari-- dad, el aqua se llega a presentar desde los 40 centímetros, no es en - toda el área.

El drenaje superficial se considera bueno, los suelos son delgados de textura ligera, franco arenosos, presentan una coloración café-café-claro, descansando éstas capas en un subsuelo formado por grava -

piedra y arena. Reciben los sedimentos del río encontrándose pedregosos especialmente en los abanicos.

VARIACIONES DEL PERFIL:

HORIZONTE	PROFUNDIDAD
A_1	0 - 15/20 cms.
A_2	15/20 - 40/80 cms.
A_3	40/80 - 200 cms.

El drenaje interno se considera bueno a ligeramente rápido. Estos suelos no resultaron afectados por sales y/o sodio intercambiable que perjuiquen al desarrollo normal de las plantas.

Interpretación de los análisis físico-químicos: Presentan texturas franco-arenosa en su mayoría, el pH varía de 7.00 a 8.00 o sea - neutro alcalino, se encuentran libres de $CaCO_3$ (carbonato de calcio), así como de salinidad y/o sodicidad. Son pobres en nitrógeno, altos - mediados en fósforo y extremadamente ricos en potasio.

HORIZONTE		DESCRIPCION DEL PERFIL REPRESENTATIVO
A_1	0 - 20	Color en seco, textura franco arenosa, estructura laminar, consistencia ligeramente dura, buena permeabilidad reaccion al HCl (Cloruro de hidrógeno) nula, abundante raíces finas y medias, poca gravilla.
A_2	20 - 40	Color en seco café, textura franco-arenosa, estructura cúbica subagular, presencia de raíces finas medias y gruesas, bue

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS

DIRECCION DE AGROLOGIA

LABORATORIO de Suelos

ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE SUELOS

NOMBRE DEL ESTUDIO

PERFIL DEL SUELO NUM. _____ LOCALIZACION _____ FECHA 20/IV/1974

DET		Número de muestra						
		Profundidad (cm)	0-20	20-40	40-80			
1		Densidad real (g/cm³)						
2		Densidad aparente (g/cm³)						
3		Capacidad de campo (%)	17.55	17.37	17.39			
4		Punto de marchitamiento permanente (%)	9.53	9.44	9.45			
5		Agua aprovechable (%)	8.02	7.93	7.94			
6	TEXTURA	Arena (%)	70.40	64.40	68.40			
		Limo (%)	20.00	20.00	14.00			
		Arcilla (%)	9.60	15.60	17.60			
		Clasificación textural	Franco Arenosa					
7		pH en H_2O (1:2)	8.00	7.20	7.00			
8		Conductividad eléctrica en la pasta de suelo (mmhos/cm)						
9		Materia orgánica (%)	2.21	0.81	0.41			
10		Fósforo aprovechable (ppm)	13.4	2.4	7.2			
11		Carbonato de calcio (%)	0.45	0.60	0.30			
12		Capacidad de intercambio catiónico (me/100 g)						
13	CATIONES INTERCAMBIABLES	Calcio (me/100 g)						
14		Magnesio "						
15		Sodio "						
16		Potasio "						
17		Manganeso "						
18		Fierro "						
19		Aluminio "						
20		Conduct. eléct. en el extracto de saturación (mmhos/cm)						
21		pH en extracto						
22		Cantidad de agua en el suelo a saturación (%)						
23	IONES SOLUBLES	Calcio (me/litro)						
24		Magnesio "						
25		Sodio "						
26		Potasio "						
27		Carbonatos "						
28		Bicarbonatos "						
29		Cloruros "						
30		Sulfatos "						
31		Boro "						
32	ESPECIALES	Nitrogeno Calc.	.155	.057	.029			
33		Potasio Kg/Ha.	980	210	560			
34								
35								

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
DIRECCION DE AGROLOGIA
LABORATORIO de Suelos
ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE SUELOS

NOMBRE DEL ESTUDIO

PERFIL DEL SUELO NUM. _____ LOCALIZACION _____ FECHA 20/IV/1974

DET								
		Número de muestra	4	5				
		Profundidad (cm)	0-10	10-30				
1		Densidad real (g/cm³)						
2		Densidad aparente (g/cm³)						
3		Capacidad de campo (%)	30.98	23.69				
4		Punto de marchitamiento permanente (%)	16.83	12.97				
5		Agua aprovechable (%)	14.15	11.82				
6	TEXTURA	Arena (%)	46.92	64.92				
		Limo (%)	23.64	13.64				
		Arcilla (%)	29.64	21.64				
		Clasificación textural	Fco. Arc.	Arenosa				
7		pH en H_2O (1:2)	6.90	6.45				
8		Conductividad eléctrica en la pasta de suelo (mmhos/cm)						
9		Materia orgánica (%)	3.09	1.64				
10		Fósforo aprovechable (ppm)	4.8	3.0				
11		Carbonato de calcio (%)	6.71	0.71				
12		Capacidad de intercambio catiónico (me/100 g)	27.00	17.00				
13	CATIONES INTERCAMBIABLES	Calcio (me/100 g)						
14		Magnesio "						
15		Sodio "						
16		Potasio "						
17		Manganeso "						
18		Fierro "						
19		Aluminio "						
20		Conduct. eléct. en el extracto de saturación (mmhos/cm)						
21		pH en extracto						
22		Cantidad de agua en el suelo a saturación (%)						
23	IONES SOLUBLES	Calcio (me/litro)						
24		Magnesio "						
25		Sodio "						
26		Potasio "						
27		Carbonatos "						
28		Bicarbonatos "						
29		Cloruros "						
30		Sulfatos "						
31		Boro "						
32	ESPECIALES	Nitrogeno Calc.	0.210	0.110				
33		Potasio Kg/Ha.	700	420				
34								
35								

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
DIRECCION DE AGROLOGIA
LABORATORIO de Suelos
ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE SUELOS
NOMBRE DEL ESTUDIO Dto. de Riego # 83

PERFIL DEL SUELO NUM. _____ LOCALIZACION _____ FECHA 20/IV/1974

DE 1	Número de muestra		6	7				
	Profundidad (cm)							
1	Densidad real (g/cm³)							
2	Densidad aparente (g/cm³)							
3	Capacidad de campo (%)		26.59	28.50				
4	Punto de marchitamiento permanente (%)		14.45	15.48				
5	Agua aprovechable (%)		12.14	13.02				
6	TEXTURA	Arena (%)	40.92	42.92				
		Limo (%)	37.64	35.64				
		Arcilla (%)	15.44	21.44				
		Clasificación textural	Franca					
7	pH en H_2O (1:2)		7.20	7.65				
8	Conductividad eléctrica en la pasta de suelo (mmhos/cm)							
9	Materia orgánica (%)		3.35	1.13				
10	Fósforo aprovechable (ppm)		8.6	1.6				
11	Carbonato de calcio (%)		0.74	0.71				
12	Capacidad de intercambio catiónico (me/100 g)		27.00	24.50				
13	CATIONES INTERCAMBIABLES	Calcio (me/100 g)						
14		Magnesio "						
15		Sodio "						
16		Potasio "						
17		Manganeso "						
18		Fierro "						
19		Aluminio "						
20	Conduct. eléct. en el extracto de saturación (mmhos/cm)							
21	pH en extracto							
22	Cantidad de agua en el suelo a saturación (%)							
23	IONES SOLUBLES	Calcio (me/litro)						
24		Magnesio "						
25		Sodio "						
26		Potasio "						
27		Carbonatos "						
28		Bicarbonatos "						
29		Cloruros "						
30		Sulfatos "						
31		Boro "						
32	ESPECIALES	Nitrogeno Calc.	.230	.030				
33		Potasio Kg/Ha.	1120	350				
34								
35								

na permeabilidad, consistencia ligeramente dura, mayor cantidad de grava, al HCl nula.

C_1	40 - 200	Lecho de piedra, grava y arena no compactada sin estructura, consistencia blanda, reacción al HCl nula, color en seco café claro, textura franco-arenosa.

2.4. Estudio del Cultivo

Se extiende este cultivo por casi toda la República, dado que soporta casi todos los climas, o sea de temperaturas muy bajas, hasta cerca de los 40°C , de la zona tropical, con tal de que las primeras no bajan de - 3°C y las segundas no comprendan vientos secos frecuentes, pero que en todo caso dispongan de humedad en la tierra. Los principales estados productores son: Chihuahua, Zacatecas, Durango, San Luis Potosí, Tamaulipas, Puebla, Guanajuato, Hidalgo, México, Michoacán, Querétaro, Tlaxcala, Distrito Federal, Sonora, Oaxaca, Chiapas, Guerrero y Veracruz.

Esta gran zona, sin embargo, se refiere principalmente a nuestra manzana corriente, si bien ya se han modificado bastante la técnica del cultivo y la adaptación de variedades selectas, como por ejemplo de Chihuahua que nos da hermosas frutas que pasan por ser de la California, E.U.A. ocultando el mérito nacional, aunque con estímulo para el agricultor que vende a mejor precio como extranjera. El mejor clima es el templado; y el peor, el muy caluroso. Nuestro árbol prospera en los climas templados y fríos, siempre que en ellos no se encuentren cambios de temperatura o rápidos excesos de calor en el verano o de heladas extemporáneas.

Las tierras de naturaleza areno-arcillosas, que dan más fácil -

penetración a las raíces, que retienen mayor cantidad de agua y hacen circular las soluciones alimenticias de los abonos y que se airean mejor, son las primeras o que contienen más arena respecto a la que se marca como normal o típica de una tierra ideal, esto es, de la que tienen más de 70% de sílice.

Si descansan sobre un lecho permable, y contienen más de un 10% de materia orgánica, serán más convenientes. En cuanto a su composición química tienen preferencia las más ricas es decir, las que contengan más del 1% del ácido fosfórico, 2% de nitrógeno, 3% de potasa y 5% de cal asimilables.

Todo cuanto se ha dicho del manzano es aplicable al peral, por lo que es obvio de repeticiones ociosas, nos limitaremos a marcar las diferencias que hay.

Clima: Es más resistente a los cambios de temperatura.

Tierra: Es más rústico y puede prosperar en tierras pesadas, fuertes o arcillosas, ya sean a veces secas o algo más húmedas en ciertos periodos alternativos, sin que por ello no le sean más convenientes y profundas.

C A P I T U L O I I I

METODOS ACTUALMENTE UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE HELADAS

METODOS ACTUALMENTE UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE HELADAS

3.1. Tipos de Heladas

Las heladas en primavera, constituyen en Chihuahua, uno de los accidentes más graves para la producción frutícola. Algunas ocasionan una pérdida del orden del 50% a escala nacional, lo que se puede traducir a un 100% a nivel del productor. La disminución global del rendimiento que resulta de las cosechas, representa sumas considerables que pueden producir la quiebra del agricultor.

Generalmente los agricultores, siempre han buscado adaptar sus cultivos a la condición del medio ambiente, agregando que durante los últimos años, han tomado mucho en cuenta el riesgo de las heladas. El agricultor, cada vez acepta menos el que la recolección anual de sus frutales se vea afectada por las heladas nocturnas, y en este caso, busca la manera de aplicar las técnicas más modernas para la lucha contra las heladas.

Después de algunos años y de numerosos estudios y experiencias sobre este punto, las investigaciones practicadas han llegado a producir y proponer numerosos métodos, pero entre todos estos métodos, aparentemente no se ha encontrado una solución totalmente satisfactoria.

En la práctica se distinguen dos tipos de heladas, según la estación del año: las de invierno y primavera. Las heladas de invierno, también llamadas "heladas negras", porque enegrecen los retoños tiernos de las plantas, son en general las menos nefastas porque el vegetal en estado de reposo es poco sensible al frío.

Las heladas de primavera son las más frecuentes y temidas.

Existen dos tipos: Las heladas negras (heladas de hielo) y las

heladas blancas. Las primeras son de la misma naturaleza que las de - invierno, obedecen a un abatimiento general de la temperatura que proviene del norte o del oriente ocasionando estragos a la vegetación aún antes de la brotación. Las heladas blancas se producen sobre todo en abril o mayo, en ambiente despejado, durante la noche y a continuación de un enfriamiento del suelo. Estas son las que parecen ser más temibles para la vegetación, pues por otra parte, la brotación ya está muy adelantada.

Ya sea que se trate de uno u otro tipo de helada, es necesario conocer bien su proceso de formación para definir los daños que son -- susceptibles de ocasionar y así prevenirse mediante los métodos ade-- cuados de protección.

Relacionadas fundamentalmente con las condiciones atmosféricas, las heladas pueden ser provocadas por la irradiación del calor el suelo hacia la atmósfera, por el paso de corriente de aire frío de una zona a otra (fenómeno de convección), o pérdida de calor debida a la evaporación del agua superficial del suelo o de los vegetales. Aún cuando sean provocadas por mecanismos diversos, los fenómenos actúan en - forma conjunta.

a) Helada por Irradiación: El suelo se comporta en forma sensible como un cuerpo negro. Pierde por irradiación, de día como de no-- che, cierta cantidad de energía que es función de la temperatura de la superficie de que se trata.

Los metereólogos frecuentemente se ha acostumbrado a expresar - esta pérdida debida a la irradiación terrestre, mediante la siguiente fórmula:

$$R_t = \sigma T^4$$

en la que T es la temperatura absoluta de la superficie terrestre y σ el coeficiente de emision del cuerpo negro.

Oponiendose a esta pérdida, el suelo y los vegetales reciben bajo la forma de irradiaciones, por una parte la energía que directamente envia el sol y que llamaremos (R) y por la otra, emitida por la -- misma atmosfera designada (R_a).

Durante el dia, la suma de $R_s + R_a$ es desde luego superior a R_t. Las variaciones que se producen sobre la pérdida de la irradiación, se puede representar por una irradiacion neta igual a R_n, y representan - tambien una elevacion de temperatura sobre la superficie del suelo. A medio dia y cuando el sol comienza a declinar sobre el horizonte, la variación obtenida se reduce poco a poco y viene a ser inferior a la producida. La temperatura desarrolla esta evolucion y sigue en disminucion hasta el dia siguiente en la mañana, la irradiación neta (R_n) pueda en esta forma dirigida a la atmosfera.

Se concibe por otra parte que el enfriamiento del suelo es por lo tanto, mayor que la irradiacion nocturna. Este es el caso de las - noches muy claras para las cuales la radiacion de la atmosfera es relativamente debil. Al contrario, el enfriamiento nocturno se detiene ya se a por la aparición del rocío, por la fuerte (conductivilidad) del suelo que desempeña el papel de volante térmico, o por ultimo por la accion del aire que tiene por efecto aumentar las aportaciones calorificas por convección.

Para comprender mejor el efecto de la irradiación nocturna, conviene recordar algunas categorias de magnitud relativas a este fenomeno. Se estima que la radiación del suelo a 0°c representa alrededor - de 0.45×10^3 calorias/cm²/mn: la de la atmosfera es de 0.30×10^3 calorias /cm²/mn ; lo que dan una radiacion neta a la atmosfera del orden de 0.15×10^3 calorias/cm²/mn; y que corresponde finalmente a una perdida calorífica de 900,000 calorias/horas para una superficie de - una hectárea.

b) Helada por convección: Las pérdidas por radiación no constituyen más que una fracción de la energía global que debe ser aportada por las diferentes técnicas en la lucha contra la helada, es necesario añadir las pérdidas por efecto de la convección. Si en una zona protegida se mantiene constante la temperatura a 0°c; en la región que esta en proceso de enfriamiento se va a crear, aún en ausencia del viento un movimiento de aire de las zonas frías hacia las zonas calientes. El aire frío va calentándose en la zona de protección, y absorbe una parte del calor producido por el sistema de protección.

Además de este efecto, es necesario prever el recalentamiento de las masas de aire frío arrastrado dentro de la zona protegida por la acción de los vientos de circulación general.

La magnitud de la energía para compensar las pérdidas correspondientes se expresa en la relación siguiente:

En la que:

$$Q = F \times H \times V \times C \times \rho \times \Delta\theta$$

F = es la longitud del frente de cambio entre las zonas presentes.

H = Es la altura que hay que proteger

V = Indica la velocidad del viento

C y ρ = Corresponden al calor específico y la masa volumétrica del aire.

$\Delta\theta$ = Es la diferencia de temperatura entre el aire de la zona protegida y la zona fría.

El cálculo muestra que, aún en casos de vientos de poca velocidad observados generalmente en las noches que tiene lugar las heladas, esta energía es relativamente importante en cuanto a la energía complementaria aportada al nivel del suelo para compensar las pérdidas por concepto de irradiación del suelo.

Es así como, según la intensidad de la helada y la forma y superficie que hay que proteger, la energía correspondiente a los cambios varía aproximadamente entre 1'000,000 y 5'000,000 de calorías/hora/hectárea.

c) Helada por evaporación: Se produce como consecuencia del enfriamiento que sufre la planta y el suelo después de una evaporación de agua superficial por el efecto del aire seco. En efecto el agua facilita al suelo, a la atmósfera y a los vegetales, el calor necesario para su evaporación. Este fenómeno provoca un abatimiento de temperatura.

Este tipo de heladas son temibles, particularmente en climas de higrometría atmosférica débil, los daños que ocasionan dependen de:

1. Cantidad de agua evaporada
2. De la temperatura atmosférica
3. Del estado higrométrico de la atmósfera

3.2. Métodos Indirectos de Lucha

Se entiende por tales todas aquellas precauciones naturales que se toman para evitar o atenuar los daños del frío. Solamente después de haber agotado las posibilidades que la consideración que estos métodos dan, deberá el fructicultor adoptar algún método de lucha directa.

a) Emplazamiento:

Debido que el aire frío es más denso que el caliente, el aire - que se enfría por contacto con superficies frías se desliza hacia las zonas más bajas, dando lugar a lentas corrientes de aire frío por va-- guadas y fondos de los valles.

En las zonas en que las heladas de primavera son frecuentes hay que evitar el situar las plantaciones en las partes bajas de los va--- lles y en aquellos lugares en que la existencia de barreras de cual--- quier tipo puedan provocar el estancamiento de masas de aire frío. Por la misma razón, las vaguadas que sirven de drenaje natural el aire --- frío formado en las laderas y zonas altas son más peligrosas para el - cultivo frutal.

En ciertos casos, es posible proteger los cultivos canalizando esas masas de aire por medio de barreras, ya sean de árboles artificia les, lo que resulta eficaz en determinados casos en que la topografía es favorable.

b) Elección de especies y variedades:

Para poder llevar a cabo una defensa eficaz y económica es preciso conocer hasta que punto las plantas pueden, en sus diferentes fa- ses vegetativas, resistir las bajas temperaturas.

Aunque no existan especies ni variedades frutales verdaderamen- te resistentes a las heladas, si que hay diferencias de sensibilidad de unas a otras.

La resistencia al frío varía mucho y es función de numerosos -- factores entre los que se encuentran: La importancia del descenso tér mico, el tiempo que la temperatura permanece por debajo de 0°c, y el - estado vegetativo, ya que la sensibilidad aumenta desde el estado de - botón rosa hasta que el fruto tienen, por lo menos, el tamaño de un -- garbanzo.

CUADRO No. 1

HELADAS DE PRIMAVERA, TEMPERATURAS CRITICAS

ESPECIE	VARIEDADES	BOTONES HINCHADOS SIN MOSTRAR PETALOS	BOTONES HINCHADOS PETALOS APARENTES	PLENA FLORACION	FRUTOS RECIEN LIGADOS
MANZANO	DELICIOUS ROJAS	- 3.3°C	- 2.2°C	- 1.7°C	- 1.7°C
	WINESAP	- 3.0°C	- 3.3°C	- 2.2°C	- 1.7°C
	GOLDEN DELICIOUS	- 4.4°C	- 4.4°C	- 2.2°C	- 1.7°C
	BELLEZA DE ROMA	- 5.0°C	- 4.4°C	- 3.0°C	- 1.7°C
PERAL	----	- 4.4°C	- 2.2°C	- 1.7°C	- 1.1°C
CIRUELO	----	---	- 5.0°C	- 3.0°C	- 1.1°C
MELOCOTON	----	- 5.0°C	- 3.9°C	- 3.0°C	- 1.1°C
CEREZO	----	- 3.9°C	- 2.2°C	- 1.7°C	- 1.1°C
ALBARICOQUERO	----	- 5.0°C	- 3.9°C	- 3.0°C	- 0.5°C
ALMENDRO	----	---	- 3.0°C	- 3.0°C	- 1.1°C
NOGAL	----	---	- 1.0°C	- 1.0°C	- 1.0°C

La temperatura crítica depende también de la marcha de la estación antes de la helada. Las plantas son más sensibles si la helada se presenta de improvisto después de unos días cálidos. Por otra parte, si las flores están húmedas sufren más daños que si están secas.

Por tanto, no se puede fijar un cuadro rígido de temperatura crítica a partir de la cual las plantas sufren daños. Son precisas largas observaciones para llegar a determinar los límites de resistencias en cada variedad considerada. Los conocimientos que se tienen son todavía fragmentarios e imprecisos; es necesario intensificar los estudios en este sentido para poder conocer cuál es la temperatura que en cada momento puede dañar a la planta en las condiciones ambientales en que se encuentra.

Hoy la lucha resulta más costosa por la falta de datos precisos, ya que, a falta de ellos, hay que iniciarla cuando empieza a existir el menor riesgo de daños y terminarla cuando se ha sobrepasado ampliamente la temperatura de peligro.

Recopilando datos de distintos autores se ha formado un cuadro (Cuadro número 1) de temperaturas críticas para las diversas especies. Estas cifras son sólo meramente indicativas, pues, como se ha dicho más arriba, pueden llegar a variar sensiblemente bajo la acción de diversos factores.

Las diferencias de resistencias de unas variedades a otras parecen desaparecer cuando las heladas se producen inmediatamente después de la floración o poco más tarde.

Las variedades de manzano Belleza de Roma. Golden Delicious, Jonathan y Stayman Winesap se encuentran entre las del grupo que muestra mayor resistencia. Las variedades rojas del grupo Delicious son poco resistentes.

Los daños producidos por una helada pueden ser enmascarados más tarde por otros factores tales como las posibilidades de regeneración, condiciones de polinización, cuajado, caída de frutos, etc., lo cual puede observarse bien, después de heladas de tipo medio. Una helada catastrófica muestra que no hay variedades verdaderamente resistentes a las heladas cuando la temperatura ha bajado más allá de un cierto límite.

Dado el pequeño tanto por ciento de flores que es necesario lleguen a buen fin para obtener una cosecha abundante (se calcula el 5% de una floración normal), puede darse el caso de que con un 75% de flores heladas, si las demás condiciones son favorables se obtendrá una buena cosecha.

Observaciones realizadas por Perraudin (1959) sobre el mismo número de árboles de distintas variedades del peral después de una helada de - 4.9°C, dieron por resultado los datos que se resumen a continuación:

	FLORES HELADAS	COSECHA
Manteca Giffard	39%	39,800 kg/ha
Williams	47%	176,000 kg/ha
Buena Luisa	70%	244,000 kg/ha
Conferencia	97%	218,000 kg/ha
Passe Crassane	33%	259,000 kg/ha

Estos datos muestran que la cosecha no es función solamente del número de flores heladas, sino que influyen otros factores, como se ha dicho anteriormente, así como la tendencia de la variedad a dar frutos partenocárpicos.

El manzano es, de todas las especies, la que puede soportar mejor las situaciones más expuestas por su floración más tardía y por su menor sensibilidad. Después, ya en orden creciente de sensibilidad, el peral, melocotonero, cerezo y albaricoquero, además hay que seleccionar dentro de cada especie las variedades menos sensibles, puesto que dentro de la especie manzano nos encontramos con variedades como Starking, Bello de Boskoop, Gravenstein, etc., que son muy sensibles a la helada de la flor mientras que Golden Delicious y Stayman Double Red, por ejemplo, son más resistentes.

Por otra parte, cuanto más tarde florezca una variedad tanto más posibilidades tiene de librarse de heladas en período crítico. Variedades tales como Golden Delicious, Jonathan, etc., que tienen la posibilidad de dar una floración posterior sobre la madera del año, pueden asegurar una cierta cosecha aún en años en que la primera haya sido totalmente destruida por la helada.

c) Técnicas de Cultivo Adecuadas:

Ciertas operaciones pueden disminuir o aumentar los daños causados a los cultivos durante una helada. El adoptar las más adecuadas pueden ser el sistema de lucha contra las heladas más barato, si éstas no sobrepasan unos ciertos límites.

El suelo y el agua en él contenida poseen una reserva de calor que puede ser cedido a la atmósfera impidiendo así el enfriamiento excesivo de las capas bajas.

Esta sesión es tanto más fácil cuando entre el suelo y el aire no se interpone una capa aislante. Un suelo recientemente labrado o con una cubierta vegetal (cultivos o

pradera), entorpece la transmisión de calor del suelo al aire. Por -- el contrario, cuando la capa superficial del suelo, este apelmazada -- y húmeda el calor se transmite con mayor facilidad. Se ha comprobado que la diferencia de temperatura, registrada con termómetros situados a 40 centímetros de altura, entre el campo cuyo suelo esta apelmazado y húmedo y otro recién labrado puede ser de 1° a 2°C y que la diferencia entre aquel y u no con cubierta vegetal puede llegar incluso a --- 2.5°C (Geslin, 1963).

Por tanto, a igual de otros factores, el riesgo de heladas será mayor en las plantaciones con cubierta vegetal, y algo menor en --- plantaciones cuyo suelo este cubierto por una capa de paja o hierba -- cortada y seca sobre el terreno, siguiendo en orden decreciente de --- riesgo aquellas que hayan recibido una labor recientemente, y por fin aquellas plantaciones en que el suelo esta más apelmazado, ya que en éste es mayor la cesión de calor a la atmósfera y por tanto a las capas bajas de aire.

Parece, pues, interesante el realizar las labores bastante --- pronto, antes de que haya riesgo de daños, y no realizar otras hasta - bien pasada la época de riesgo de heladas.

Por otra parte es raro que una helada destruya todas las flo-- res. Si se pudiese asegurar el cuajado y desarrollo de las que dan -- después de una helada fuerte, la cantidad de frutos de cada árbol llevarla (por lo menos en determinadas especies) sorprenderla a quien hubiese presenciado el aspecto desolador que sigue inmediatemente a la helada. Por ello es fundamental el procurar una buena polinización - y realizar una protección fitosanitaria muy cuidadosa.

La negligencia en los tratamientos provoca una mayor sensibilidad a las heladas. Si durante la estación precedente las hojas han sido destruidas por el moteado o el Oidiun, o si los pulgones o ácaros

han chupado una buena parte de la savia de la planta, las reservas que ésta puede constituir son escasas y sus flores tendrán una menor resistencia a la acción del frío.

Se puede aumentar la resistencia de la planta procurando que viva en las mejores condiciones posibles de alimentación y sanidad.

De lo expuesto en los párrafos anteriores se deduce que pueden reducirse los daños producidos por heladas de escasa a media importancia manteniendo los cultivos en buenas condiciones y realizando determinadas técnicas y operaciones de cultivo en un momento más adecuado, lo cual no lleva consigo gastos adicionales, pero puede suponer notables beneficios, ya sea evitando pérdidas o ahorrando horas de intervención con otros sistemas de lucha más costosos.

3.3 Métodos de Lucha Directos

Se entiende por métodos directos de lucha, aquellas medidas adoptadas para retrasar la entrada en vegetación de los frutales o para mantener la temperatura del vegetal por encima del nivel crítico mientras que en el resto de la zona sometida análogas condiciones climáticas de temperatura queda por debajo de dicho nivel.

a) Procedimientos Bioquímicos:

Se ha tratado de retrasar la entrada en vegetación de los frutales mediante la utilización de compuestos de boro y otras sales minerales, pero en este campo se esta en el principio de las investigaciones y los resultados obtenidos hasta la fecha no son aún de interés económico.

Aunque no sea precisamente un método de lucha, son dignos de

mención los estudios realizados en diversas estaciones experimentales, a fin de estimular el desarrollo partenocárpico de frutos cuya placenta y óvulos fueron dañados por la helada.

Modlibowska (1960), utiliza a este fin el ácido giberélico (a 50 y 100 p.p.m.) y el ácido 2,4,5 triclorofenoxipropiónico (a 25 p.p.m.). El primero de dichos productos es el que se ha mostrado más eficaz en aquellas variedades que ya tienen una propensión a la partenocarpia. - La variedad de peral Conferencia ha sido, entre las usadas en los ensayos, la que ha dado una respuesta mejor.

Un aspecto negativo de estos ensayos es que si el tratamiento es postfloral se reduce la inducción floral y por lo tanto las posibilidades de cosecha del año siguiente. Por ello siguen los ensayos para determinar dosis, épocas, forma de aplicación, etc., más convenientes.

b) Recubrimiento de Plantas:

Puede ser efectivo en muchos casos, pero el material empleado para recubrir no debe tocar parte alguna de los vegetales, ya que al - tocarlos puede producirse heladas por contacto y el daño llegará a ser mayor. De ahí el racaso de algunas cubiertas de papel, cartón o polietileno.

Cuando es posible recubrir las plantas con paja o materiales - análogos se obtiene una buena protección debido al efecto aislante que produce la gran cantidad de "poros" existentes.

Recubriendo las plantas con plástico, sea flexible o rígido, - se ha comprobado que hay una mayor irradiación y por tanto el descenso de la temperatura en la parte cubierta puede llegar a ser varios grados mayor que en el exterior, con lo que el efecto obtenido es justamente el opuesto de lo que se buscaba.

Este procedimiento sólo es viable económica y prácticamente para determinados cultivos hortícolas a los que se podrá recubrir con algún material aislante durante las noches en que exista riesgo de heladas.

c) Humos y Nieblas Artificiales:

Durante los períodos críticos ha podido observarse que cuando el cielo está cubierto no hay riesgo de heladas. La capa protectora natural, constituida por las nuebles, refleja hacia abajo una parte importante de los rayos infrarrojos emitidos por el suelo y las plantas. Las nubes mismas, por irradiar en todas direcciones, provocan un cierto calentamiento de los vegetales que esta en relación con la temperatura de las nubes, su densidad y su volumen.

Basándose en este fenómeno físico se ha intentado, desde hace mucho tiempo, defender los cultivos contra las heladas creando sobre ellos nieblas artificiales. Hay documentos del siglo XVI que mencionan el empleo de humos con este fin en Suiza y sur de Alemania.

Las diminutas partículas sólidas que forman la niebla artificial se mezclan con el aire húmedo formado, según la naturaleza de las partículas, en humo muy denso que absorbe y refleja una cierta cantidad de rayos infrarrojos emitidos por el suelo y las plantas, de forma análoga a lo que ocurre con las nubes naturales.

Entre los productos utilizados para la elaboración de humos se encuentran en primer lugar los producidos de la explotación: sarmientos, madera de poda, paja húmeda, neumáticos viejos, etc.

Posteriormente la industria ha producido otros humíferos en polvo o comprimidos a base de naftalina, antracenos, turba, carbón vegetal, etc., pero la protección que proporcionan resulta insuficiente.

Más eficaces han sido los cartuchos "Fumex" a base de compuestos de zinc. Las partículas emitidas tienen un alto poder higroscópico lo que permite en noches con humedad relativa elevada, que 25 kilogramos de "Fumex" produzcan 3.6 millones de metros cúbicos de humo.

Otro producto capaz de producir una gran cantidad de humo con un peso de producto inicial reducido es el "Multafuma", a base de cloruro amónico.

También el "Tauno-Laine", consiste en una mezcla de vapor de agua y trióxido de azufre que actúa como núcleo de condensación, es capaz de producir un gran volumen de humos. (Fig. 9-12)

Otros productos químicos en estado sólido o líquido esparcido en forma muy fina en el aire son capaces de producir verdaderas nieblas a causa de su gran poder de reacción con el vapor de agua del aire, forma una espesa niebla constituida por finas gotas que, si no hay viento, se mantienen sobre los cultivos.

Para obtener el máximo partido de estas nieblas, hace falta que no haya el menor viento, pues de lo contrario son arrastradas por él.

La eficacia de los humos depende del diámetro de las partículas y de las cantidades de producto utilizado. El diámetro debe ser análogo a la longitud de onda de las radiaciones que se desea frenar, es decir, de diez micras. En cuanto a la cantidad de producto podrá ser menor cuanto mayor sea el número de partículas que se produzcan con el diámetro que interesa. Por ahora la industria no ha logrado obtener productos cuyas partículas sean en su mayor parte del diámetro requerido.

Las experiencias realizadas hasta ahora han mostrado que no se

Fig.9 Cartucho fumígeno.

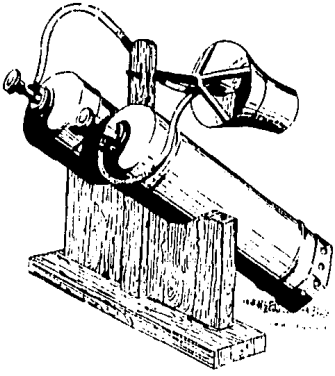
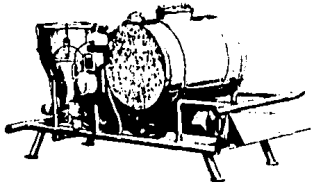


Fig.10 Emisor fijo de nubes (de poca potencia)



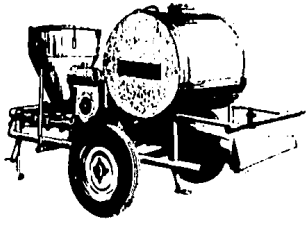


Fig.11 Emisores móviles de nubes (de gran potencia)

puede ganar más del 1° a 2°C. Y esto en los casos más favorables. -- Por tanto estos sistemas son útiles solamente en el caso de heladas ligeras y como no se tiene una garantía suficiente deben considerarse como un complemento de otros métodos que se han mostrado más eficaces.

Hay que tener en cuenta también los problemas que estos sitemas pueden plantear a la circulación si las plantaciones están próximas a una carretera o población.

Algunos fracasos que se han observado al utilizar este medio de defensa son achacables principalmente a dos causas: que la temperatura ha sido tan baja que ha sobrepasado los límites dentro de los cuales son eficaces las nieblas, o que se han utilizado inadecuadamente o insuficientemente los aparatos productores de humos.

d) Ventiladores:

Las heladas más frecuentes en primavera son las debidas a las irradiación; en estos casos el balance térmico de las superficies del suelo y vegetales es negativo. Las superficies de las plantas y de -- los sólidos se enfrían: al aire que los rodea le ocurre lo mismo por contacto dando lugar al fenómeno de inversión. El nivel de inversión suele situarse a una altura variable entre diez y cien metros.

Si se producen corrientes de aire artificiales por medio de -- ventiladores situados convenientemente, el aire más cálido de las capas superiores se mezcla con el más frío de las inferiores dando lugar a un aumento de la temperatura en la zona más baja.

El aumento de la temperatura puede llegar a ser de 1° a 2°C. A ello va unido el hecho de que, mientras funcionan los aparatos, no se depostía sobre las plantas rocío ni escarcha evitándose así el enfriamiento por evaporación.

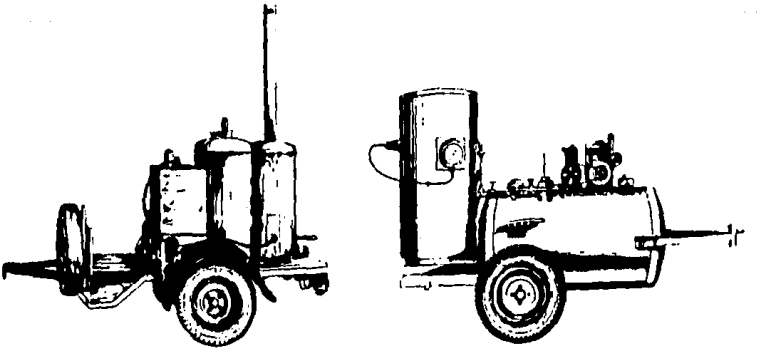


Fig. 12 . Emisores de niebla.

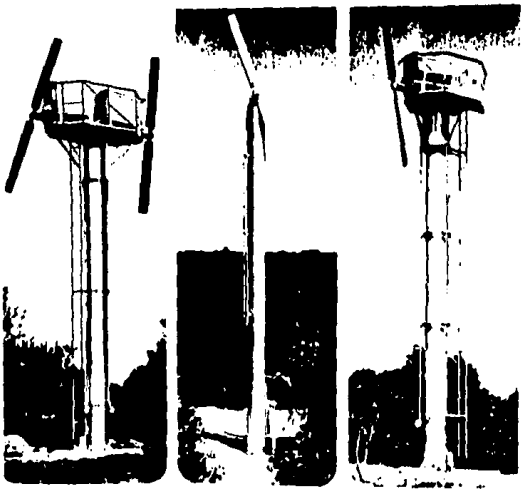


Fig. 13 Ejemplos de ventiladores californianos de aspas, de ejes horizontales.

La superficie abarcada depende de la potencia del motor y del diámetro de la hélice, pero la distribución de la zona protegida es -- muy desigual.

El aumento de temperatura es mayor y la protección más regular cuando funcionen varios aparatos en serie que cuando funciona uno sólo.

La potencia necesaria por hectárea, es de 20-50 HP., según el número y tipo de ventiladores. Estos suelen ser de 2.5 - 4 metros de diámetro y se colocan en torres de unos diez metros de altura. (Fig. - 13-18).

El rendimiento de los ventiladores depende de la longitud de - las palas de la hélice, de su forma. de la altura a que se instalan y de la potencia del motor.

Cuando se utilizan potencias inferiores a las necesarias el -- efecto del ventilador es muy reducido.

Las condiciones de funcionamiento más recomendables son: ventiladores situados a diez metros sobre el nivel del suelo, velocidad de giro de la hélice: 600-800 r.p.m., velocidad de giro del sistema - sobre el eje vertical: 4-5 minutos por vuelta. El diámetro de la hélice y la potencia del motor varía según el número de aparatos que se instalan por hectárea. Suelen utilizarse motores de 60 a 150 HP. que dominan superficies de 2 a 5 hectáreas. Se mejora el rendimiento colocando varios ventiladores en serie.

El procedimiento exige poca mano de obra y escaso consumo de - energía porque se limita a movilizar la existencia en la atmósfera.

El punto débil del sistema es que depende estrechamente de las condiciones meteorológicas que influyen en la inversión de la temperatura.

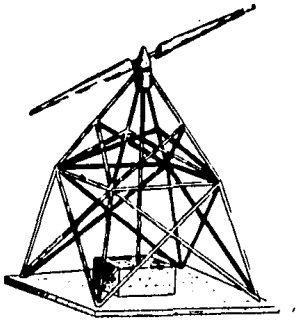


Fig.14 Ventilador de aspas de eje vertical.

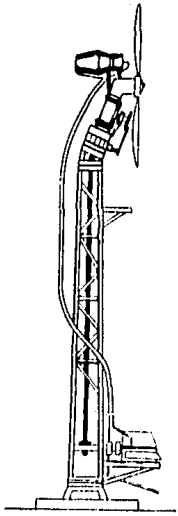
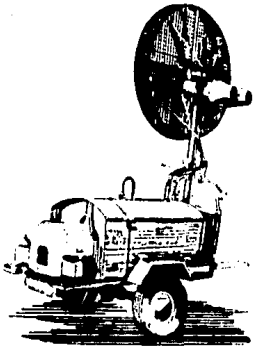


Fig.15 Agitador mecánico fijo de aire caliente.



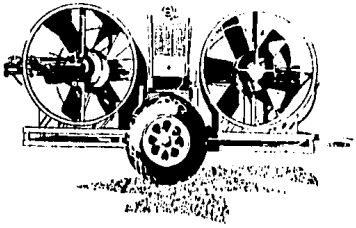


Fig.16 Agitadores mecánicos móviles de aire caliente.

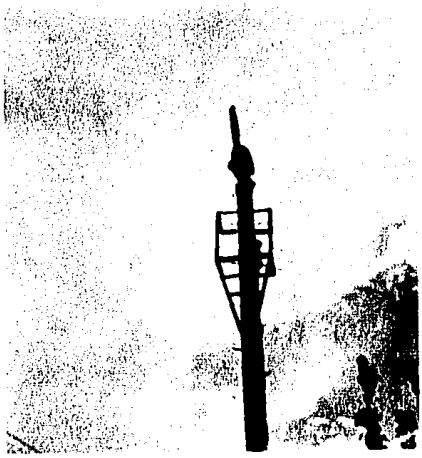


FIG. 17

FIG. 18

Se aumenta notablemente la eficacia de los ventiladores si se combina este método con el de calefacción. De ello se hablará en otro apartado.

e) Estufas y quemadores:

El rendimiento térmico de una estufa depende principalmente -- del tipo de la misma. Para igual consumo, unas estufas proporcionan - mayor cantidad de calor que otras y la cantidad de humo producido es también diferente. Las estufas provistas de chimenea y de dispositi-- vos de tiro de aire aseguran una mejor combustión de diesel y por lo tanto una producción mayor de calor y menor de humo. (Fig. 19-34).

Los quemadores de gas o diesel también dan un buen rendimiento térmico, pero de ellos son más convenientes los que no precisan de boquillas y funcionan con baja presión porque tienen menor riesgo de --- avería.

Los quemadores de gas, propano o butano, son también interesantes porque estos gases tienen un gran poder calorífico y no producen - humos en la combustión normal.

El sistema de quemadores de combustibles líquidos o gaseosos - tiene la ventaja sobre las estufas de que se puede regular mejor el -- gasto adecuándolo a las necesidades del momento.

La acción térmica de todos estos aparatos es debida a dos fenómenos que actúan conjuntamente y en proporciones diversas según el tipo de construcción:

a) Caldeamiento del aire por contacto molecular (convección).
b) Emisión de rayos infrarrojos desde las superficies del aparato que calientan.

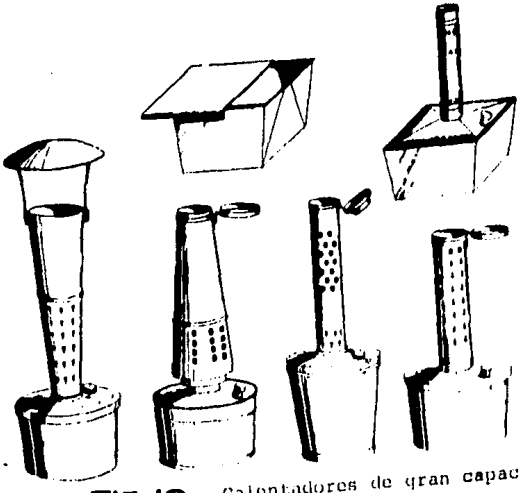


Fig. 19 Calentadores de gran capacidad.

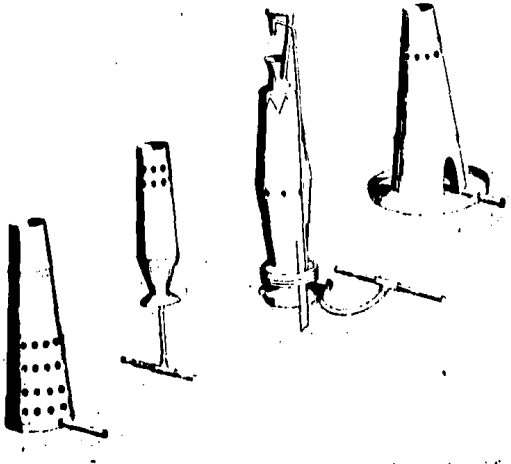


Fig. 20 Calentadores de alimentación continua.

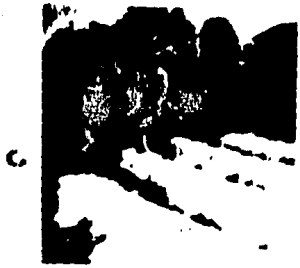
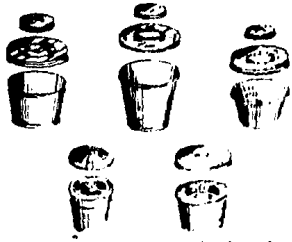


Fig. 21 Emisión de espuma protectora aplicada a frasales (en EU). (Según American Vegetable Grower" - Marzo de 1969 "



22 Tipos principales de tornillos simples. (Según: "Protection des Cultures contre les gelées Centre du Mazout No. 84, Feb/63,

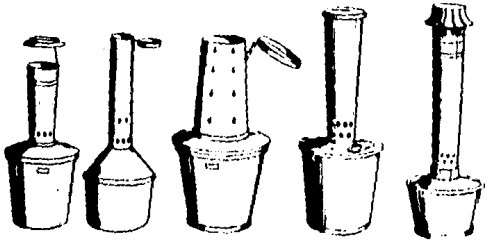


Fig.23 Principales calentadores de chimenea

Horizontalmente , el caldeamiento del aire por contacto molecular tiene un radio de acción muy reducido aunque la producción de calor de la estufa sea elevada, ya que se forma alrededor de ella unas columnas de aire caliente ascendente relativamente estrecha.

Las radiaciones de infrarrojos tienen, tebricamente, un radio de acción muy grande en todas las direcciones, pero en la práctica los rayos infrarrojos emitidos son absorbidos en gran parte por los árboles cercanos a la estufa y a partir de los 5-7 metros sus efectos son ya muy reducidos.

Los aparatos provistos de chimenea, o superficies que caldean fuertemente tienen un mejor rendimiento porque la emisión de rayos infrarrojos es mayor.

El aumento de temperatura en el campo puede ser de 2º a 4°C y más, lo cual puede asegurar la defensa hasta temperaturas de -5°C y más bajas.

Proporcionan una mejor protección un número grande de pequeños fuegos que pocos fuegos de mayores dimensiones, porque en este caso el calor produciendo asciende muy rápidamente perdiéndose así gran número de calorías para la defensa de las plantas.

Al encender las estufas en el interior de la parcela se provoca un movimiento de aire desde el exterior hacia la parcela, creando corrientes de aire frío que hacen que el reparto de temperatura sea muy desigual.

Para evitar este inconveniente deben reforzarse los bordes con una distribución más densa de estufas. También en el bordo más expuesto a corrientes frías debe aumentarse la densidad de las estufas. La densidad de los bordes puede ser entre dos y cuatro veces mayor que la del interior de la parcela.

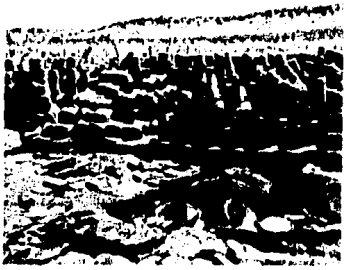


FIG. 24

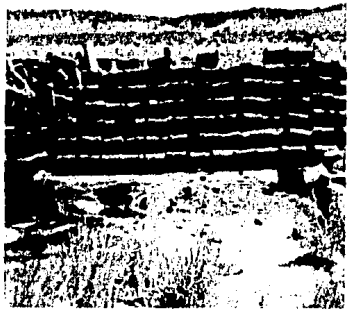


FIG. 25

FIG. 26

FIG. 27

FIG. 28

FIG. 29

FIG. 30

El .empleo de termoimpulsores no ha dado por el momento resultados satisfactorios debido a las irregularidades en el reparto de la protección dentro de la parcela, ya que quedan algunas superficies -- desprotegidas en cuanto hay el menor viento.

Un sistema de calefacción que puede resultar interesante es el de candelas o briquetas, de combustibles sólidos, que son fáciles de · almacenar y evitar el manejo de líquidos, la limpieza de estufas, etc., y ser enuevan fácilmente cuando se van consumiendo. Además, la única inversión que hay que realizar es la del costo de combustibles líquidos.

El encendido de fuegos puede ser gradual si se ve que el descenso de la temperatura no es rápido y se prevé que no va a ser grande. Puede encenderse en un primer momento 1/3 y aumentar los fuegos a medida de las necesidades.

La efectividad del caldeamiento es mayor cuando la superficie sobre la ·que se usa este sistema de protección es más grande.

Como puede deducirse de lo expuesto, el sistema de calefacción puede resultar plenamente eficaz para la defensa de los cultivos contra las heladas de primavera, pero es preciso estudiar cada caso para ver la disposición tipo y número de fuegos que será necesario utilizar teniendo en cuenta la situación de la finca y el rigor normal de - este tipo de heladas en la zona.

Los procedimientos de calefacción posible son diversos y la mayoría pueden aún mejorarse, pero no hay que perder de vista la gran -- cantidad de calor que hay que aportar para compensar las pérdidas. Incluso aunque se logre mejorar los métodos, no debe pretenderse conseguir una defensa eficaz con aportación de poco calor.

La eficacia es cierta, el problema a resolver en el futuro es

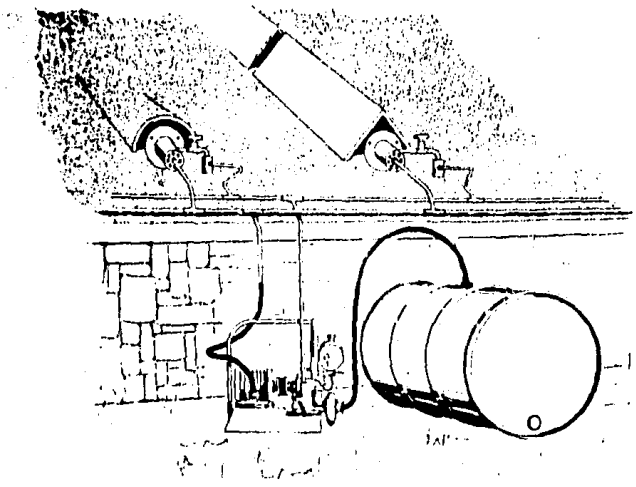


Fig. 31 Tipo de calentador-túnel.

Fig. 32 Bujías de parafina antes de utilizarse a la derecha, y parcialmente quemadas a la izquierda.

el unir la facilidad de empleo al logro de unos aparatos que exijan -- una inversión más recucida.

El número mínimo de fuegos que debe colocarse es:

a) Igual o mayor a 200 por hectárea si son estufas con chime-- nea.
b) Igual o mayor a 350 por hectárea si son estufas de fuego -- ligero o candelas de combustibles sólidos.

Hay que añadir a este número el necesario para reforzar los -- bordes de la parcela.

En cuanto al consumo de combustibles, gas o diesel, teóricamente sería suficiente con unos 70 kgs. por hectárea para compensar las - pérdidas de calor por irradiación: (unas 600.00 cal/ha). Sin embar-- go, la cantidad de combustible que debe quemarse en la práctica es mucho mayor y ello es debido al reparto desigual de las temperaturas en la superficie de la parcela y al calor que se pierde en la columna de aire caliente ascendente que se forma alrededor de cada estufa. Como orientación puede calcularse que cada estufa consume en promedio de -- dos litros por hora.

f) Ventiladores y Calefacción:

Asociando el sistema de calefacción con ventiladores puede lograrse una disminución notable de la pérdida de calorías por ascen--- sión del aire caliente hasta capas de la atmósfera en donde no resulta ya útil.

Además puede lograrse economías porque en el caso de heladas - débiles bastará poner en marcha los ventiladores, ya que los fuegos no se encienden hasta que se observa que el funcionamiento de los ventiladores no basta para mantener la temperatura por encima de un cierto -- mínimo.

Puede lograrse una defensa efectiva contra heladas severas con un gasto de combustibles (de calefacción) de unos 150 lts./h./ha. si - actúan conjuntamente ventiladores y estufas.

Otra técnica que asocia el sistema de ventiladores con el de - calefacción es el que consiste en aparatos con hélice de ocho metros de diámetro, en cada uno de cuyos extremos lleva un pequeño turbo---- rreactor, los motores accionan la hélice y desprenden el calor de combustión. La inclinación de la hélice es variable entre 15 y 60 grados respecto al horizonte. El consumo es de unos 400 litros/hora. Se aumenta notablemente la eficacia de estos aparatos situando algunos estufas a una cierta distancia de ellos.

g) Rayos Infrarrojos:

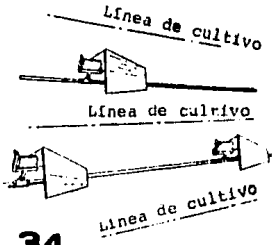
La aportación de energía por irradiación evita, en principio, el calentar el aire ambiente. Se encuentra un ejemplo de ello en las nubes, las cuales emiten y reflejan radiaciones de una forma uniforme sin elevación importante de la temperatura en puntos privilegiados.

Con la utilización de aparatos productores de rayos infrarro-- jos , la emisión de energía se realiza desde un punto y a temperatura elevada. Una parte de la energía se pierde alrededor de la fuente -- por convección (Fig. 35).

Toda pantalla situada entre un órgano vegetal y el emisor, -- suprime la protección de dichos órganos. Para aumentar el número de - órganos que queden protegidos, debe colocarse el aparato emisor a una altura conveniente, dirigiendo el flujo con reflectores. Los órganos vegetales más alejados o enmascarados por otros, son protegidos en el mejor de los casos por las corrientes de aire caliente que se produce por contacto con las superficies calentadas por la irradiación.

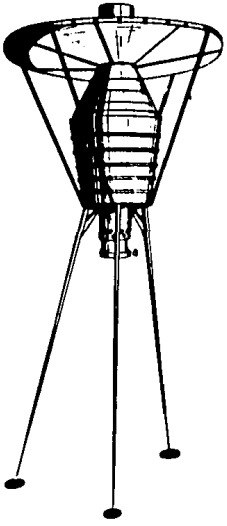
Este procedimiento permite realizar una cierta economía de combustible que, generalmente no es suficiente para compensar el precio -

fig. 33 Rampa de gas en un huerto

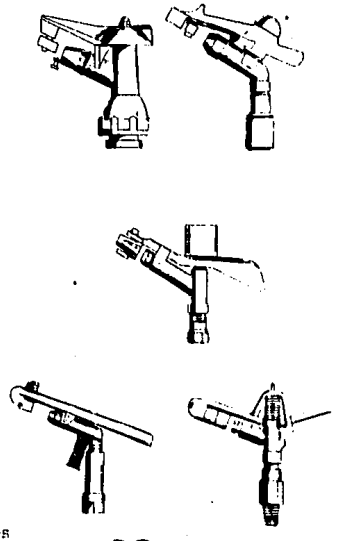


34 Difusores y quemadores de gas.

(Según: «Génie Rural», n°2, febrero, 1969)



35 Emisor de radiaciones infrarrojas.



36 Tipos de aspersores

elevado de los generadores de rayos infrarrojos y de los postes sobre los que hay que colocarlos.

En los sistemas más económicos, los generadores pueden iniciar con gas-oil o con propano y se colocan en grupos de cuatro a ocho paneles por cada poste.

Dado el alto precio de los aparatos en relación con otros sistemas, se han hecho ensayos con densidades escasas, 12-15 por hectárea, que han ofrecido una protección insuficiente.

h) Riego por Aspersión:

La protección por el riego por aspersión puede proporcionar a la planta durante una helada es debida al hecho de que el agua al pasar el estado líquido al sólido, por congelación, desprende ochenta calorías por gramo. La parte de este calor que toma la planta puede hacer que ésta se mantenga a una temperatura muy cercana a los 0°C.

El sistema de protección consiste, pues, en mantener constante sobre el vegetal una cierta cantidad de agua, que se encuentra en el punto de congelación, en tal proporción que la temperatura de los órganos que se pretende proteger no descienda a un límite peligroso (Figs. 36-43).

El número de calorías que la planta necesita para mantener su temperatura por encima del nivel crítico depende de la temperatura del aire y será, por tanto, más elevado cuanto más baja sea la temperatura ambiente.

La cantidad de agua que se precisa, varía también con la humedad relativa del aire, siendo mayor cuando el aire es más seco, un gramo de agua que se evapora sobre la planta toma de ésta 600 calorías, mientras que la misma cantidad de agua cede al congelarse 80 calorías.

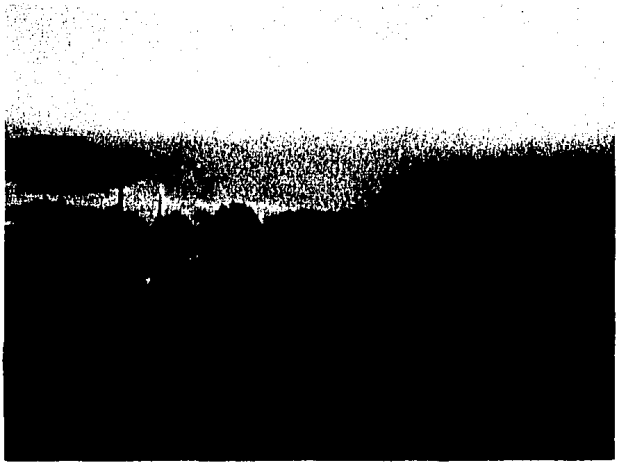


FIG. 37

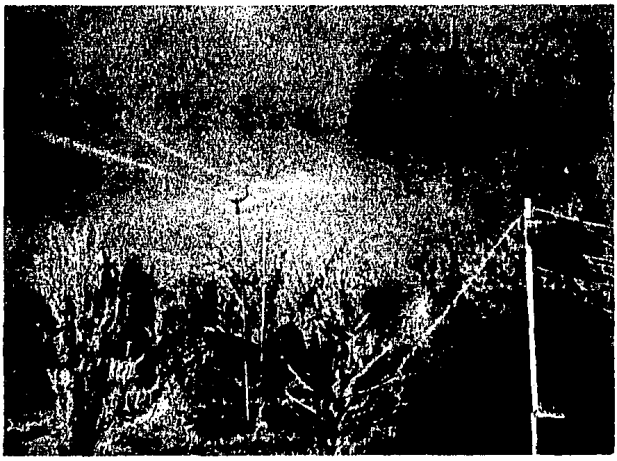


FIG. 38

FIG. 39

FIG. 40

El déficit creado por la evaporación de una parte de agua lo cual sucede cuando el grado higrométrico del aire es bajo, debe ser compensado por una aportación suplementaria.

Solamente el agua que permanece y se congela sobre el vegetal ejerce en él su acción calorífica. Pero la cantidad de agua que permanece sobre el vegetal es muy variable, depende de la superficie de los órganos, del tamaño de las gotas, de la intensidad del viento, etc.

La temperatura de los órganos depende también en alto grado de la frecuencia de aspersión. Cuando la frecuencia es débil la temperatura de hielo formado desciende periódicamente por falta de agua en congelación. Cuando la frecuencia es excesiva se tiene una parte de agua que sobra y no es utilizable por el vegetal al no poderse congelar en su totalidad sobre él. Por tanto con una frecuencia débil se tendrá oscilaciones de temperaturas que pueden llegar a ser peligrosas; con frecuencias grandes habrá una parte de agua que no se utiliza para la defensa.

El riego por aspersión plantea una serie de delicados problemas por lo que no debe extrañar el gran número de investigaciones que han dedicado y dedican hoy día sus esfuerzos para poner a punto esta técnica de lucha contra heladas.

Una precipitación de 1-2 mm/hora debería ser suficiente para proteger la fruta contra heladas normales de primavera, pero no para fuertes heladas. Dado que no es fácil variar el caudal durante el funcionamiento convendrá prever, al proyectar la instalación, las temperaturas mínimas que pueden darse en la zona. Una pluviometría de 5 a 8 mm / hora puede proporcionar una protección suficiente hasta temperaturas de - 9°C bajo cero, (sin candelilla).

Para obtener una pluviometría de 2 a 3 mm/hora hay que utili-

FIG. 41

FIG. 42

FIG. 43

zar aspersores pequeños y que trabajen con presiones bajas. Estos aparatos riegan un círculo de terreno por lo que para obtener una distribución homogénea del agua se necesita un cierto solapado de las áreas cubiertas por aspersores adyacentes.

Para la lucha contra las heladas no se precisa una distribución tan uniforme como para el riego, por lo que el solapado puede ser algo menor.

Si, con una distancia entre aspersores de 25-30 m. se obtiene una distribución de agua suficientemente buena (lo cual, insistimos, depende de las características propias de cada aspersor y de las condiciones de funcionamiento), para cubrir una hectárea serían necesarios quince aspersores.

En el caso de que el agua utilizada debe tomarse de algún depósito de reserva hay que hacer la previsión para que, no se interrumpa el riego por falta de agua antes de terminar el peligro, ello causaría más daños que no hacer defensa alguna.

Para una pluviometría de 3 mm/hora se necesitarán 30 m^3/h. por hectárea que deben ser suministrado por la fuente de aprovisionamiento. Cuando se utilizan embalses que se van llenando con caudales inferiores hace falta una reserva utilizable que asegure 5-8 horas funcionamiento, cada noche, durante varios días seguidos.

Puede utilizarse las mismas bombas y conducciones que para el riego por aspersión. Es preciso que aseguren la presión más conveniente a los aspersores porque esta tiene gran influencia en el tamaño de las gotitas y en su distribución.

Normalmente puede utilizarse los mismos aspersores que para el riego con pequeñas modificaciones consistentes en el cambio de boqui--

llas, taponamiento de uno de los dos orificios para adaptarlos a las necesidades de pluviometría y tamaño de las gotas.

Deben colocarse de forma que quede mojada toda la copa de los árboles, en caso necesario deberá protegerse su mecanismo para que no se forme hielo en él, que los inmovilizaría.

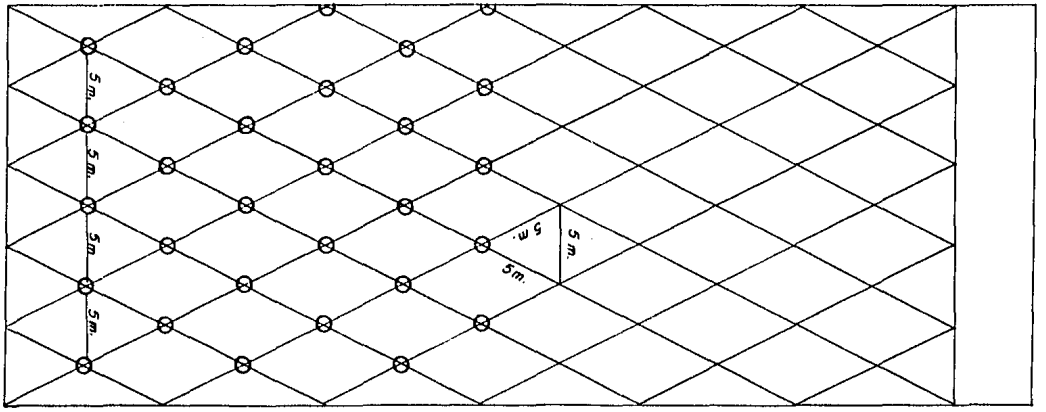
En general los aspersores con un solo orificio de pequeño diámetro en la boquilla dan una mejor distribución. En cualquier caso, la distribución del agua debe ser lo más regular posible.

La mejor distribución del agua sobre la superficie del campo se logra colocando los aspersores en los vértices de triángulos equilateros*.

En cada caso hay que seleccionar el tipo de aspersores que dé una buena curva de distribución y determinar la distancia óptima, la presión y diámetro de la boquilla más adecuada.

El tamaño de las gotas aumenta, en general, con la distancia. Es interesante conocer el diámetro de gotas que dan un aspersor, porque si son demasiado pequeñas pueden helarse en el aire y no proporcionan protección a la planta; si son excesivamente grandes también hay una parte importante de agua que se pierde. El diámetro de las gotas del tipo de aspersor, de la presión y del diámetro del orificio de la boquilla.

* Este sistema también se le conoce con el nombre de "Tresbolillo o Quinconcio" y consiste en: rombos formados por dos triángulos en cuyos vértices van los aspersores (como muestra la Fig. 44).



Plantación en quinconcio o tresbolillo
Rombos formados por 2 triangulos, en cuyos vértices van los árboles.

Es necesario disponer de filtros para evitar la obstrucción de las boquillas, el endurecimiento o el bloqueo de los sistemas rotatorios . Los filtros deben limpiarse con frecuencia y principalmente antes del uso del sistema.

C A P I T U L O I V

SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION PARA CONTROL DE HELADAS

SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION PARA CONTROL DE HELADAS

4.1. Generalidades

Cuando la temperatura de heladas amenaza con dañar brotes, hojas o frutas, debe aplicarse calor para protegerlos, esta protección puede aplicarse de dos maneras:

La primera consiste en el riego en la noche durante la helada.

El riego en la noche durante la helada ofrece una mayor seguridad en la protección para árboles frutales, si se aspersionan los árboles durante todo el período que dura la helada, el agua se congelará y cubrirá el árbol con una capa de hielo, el agua congelada libera su calor latente. La formación de rocío y su congelamiento para convertirse en hielo es una manera natural de proporcionar cierta protección.

Si el rocío es denso, la temperatura se conservará a 0°C, por un período prolongado. Manteniendo el árbol con cubierta de hielo, -- la temperatura de este no descenderá más abajo de los 0°C, aun cuando la temperatura del medio ambiente sea de - 9°C. Esto se debe a que el calor latente liberado por el congelamiento del agua que se aplica al árbol, mantiene su temperatura superficial a 0°C. A través del hielo, el calor se transmite tanto a la planta como al aire que la rodea. Si se detiene la aplicación del agua cuando la temperatura está por debajo de los 0°c ,puede ocurrir algún daño por las heladas ya que en éste caso el hielo no actúa como aislante.

Para obtener una protección completa, el agua debe aplicarse - constantemente hasta que la temperatura del aire haya ascendido por encima de los 5°C, sobre la superficie del árbol y la helada haya cesado y se haya derretido el hielo formado sobre el árbol.

Es necesario esta aspersión adicional después de que la temperatura del aire haya ascendido a los 0°C, con objeto de combatir el -- efecto sobre enfriador creado por la pérdida del calor usado por el -- hielo al derritirse, y por la sublimación y la evaporación.

La segunda forma consiste en el riego en el día, para retardar la floración.

Este método consiste en que: antes de iniciar la primavera o época en que empieza la floración en los árboles, retardar esa floración con el objeto de protegerla de las nefastas heladas de primavera.

Como se obtiene esa retardación, si la floración comienza en - marzo, se empieza a regar a partir de mediados de febrero hasta abril, desde el alba hasta el ocaso, con el objeto de que con ese clima artificial los árboles permanezcan en estado de hibernación y así se li-- bren de las heladas de marzo y abril.

C A P I T U L O V

CALCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA PARA PROTEGER CONTRA LA HELADA, LA HUERTA OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO.

CALCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA PARA PROTEGER CONTRA LA HELADA, LA HUERTA OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO.

Este capítulo tiene por objeto aportar los informes pertinentes para proyectar el riego por aspersión en forma que permita verificar el valor efectivo del sistema.

Vamos a repasar los elementos básicos que son necesarios conocer para estudiar un sistema de aspersión. Desde luego, y como punto principal, la Superficie que se desea someter el riego y el tipo de cultivos; en este caso es para árboles frutales. El segundo punto, sobre el cual es conveniente determinar, de una manera muy precisa las necesidades de agua de riego para esa superficie.

5.1 Superficie

Hay que tratar de formar una parcela rectangular cuyas dimensiones sean múltiplos de la longitud de los tubos (seis metros) o de las separaciones entre dos posiciones consecutivas de los ramales. Conviene poder modificar a voluntad los límites de la superficie regable.

En el caso que vamos a estudiar, hay que regar un campo horizontal, de cinco hectáreas, en donde los aspersores están colocados a cada catorce metros unos de otros como lo muestra el plano (Fig. 45).

5.2. Aspersores

Una vez determinado el número de aspersores, se procede a satisfacer las necesidades de los mismos, en función de las características determinadas por los fabricantes, como se muestra (Fig. 46).

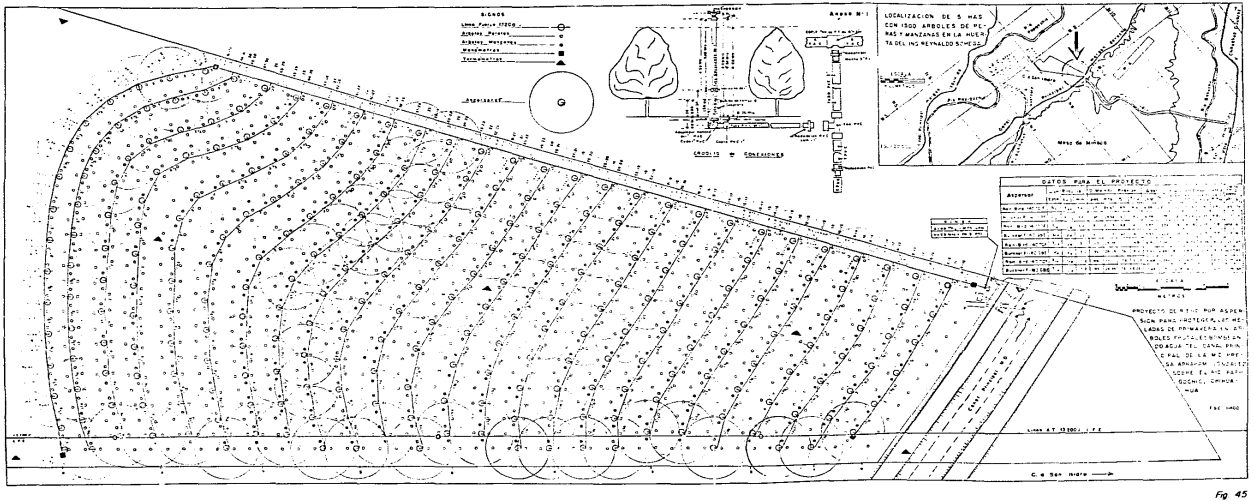

SIGNOS
Aspersor N°1
LOCALIZACION DE 5 HAS CON 1500 ARBOLES DE PERAS Y MANZANAS EN LA HUERTA DEL ING. REYNALDO SCHESS.
Mesa de Mamos
DATOS PARA EL PROYECTO
METROS
PROYECTO DE RIEGO POR ASPERSION PARA PROTEGER LAS HELADAS DE PRIMAVERA EN 5 HAS DE ARBOLES FRUTALES EN MIRAMAR
C. de San Andrés

Fig 45

180	19.050mm. Macho					
Presión en el Aspersion K/C2	Medidas de Boquillas					
	2.778mm.		3.175mm.		3.572mm.	
	Diam.	Lts/S.	Diam.	Lts/S.	Diam.	Lts/S
3.163	24.10	0.146	25.01	0.192	25.92	0.242
3.516	24.40	0.153	25.31	0.203	26.23	0.254
3.867	24.70	0.161	25.62	0.213	26.53	0.276
4.218	25.01	0.169	25.92	0.224	26.84	0.289
4.570	25.31	0.176	26.23	0.234	27.14	0.299
4.921	25.62	0.182	26.53	0.242	27.45	0.309
5.273	25.92	0.189	26.84	0.251	27.75	0.315

Fig. (46)

Para obtener la pluviometría deseada, es necesario tomar los - datos relativos a los aspersores, en este caso los m^3/hora o litros/minuto, y el área d el terreno regado. Como ejemplo tenemos:

Separación de aspersores metros:	14 x 14	=	196 m^2
Litros por minuto	0.224	=	0.224 lts/m
A una presión de kg/cm^2	4.218	=	4.218 kg/cm^2

como se muestra en la fig. 47.

Incluimos una tabla comparativa de diferentes tipos de aspersores (ver fig. 45).

5.3 Memoria de Cálculo de la Instalación de Tubería

En este apartado obtendremos la longitud de las tuberías, sus diámetros, pérdidas de carga y fricciones.

Para obtener estos datos hay varias formas; en este trabajo -- nos guiaremos por las necesidades de los aspersores. Para que funcione, mi aspersor, necesita que tenga una salida de agua de 0.224 litros/seg.

Una vez hecho el plano (fig. 45) ubicaremos el aspersor más - retirado del sistema de bombeo y sabiendo que necesita 0.224 lts./seg., deduciremos que el siguiente necesitará el doble o sea 0.448 lts./seg., y así sucesivamente hasta llegar a la línea principal, en cada ramal se suma el número de litros/segundo de esa línea de aspersores a la línea principal y así hasta llegar a determinar la colocación más idónea para el sistema de bombeo (tal como lo muestra el diagrama de la fig. 48). También se puede hacer multiplicando el gasto por el número de - aspersores , obteniendo el mismo resultado.

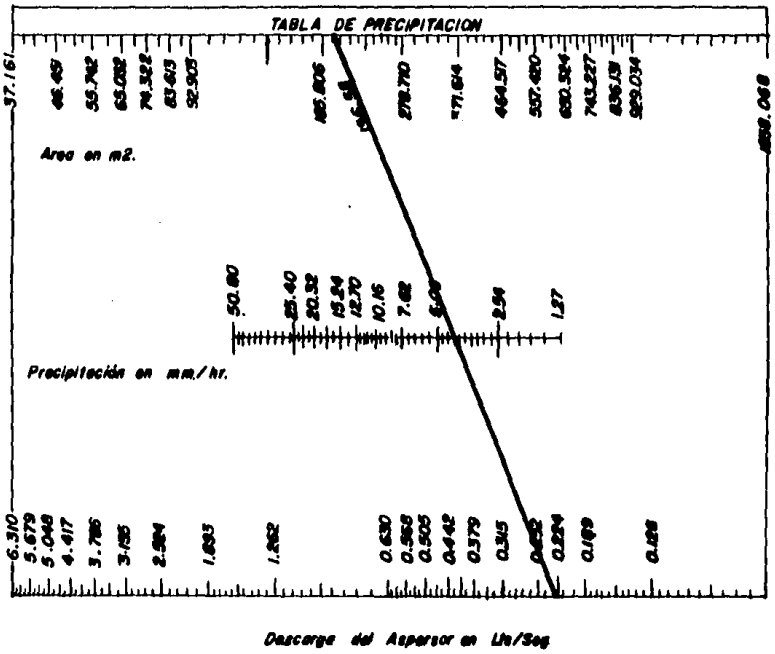


TABLA DE PRECIPITACION
Area en m2.
Precipitación en mm./hr.
Descarga del Aspersor en Lts/Seg

Fig. (47)

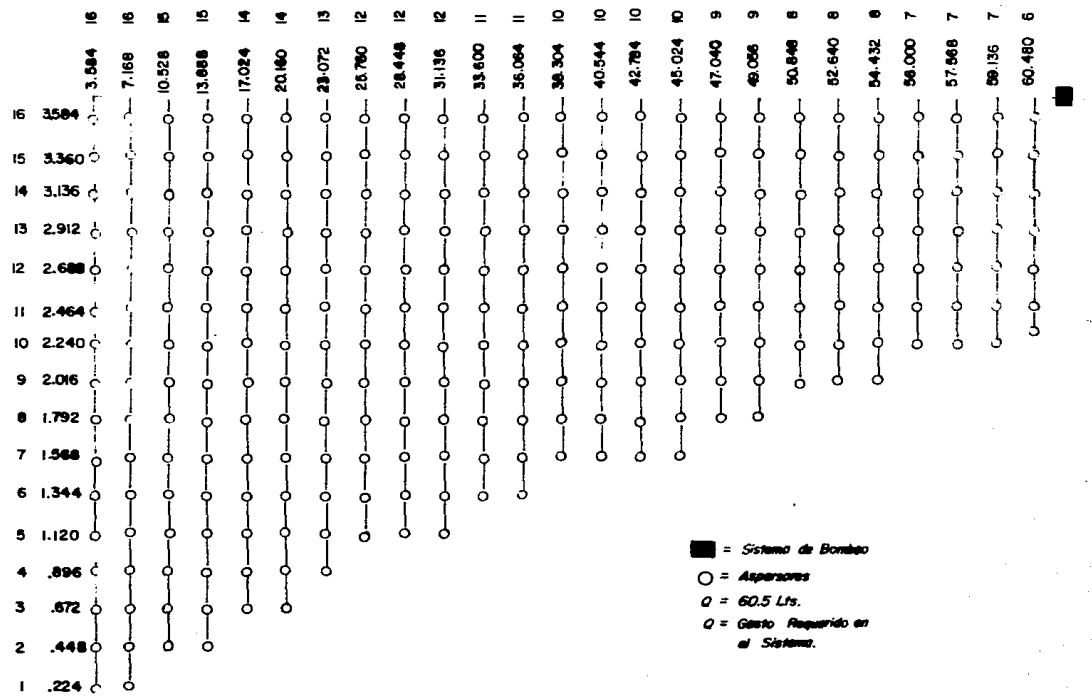

16 3.584
15 3.360
14 3.136
13 2.912
12 2.688
11 2.464
10 2.240
9 2.016
8 1.792
7 1.568
6 1.344
5 1.120
4 .896
3 .672
2 .448
1 .224
3.584 16
7.168 16
10.528 15
13.888 15
17.024 14
20.160 14
23.072 13
25.760 12
28.448 12
31.136 12
33.600 11
36.064 11
38.304 10
40.544 10
42.784 10
45.024 10
47.040 9
49.056 9
50.848 8
52.640 8
54.432 8
56.000 7
57.568 7
59.136 7
60.480 6
= Sistema de Bombeo
= Aspersores
Q = 60.5 Lts.
Q = Gasto Requerido en el Sistema.

Fig. (48)

Una vez conocido el gasto requerido, pasamos a calcular el diámetro de la tubería para mantener el mismo gasto.

El método estandarizado para la selección económica de los calibres de la tubería involucran una solución en la que hay que tomar en cuenta la tentativa preliminar y el posible error que se puede cometer en el planteamiento del problema.

La esencia de este método consiste en la selección de una cantidad mínima, previamente fijada, más los gastos de operación para hacer las combinaciones de la tubería en diferentes calibres.

A continuación se detalla el tipo de tubería necesaria, así como la pérdida por fricción, de carga, etc.

Cálculo de la Tubería

Tramo	No. de Asper. sores por Lí-	Q por Línea en lts./seg.	Q por tramo en lts./seg		Diámetro de Tubo	Q por tramo en lts./min.	Pérdida de presión de tramo + co nexión.	Abaco Per dida de - fricción x 100 ft	Pérdida de fric ción x 50 ft	Presión en la - línea L bs/pulg2
1			60.480		6"	3,628.8	50 ft	2.7	1.35	80.85
	6	1.344								
2			59,136		6"	3,548.2	50 ft	2.5	1.25	79.50
	7	1.568								
3			57,568		6"	3,454.1	50 ft	2.3	1.15	78.25
	7	1.568								
4			56,000		6"	3,360.0	50 ft	2.2	1.10	77.10
	7	1.568								
5			54,432		6"	3,265.9	50 ft	2.1	1.05	76.00
	8	1.792								
6			52,640		6"	3,158.4	50 ft	2.0	1.00	74.95
	8	1.792								
7			50,848		6"	3,050.8	50 ft	1.9	.95	73.95
	8	1.792								
8			49,056		6"	2,943.4	50 ft	1.8	.90	73.00
	9	2.016								
9			47,040		6"	2,822.4	50 ft	1.7	.85	72.10
	9	2.016								
10			45,024		6"	2,701.4	50 ft	1.6	.80	71.25
	10	2.240								
11			42,784		6"	2,567.0	50 ft	1.4	.70	70.45
	10	2.240								
12			40.544		6"	2,432.6	50 ft	1.3	.65	69.75
	10	2.240								
13			38.304		6"	2,298.2	50 ft	1.2	.60	69.10
	10	2.240								
14			36.064		6"	2,163.8	50 ft	1.0	.50	68.50
	11	2.464								
15			33.600		6"	2,016.0	50 ft	.90	.45	68.00
	11	2.464								
16			31.136		6"	1,868.2	50 ft	.80	.40	67.55

Cálculo de la Tubería

Tramo	No. de Aspersores por Línea	Q por Línea en lts./seg.	Q por Tramo en lts./seg		Diámetro de Tubo	Q por Tramo en lts./min	Pérdida de presión de tramo + conexión.	Abaco Pérdida de fricción x 100 ft	Pérdida de fricción x 50 ft	Presión en la línea Lbs/pulg2
17	12	2,688	28,448		6"	1,706.9	50 ft	.65	.33	67.15
18	12	2,688	25.760		6"	1,545.6	50 ft	.55	.28	66.82
19	12	2,688	23.072		6"	1,384.3	50 ft	.44	.22	66.54
20	13	2,912	20.160		6"	1,209.6	50 ft	.34	.17	66.32
21	14	3,136	17.024		6"	1,021.4	50 ft	.24	.12	66.15
22	14	3,136	13.888		6"	833.3	50 ft	.17	.09	66.03
23	15	3,360	10.528		6"	631.7	50 ft	.10	.05	65.94
24	15	3.360	7.168		6"	430.1	50 ft	.05	.03	65.89
25	16	3,584	3.584		3"	215.0	50 ft	.26	.13	65.86
26	1	.224	3.360		3"	201.6	50 ft	.21	.11	65.73
27	1	.224	3.136		3"	188.2	50 ft	.19	.10	65.62
28	1	.224	2,912		3"	174.7	50 ft	.17	.09	65.52
29	1	.224	2,688		2½"	161.3	50 ft	.40	.20	65.43
30	1	.224	2,464		2½"	147.8	50 ft	.32	.16	65.23
31	1	.224	2,240		2½"	134.4	50 ft	.28	.14	65.07
32			2,016		2"	121.0	50 ft	.60	.30	64.93

Cálculo de la Tubería

Tramo	No. de Aspersores por Lí-	Q por Línea en lts./seg.	Q por tramo en lts./seg		Diámetro de Tubo	Q por Tramo en lts./min	Pérdida de presión de tramo + conexión.	Abaco Pérdida de - fricción x 100 ft	Pérdida de fricción x 50 ft	Presión en la - línea Lbs/pulg2
	1	.224								
33			1.792		2"	107.5	50 ft	.44	.22	64.63
	1	.224								
34			1.568		2"	94.1	50 ft	.36	.18	64.41
	1	.224								
35			1.344		1½"	80.6	50 ft	.80	.40	64.23
	1	.224								
36			1.120		1½"	67.2	50 ft	.55	.28	63.83
	1	.224								
37			.896		1¼"	53.8	50 ft	.90	.45	63.55
	1	.224								
38			.672		1¼"	40.3	50 ft	.42	.21	63.10
	1	.224								
39			.448		1¼"	26.9	50 ft	.20	.10	62.89
	1	.224								
40			.224		1¼"	13.4	50 ft	.05	.03	62.79
	1	.224								
41			0.0							62.76

Los datos anteriores fueron obtenidos por medio de tablas para facilitar sus cálculos.

A continuación se detallan la cantidad y tipo de material para la construcción de este sistema y algunas fotos de la instalación de la tubería (Figs. 49-54).

Lista de materiales y equipo para el Riego por Aspersión de -- cinco hectáreas.

No.	CONCEPTO	PZA. MTS.
1	Tubería PVC Duralón de 1" # 101031 hidráulico	1576
2	Tubería PVC Duralón RD-26 de 1¼ # 101032 hidráulico	700
3	Tubería PVC Duralón de 1½ # 101001	698
4	Tubería PVC Duralón de 2" # 101002	797
5	Tubería PVC Duralón de 2½" # 101004	424
6	Tubería PVC Duralón de 3" # 101006	186
7	Cople Doble PVC para 1" # 102080	305
8	Cople Doble PVC para 1¼" # 102081	2
9	Cople Doble PVC para 1½" # 102082	2
10	Cople Doble PVC para 2" # 102083	2
11	Cople Doble PVC para 2½" # 102084	2
12	Cople Doble PVC para 3" # 102085	2
13	Adaptador Campana para 1" # 102133	272
14	Adaptador Espiga PVC para 1¼" # 102138	4
15	Adaptador Espiga PVC para 2" # 102139	9
16	Adaptador Espiga PVC para 2½" # 102140	6
17	Adaptador Espiga PVC para 3" # 102141	6
18	Tees de PVC de 1" # 102041	75
19	Tees de PVC de 1¼" # 102042	50
20	Tees de PVC de 1½" - 1" # 102044	53

Fig. (49)

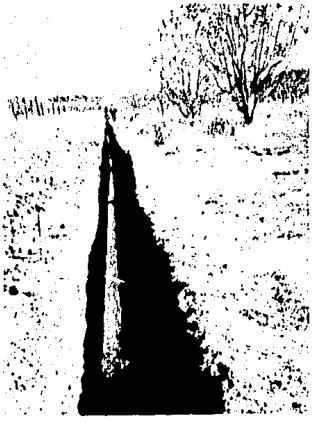


Fig. (50)

Fig. (51)

21	Tees de PVC de 1½" - 1½" # 102026	64
22	Tees de PVC de 2½" - 2" # 102028	35
23	Tees de PVC de 3" - 2" # 102031	18
24	Reducción Campana PVC de 1½" - 1" # 102187	75
25	Reducción Campana PVC de 1½" - 1" # 102188	117
26	Reducción Campana PVC de 1½" - 1½" # 102189	25
27	Reducción Campana PVC de 2" - 1½" # 102173	64
28	Reducción Campana PVC de 2½" - 2" # 102174	12
29	Reducción Campana PVC de 3" - 2½" # 102175	6
30	Anillos de Empaque Anger de 1" # 102262	2
31	Anillos de Empaque Anger de 1½" # 102263	2
32	Anillos de Empaque Anger de 1½" # 102252	2
33	Anillos de Empaque Anger de 2" # 102253	2
34	Anillos de Empaque Anger de 2½" # 102254	2
35	Anillos de Empaque Anger de 3" # 102255	2
36	Reducción Bushing F.G. de 3" - 2½"	6
37	Reducción Bushing F.G. de 3" - 2"	10
38	Reducción Bushing F.G. de 3" - 1½"	4
39	Reducción Bushing F.G. de 3" - 1"	1
40	Niples Galvanizados de 3" x 6"	6
41	Niples Galvanizados de 2½" - 6"	6
42	Niples Galvanizados de 2" x 6"	10
43	Niples Galvanizados de 2" x 6"	4
44	Niples Galvanizados de 1" x 6"	2
45	Codos Galvanizados de 3" 90°	6
46	Codos Galvanizados de 2½" 90°	6
47	Codos Galvanizados de 2" 90°	10
48	Codos Galvanizados de 1½" 90°	4
49	Codos Galvanizados de 1" 90°	272
50	Reducción Campana Galvanizada de 1" - 3/4"	270
51	Tubo Galvanizado de 1" metros	1350
52	Cople de F.F. F Ruiz de 6" a 3" (tee)	25
53	Válvula Bronce de cuadro de 1"	270
54	Válvula Compuerta de 1"	2

Fig. (52)

Fig. (53)

Fig. (54)

55	Válvula Compuerta de 2"	1
56	Aspersores de 1/8" C.V.	240
57	Aspersores 1/8" M.V.	30
58	Termómetros de máxima y mínima	3
59	Tubo de Asbesto Cemento de 6"	415
60	Manómetros	4
61	Motor 75 HP	1
62	Bomba	1
63	Acoplamiento	1
64	Válvula de Mariposa de 6"	1
65	Válvula de globo de 3"	1
66	Lote de mano de obra de instalación de tubería	1
67	Lote de mano de obra y material construcción casa de máquina	1
68	Lote material misceláneo para instalación tubería	1

5.4. Moto Bomba

El método de Impulsión para este sistema se puede saber una -- vez obtenidos los siguientes datos: los litros por minuto, kilogramos por segundo y la altura en metros, requeridos.

Una vez obtenidos estos datos, se transportan a una gráfica -- (propia para cada tipo de bomba), para saber cual se adapta a nuestros requisitos (Fig. 55)

5.5. Memoria de Cálculo de la Instalación Eléctrica

De acuerdo a las especificaciones del proyecto se requiere de:

1 motor de 75 HP	60 KW	70.58 KVA.
1 transformador 10 KV		10.00 KVA.
	TOTAL	80.58 KVA

Por tanto se selecciona un transformador de distribución de -- 112.5 KVA., relación 13,200 V - 440/220 volts., conexión Delta Estre-- lla, con neutro conectado a tierra, el cual será instalado en subesta- ción tipo H. (Fig. 56).

A) Protección Primaria:

Como protección primaria se empleará una cuchilla fusible tipo x 5, con elemento fusible de:

$$I = \frac{KVA}{1.73\ KV} = \frac{112.5}{1.73\ (13.2)} = 4.93\ AMP$$

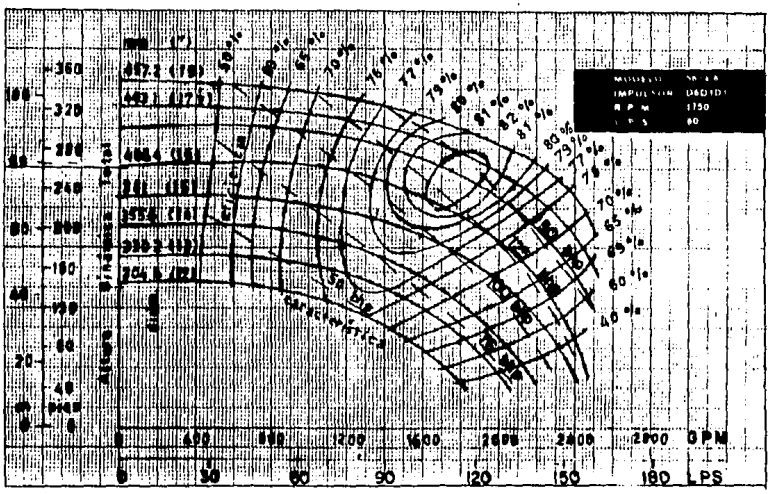
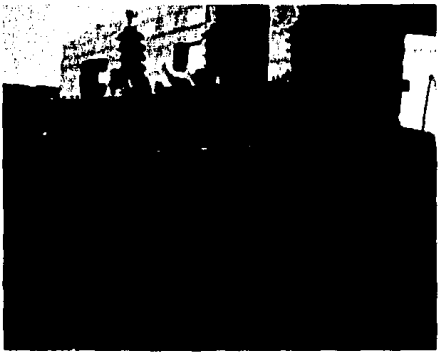

IMPULSOR D6D1D1
R P M 1750
L P S 60
Carcelvitica
0 400 800 1200 1600 2000 2400 2800 3200 RPM
0 30 60 90 120 150 180 LPS

Fig. (55)



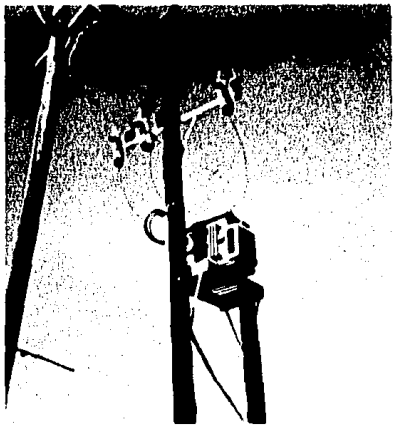


Fig. (56)

Considerando un factor por temperatura de 1.5 tendremos:

$$4.93 \times 1.5 = 7.39 \text{ AMP}$$

Por lo tanto el elemento fusible será de 10 AMP. 13.2 KV., que esta de acuerdo a la capacidad recomendada por la Compañía Administradora para Transformadores de 112.5 KVA., en 13,200 volts.

B) Calibre de Conductor Alimentador:

Considerando que el transformador es de 112.5 KVA., en 440 -- volts, 3 ∅ tendremos:

$$I = \frac{KVA}{1.73\ KV} = \frac{112.5}{1.73\ (0.44)} = 147.8 \text{ AMP.}$$

Por capacidad de corriente los conductores deben tener una capacidad de conducción no menor que el 25% de la corriente nominal (a - plena carga), entonces:

$$147.8 \times 1.25 = 185 \text{ AMP.}$$

Que corresponde a un conductor calibre No. 3/0 AWG, con aislamiento THW, 75°C, 600 volts con una capacidad de 200 AMP., e iran alojados los tres conductores en un tubo conduit de 51 mm de diámetro.

C) Por Caída de Tensión:

Si la corriente a plena carga 147.8 AMP. y considerando una -- caída de tensión e% = 2, de acuerdo a normas y una longitud del con-- ductor igual a 20 metros, por lo tanto:

$$S = \frac{2 \times 1.73 \times L \times I}{E_f \times e\%} = \frac{2 \times 1.73 \times 20 \times 147.8}{440 \times 2} = 11.62$$

El conductor adecuado es del número 3/0 AWG, pues cumple con ambos criterios.

3 conductores del número 3/0 AWG	530.13 mm^2
1 conductor del número 2/0 AWG	147.62 mm^2
	667.75 mm^2

Una superficie del 100% = 2185
y 40% del aire de = 874

Corresponde a un tubo de 51 mm de diámetro nominal.

D) Interruptor Principal:

Considerando un factor de 30% adicional a la corriente nominal, para no permitir sobrecargas en el conductor, se tiene:

$$147.8 \times 1.3 = 192 \text{ AMP.}$$

Por lo tanto el interruptor termomagnético seleccionado será de 3 x 200 AMP.

E) Combinación de Interruptor Arrancador Magnético:

La corriente nominal del motor es:

$$I = \frac{746 \times HP \times F.S.}{1.73 \times V \times h \times F.P.} = \frac{746 \times 75 \times 1}{1.73 \times 440 \times 0.8 \times 0.85} = 108.09 \text{ AMP.}$$

Interruptor Termomagnético.

Considerando un factor por temperatura y holgura de 25% tenemos:

108.09 x 1.25 = 135.11 AMP.

Por lo tanto el interruptor termomagnético es de 3 x 150 AMP.

F) Arrancador Magnético:

El arrancador magnético a emplear para un motor de 75 HP en -- 440 volts., es un arrancador a tensión reducida, tipo alto transformador tamaño nema 5 el cual se especificará combinando en caja nema (a - prueba de polvo).

G) Elementos Térmicos:

Para la selección del elemento térmico se siguieron los pasos enumerados a continuación:

1.- Se determinó la corriene a plena carga del motor, tomando en consideración el factor de servicio.

(Ipc = 108.9 AMP.)

2.- Considerando la corriente a plena carga, la clase, tipo y tamaño del arrancador se seleccionó en tablas de fabricante el elemento térmico idóneo, que es el adyacente al rango de corriente a plena - carga del motor.

Conductor y conduit alimentador al motor considerando la co--- rriente nominal de 108.09 AMP. y el factor de corrección para sobre -- carga de 25% se tiene.

108.09 x 1.25 = 135.11 AMP.

De acuerdo a lo anterior se selecciona un conductor calibre -- número 2 AWG con aislamiento THW, 75°, 600 volts., con una capacidad - de 145 AMP. e iran alojados los tres conductores en tubo conduit de - 51 mm de diámetro.

5.6. Cálculo del Corto Circuito

Para el cálculo del corto circuito emplearemos el método de -- por ciento y se consideran los siguientes parámetros:

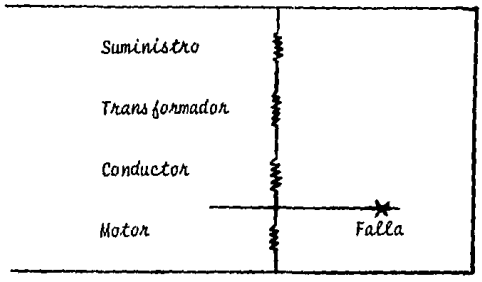
a) La contribución de la red se tomará como 500 MVA de corto - circuito.

b) La instalación se alimentará a través de un transformador - de KVA al cual se supondra una impedancia de 4.5%.

c) La impedancia equivalente del (os) motor (es) se considera del 25%.

d) Se considera para el cálculo de la corriente de corto cir-- cuito que la falla es en el Bus.

e) Se tomará como base los KVA del transformador más grande.



A) Cálculo de Impedancia.

Suministro:

$$Z\ real \frac{KVA}{MVAcc \times 10} = \frac{112.5}{500 \times 10} = 0.023$$

KVA = Potencia en KVA del transformador (como potencia base)
MVAcc = Potencia de corto circuito en MVA.

Transformador:

Z = Z (t) [en por ciento] = 2.3

Se tomara Z (t) (impedancia del transformador) de la placa.

B) Conductor:

Tenemos 20 metros de recorrido del cable en 440 volts y una -- impedancia de 0. 1753 Ω/km.

0.0001753 Ω/metros x 20 metros = 0.003506 Ω

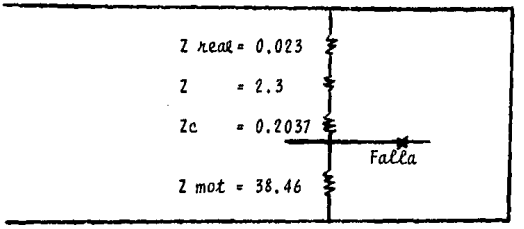
$$Zc = \frac{Z(\Omega) \times KVA}{KV2 \times 10} = \frac{0.003506 \times 112.5}{(0.44)\ 2 \times 10} = 0.2037$$

Z (Ω) = Impedancia en OHMS de los cables.
KV = Tensión en el secundario del transformador en kilo volts.

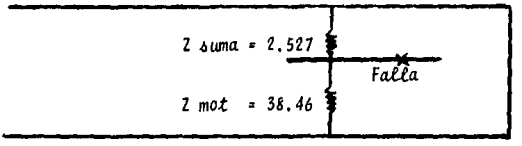
C) Motor:

$$Z\ Mot. = \frac{KVAT \times Zmot}{HP\ mot. \times 0.975} = \frac{112.5 \times 25}{75 \times 0.975} = 38.46\ \Omega$$

HP Mot. suma de todos los motores que participan en la falla:



Reducido



$$Z\ eq = \frac{2.527 \times 38.46}{2.527 + 38.46} = 2.371$$

$$I_{cc}\ sim. = \frac{KVA_t \times 100}{1.73 \times KV \times Zeq} = \frac{112.5 \times 100}{1.73 \times 0.440 \times 2.371} = 6,233.4\ AMP.$$

D) Diseño preliminar de la red:

Si utilizamos juntas soldadas, entonces de tablas de la C.F.E. se toma 6.5 cm/a para una duración de la falla de 0.5 segundos y el calibre determinado del conductor será:

$$S = 6.5\ cm/amp. \times I_{cc}\ (a) = 6.5\ cm/Amp. \times 6,233.4\ Amp. = 40,517\ cm$$

El número de calibre es: aprox. No. 2

Y en base a condiciones de trabajo se usará conductor calibre No. 4/0 con un diámetro en milímetros igual a 11.68 mm y 211.660 M.C.M.

este calibre para el caso de la subestación y para la red general se - usará calibre 2/0 AWG.

Radio del círculo cuya superficie sea igual a la superficie encerrada por la red. superficie = 135 m²

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{135}{\pi}} = 6.55 \text{ metros}$$

r = radio de círculo
A = superficie encerrada por la malla

Para el cálculo de la resistencia de la red se tiene:

$$R = \frac{\rho}{4(r)} + \frac{\rho}{L} = \frac{10}{4\ (6.55)} + \frac{10}{114} = 0.4693$$

L = longitud indicada en el arreglo

$0.4695\ \Omega < 5\ \Omega$ para estaciones $\frac{\text{pequeñas}}{\text{pequeñas, grandes}}$

E) Cálculo del aumento de potencial de la red en caso de falla.

$$E = I_{cc} \times R$$

$$E = 6233.4 \times 0.4693 = 2925 \text{ volts}$$

F) *Cálculo del potencial de paso en el piso adyacente a la red.*

$$E_s = K_s \times K_i \times \rho \times \frac{I}{L}$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{2D} + \frac{1}{3D} + \frac{1}{4D} + \dots + \frac{1}{ND} \right]$$

n = *número de espacios transversales* = 5
h = *profundidad de enterramiento (0.6 metros)*
D = *espacio longitudinal (3 metros)*

$$K_s = \frac{1}{3.1416} \left[\frac{1}{2(0.6)} + \frac{1}{3+0.6} + \frac{1}{2(3)} + \frac{1}{3(3)} + \frac{1}{4(3)} + \frac{1}{5(3)} \right]$$

$$K_s = 0.3470$$

$$E_s = K_s + K_i \times \rho \times \frac{I}{L} = 0.3470 \times 1.47 \times 10 \times \frac{6233.4}{114}$$

E_s = **279** *volts.*

Voltaje máximo permisible entre pies sobre el piso para el suelo de concreto.

$$E'_s = \frac{116 \quad 0.7 \ s}{\sqrt{t}} = \frac{116 \quad 700}{\sqrt{0.5}} = 1148$$

$\therefore \quad E_s < E'_s \Rightarrow$ **279** *volts* $<$ **1148** *volts*

Si $E_s > E'_s$ *rediseña la red*

G) *Verificación de las condiciones de seguridad*

$$\frac{K_m \times K_i \times \rho \times I_{cc} \times}{L} \sqrt{t} - 0.17 \times \rho_s < 116$$

$$\frac{0.4504 \times 1.47 \times 10 \times 6233.4}{114} \times \sqrt{0.5} - 1.17\ (1000) < 116$$

86 $<$ 116 *la red esta diseñada dentro de los límites de seguridad (Fig. 57)*

A continuación se detallan los elementos y accesorios necesarios de instalación eléctrica, tanto en alta como en baja tensión del sistema de riego en cuestión, de acuerdo a las normas establecidas por la Comisión Federal de Electricidad. (Figs. 58-59).

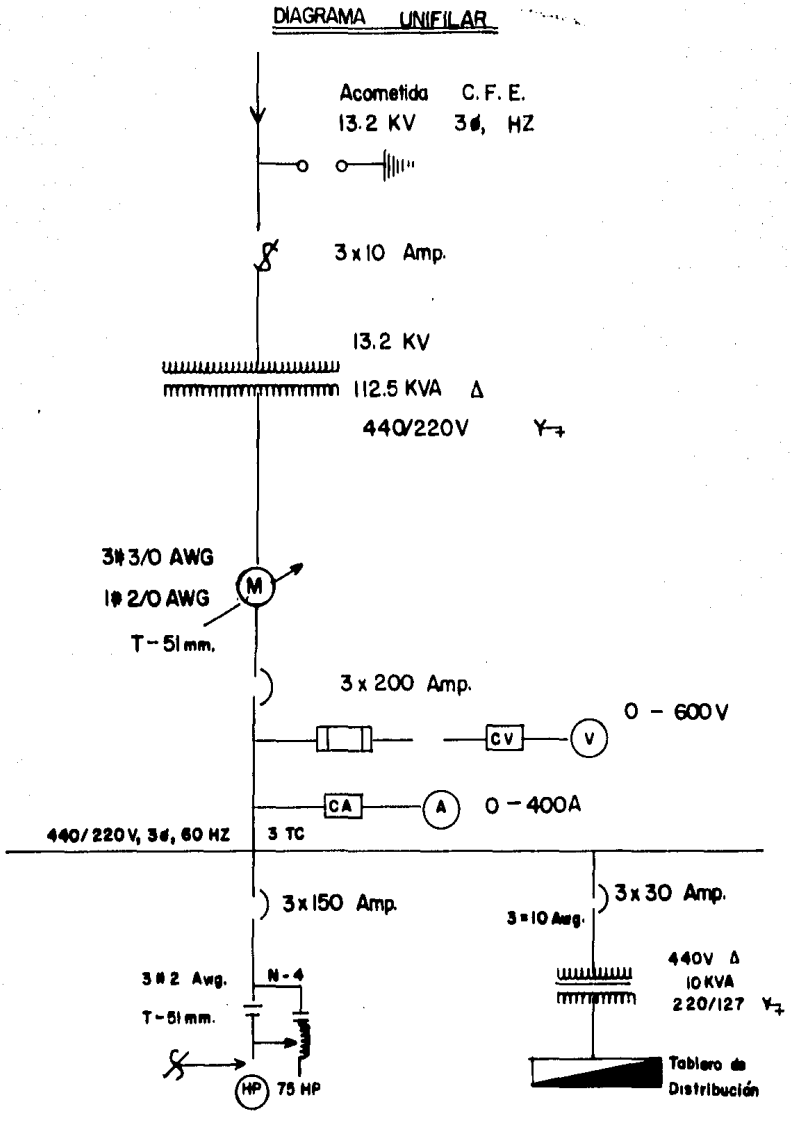


DIAGRAMA UNIFILAR
Acometida C. F. E.
13.2 KV 3ø, HZ
3 x 10 Amp.
13.2 KV
112.5 KVA Δ
440/220V Y
3#3/0 AWG
1#2/0 AWG
M
T-51 mm.
3 x 200 Amp.
0 - 600 V
CV
V
CA
A
0 - 400A
440/220 V, 3ø, 60 HZ
3 TC
3 x 150 Amp.
3 x 30 Amp.
3 #10 Awg.
440V Δ
10 KVA
220/127 Y
3 # 2 Awg.
N-4
T-51 mm.
HP
75 HP
Tablero de Distribución

Fig (57)

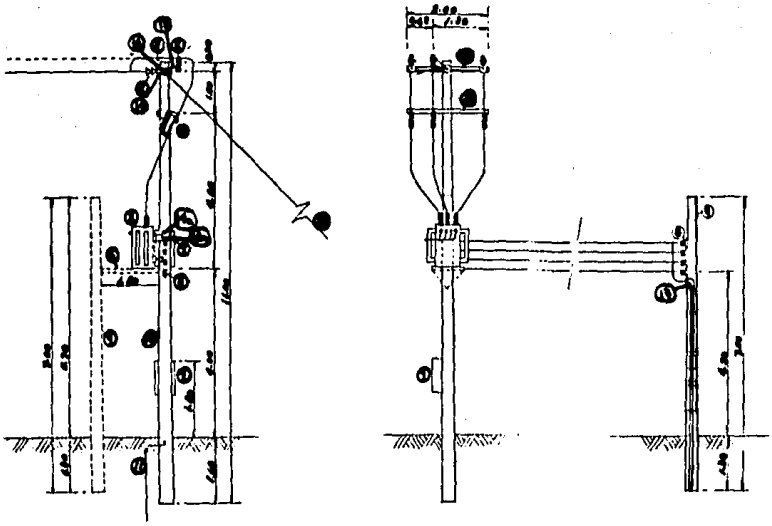


Fig. (58)

LISTA DE MATERIALES ALTA TENSION (Fig. 58)

No.	CONCEPTO	PZA. MTS.
1	Aislador tipo alfiler de 15 KV	1
2	Apartarrayos autovalvular de 13 KV	3
3	Aislador de suspensión de porcelana	6
4	Cortacircuito fusible	3
5	Transformador de distribución de 112.5 KV	1
6	Parrilla de fierro estructural de 1.50 x 0.80 m.	1
7	Gabinete y tubo para medición (serán proporcionados por C.F.E.).	1
8	Bastidor secundario	1
9	Poste de madera creosotada de 7 m.	1
10	Poste de madera creosotada de 10 m.	1
11	Sistema de conexión a tierra compuesta de:	
	a) Varilla coperweld de 16 mm de diámetro	1
	b) Conector para varilla Copperweld	1
	c) Cable de cobre desnudo calibre 2/0 THW	8
12	Retenida de poste compuesta de:	
	a) Grapa paralela para retenida	4
	b) Aislador para retenida	4
	c) Cable de acero galvanizado para retenida de 8 mm de diámetro	15
	d) Guardacabo de acero para retenida	1
	e) Perno ancla para retenida, tuerca y arandela plana de fierro galvanizado	1
13	Cruceta de fierro galvanizado	3
14	Dado de fierro fundido No. 65	3

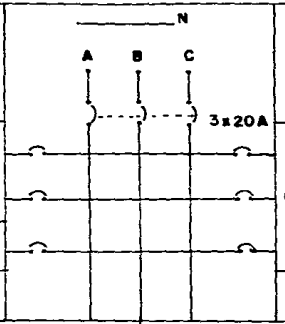
14a	Dado de fierro fundido No. 66	3
15	Perno doble rosca de fierro galvanizado de 12.7 x 305 mm con tuerca y arandela de pre--sión	2
16	Abrazadera de fierro galvanizado de 140 mm. de diámetro	2
16a	Abrazadera de fierro galvanizado de 165 mm. de diámetro	2
17	Mufa terminal tipo concha para tubo conduit de 63 mm. de diámetro	1
18	Material miscelàneo de instalación	1 lote

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
Ⓜ	Equipo de medición CFE
	Interruptor termomagnético capacidad indicada
	Voltímetro para CA escala 0-600 V, con conmutador selector de fases y fusibles de protección
	Ampermetro para CA escala 0-300 A, con conmutador selector de fases.
	Arrancador magnético a tensión reducida tipo autotransformador, tamaño Nema 4.
	Relevador Bimetálico
	Tablero de alumbrado y distribución 7 polos 220-127 Volts.
	Luminaria fluorescente de 2x38W, 127V.
	Luminaria incandescente 100 W, 127V.
	Contacto monofásico intercambiable 10A, 127 Volts.
	Contacto trifásico 20A, 220 Volts.
	Apagador monofásico intercambiable 127 Volts.
	Registro de tabique de 60x40x60 cm.
	Varilla Coperweld de 3.05m de longitud para sistema de tierras.
	Cable de cobre desnudo calibre 1/0 AWG.
	Conector soldable tipo TA.
	Tubo conduit ahogado en piso diámetro indicado.
	Tubo conduit por techos y muros.
	Tubo conduit de PVC de 31 mm Ø ahogado en piso.

Fig. 59

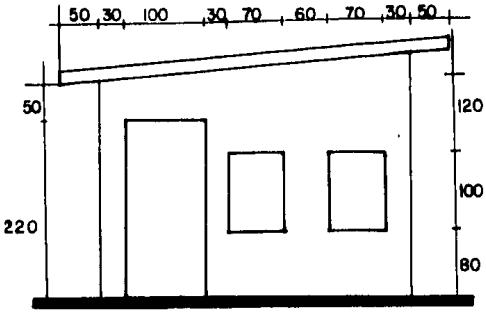
TABLERO DE ALUMBRADO Y DISTRIBUCION TIPO NAIB 7 POLOS 220 VOLTS-127 CON INTERRUPTOR PRINCIPAL

WATTS TOTALES	WATTS POR UNID (REACTOR)	CANTIDAD	SIMBOLO	INT. DER.	CIRCUITO		CIRCUITO	INT. DER.	SIMBOLO	CANTIDAD	WATTS POR UNID. (REACTOR)	WATTS TOTALES
195	2 x 38	1		1x15	C1		C4	3x15		1	1500	1500
	100	1										
360	180	2		1x15	C2							
195	2 x 38	1		1x15	C3							
	100	1										



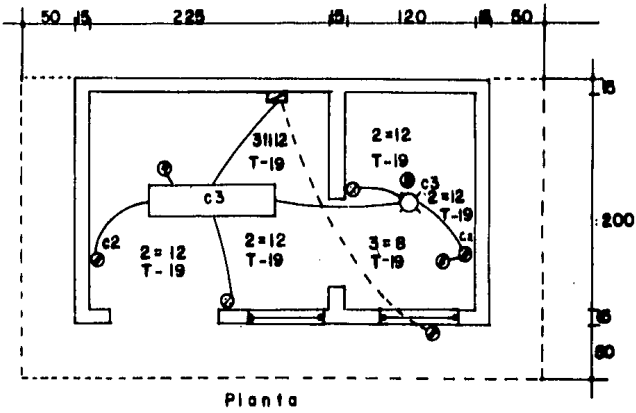
WATTS	FASE "A"	860 00	DESBALANCEO
WATTS	FASE "B"	658.25	ALIMENTADO DEL INT PRINCIPAL
WATTS	FASE "C"	860.00	LOCALIZADO EN CUARTO DE CONTROL
WATTS	TOTALES	2 378·25	

Fig 59-A



FACHADA PRINCIPAL

Fig 59-B



ALUMBRADO INTERIOR

Fig 59-C

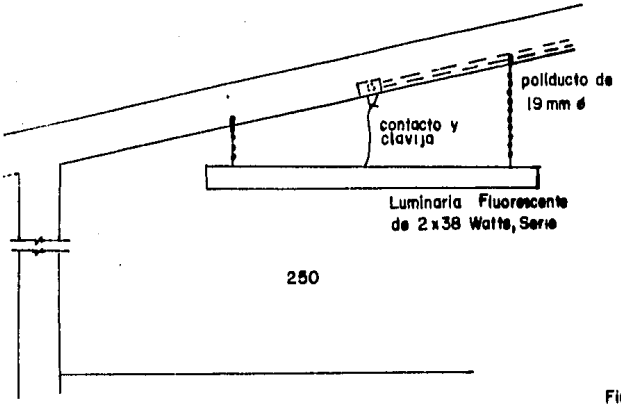
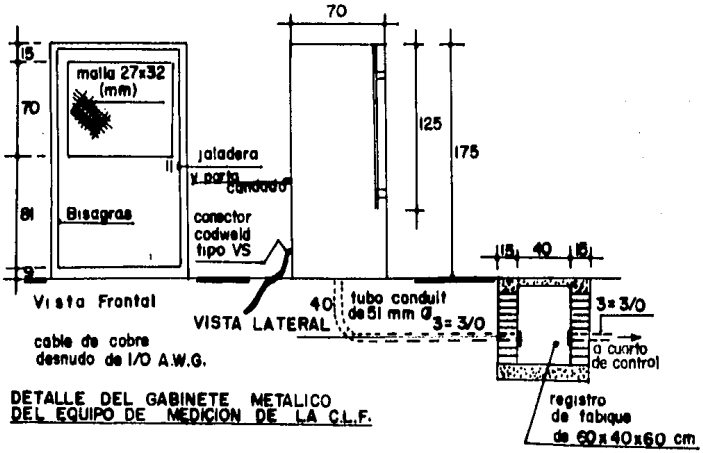


Fig 59-D

DETALLE DE LUMINARIA FLUORESCENTE



DETALLE DEL GABINETE METALICO
DEL EQUIPO DE MEDICION DE LA C.L.F.

Fig 59-E

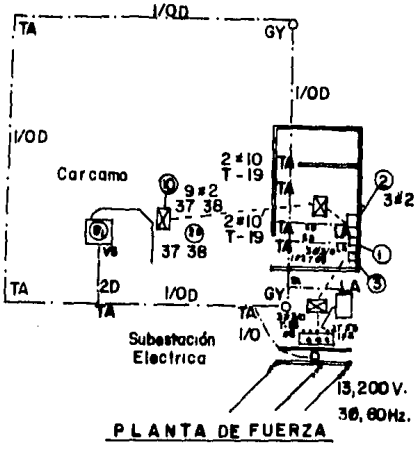


Fig 59-F

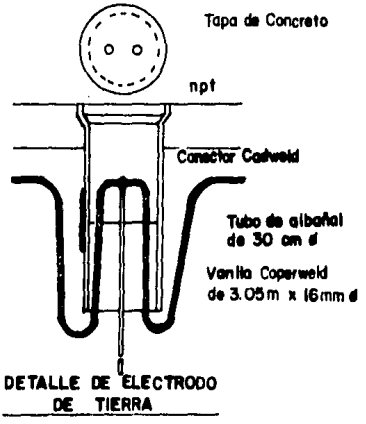


Fig 59-G

LISTA DE MATERIALES BAJA TENSION (FIG. 59)

No.	CONCEPTO	PZA. MTS.
1	Interruptor trifásica para 600 volts, 300 Amp. con gabinete	1
2	Combinación interruptor termomagnético y arrancador magnético a tensión reducida tipo autotransformador con interruptor de 3 x 150 AMP., 440 volts, arrancador tamaño Nema 4 en gabinete, para motor de inducción de 75 HP, 440 volts	1
3	Transformador de 10 KVA	1
4	Luminaria fluorescente tipo industrial con dos lámparas de 38 watts, cada una 127 volts, con balastra integrada y gabinete	2
5	Luminaria incandescente tipo sobreponer con pantalla de cristal, con lámpara de 100 watts 127 volts.	2
6	Contactos monofásicos tipo intercambiable 10 Amp. 127 volts con caja rectangular y placa de aluminio.	2
7	Cable monopolar de cobre puro electrónico suave con aislamiento para 600 volts, THW 75 C de los siguientes calibres:	
	a) 3/0 THW	20
	b) 2/0 THW	20
	c) 10 THW	20
	d) 2 THW	20

8	Tubo conduit pared gruesa con cople en un extremo de los siguientes diámetros:	
	a) 51 mm	50
	b) 38 mm	8
9	Codo para tubo galvanizado pared gruesa a 90 de 51 mm	4
10	Registro de tabique	2
11	Cable de cobre desnudo semiduro, calibre 1/0 THW	20
12	Varilla Copperweld para conexión a tierra	2
13	Mufa para acometida, para tubo de 63 mm diámetro	1
14	Material miscelaneo para instalación eléctrica	1 lote

C A P I T U L O V I

PROCEDIMIENTOS DE OPERACION DE SISTEMA RELACIONADO CON EL CONTROL DE TEMPERATURAS

PROCEDIMIENTO DE OPERACION DEL SISTEMA RELACIONADO CON EL CONTROL DE - TE MPERATURA

6.1. Durante la Helada

Uno de los factores más importantes que hay que tener en cuenta cuando se inicia el sistema para la proteccibn de los árboles frutales es la temperatura a partir de la cual hay que poner en marcha la isntalacibn de defensa. Esto depende de especies y variedades; y dentro de cada una, también depende del estado fenológico y fisiológico - en que se encuentra.

Antes de la floracibn las especies frutales resisten varios -- grados bajo cero, sin sufrir daños apreciables. A la caida de los pétalos la sensibilidad es mayor, lo cual habrá que tenerlo presente para poner en marcha el sistema a una temperatura ligeramente más alta, principalmente si se trata de árboles frutales que pueden sufrir pérdidas importantes.

Como ejemplo para los árboles frutales (peras y manzanas) se - puede iniciar la defensa a la siguiente temperatura:

- 1°C Cuando la generalidad de la plantacibn esta en el estado de frutos recién cuajados.
- 1°C Cuando esta en plena floracibn.
- 1°C Cuando el número de flores abiertas no llega al 50%.

Cuando no se dispone de experiencia o de datos concretos, será conveniente iniciar la defensa con uno o varios termómetros instalados en el interior y exterior de la huerta (Fig. 60)

Las heladas de primavera pueden predecirse con unas horas de -

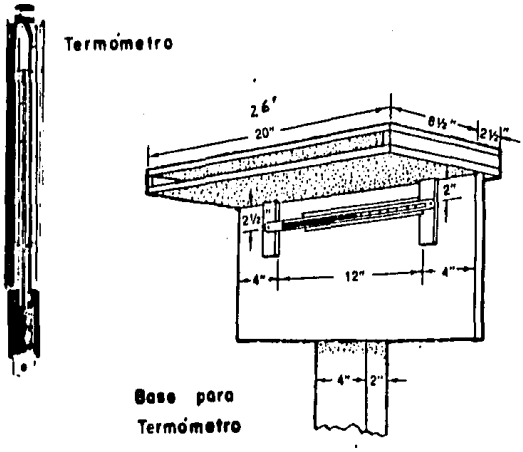

Termómetro
2.6'
20"
8½"
2½"
2"
2½"
4"
12"
4"
4"
2"
Base para
Termómetro

Fig. (60)

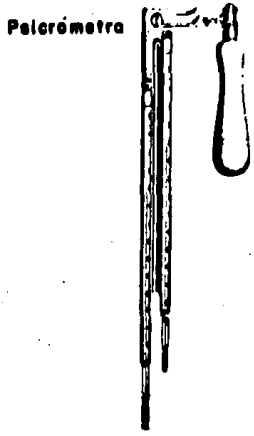

Pelcrómetro

Fig. (61)

anticipación mediante psicrómetros.

El psicrómetro es un aparato que da la humedad relativa del aire, mediante la comparación de las temperaturas que se leen en dos --- termómetros: uno seco y otro húmedo. El primero es un termómetro normal mientras que el segundo, siendo también normal, tiene envuelto el depósito de mercurio con una mecha que se mantiene constantemente húmedad, como lo muestra la fig. (61).

Utilizando las tablas psicrométricas se hizo el monograma para las condiciones de Ciudad Guerrero, que tiene una altura sobre el nivel del mar de 2,400 metros y una presión atmosférica de 594.2 mm., se puede determinar la humedad relativa del aire y el punto de rocío (que es la diferencia de lectura entre el termómetro seco menos el húmedo) y la presión de vapor (Fig. 62).

El peligro de la helada, comienza cuando el aire contiene menos de 4.8 grs. de vapor de agua por metro cúbico. Esta cantidad corresponde a una tensión de vapor de 4.6 mm. a 0°C, condiciones en las que el aire esta saturado.

Cuando la cantidad de vapor de agua sea mayor, al descender -- la temperatura se condensa parte del vapor, liberando el calor latente correspondiente, lo cual hace disminuir la probabilidad de mayores descensos térmicos.

Por ello, conocida la tensión de vapor y la temperatura, puede apreciarse la posibilidad de helada, si se conoce también el ritmo probable de descenso de la temperatura, para la noche que se avecina.

El sistema de alerta y la puesta en marcha deben establecerse en función de las condiciones que se presentan en la zona de la plantación en el que el riesgo de la helada es mayor.

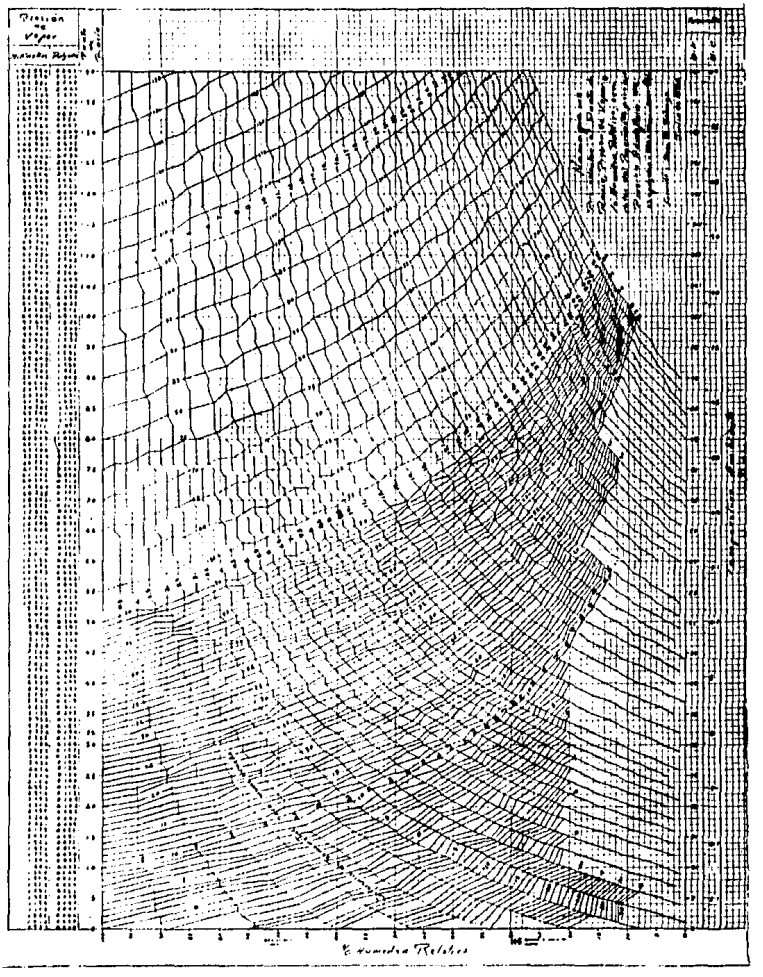


Fig. (62)

Deben colocarse uno o varios termómetros en el interior de la zona que se protege y otro en el exterior, para poder comprobar la --- eficiencia del tratamiento.

El riego por aspersión no debe interrumpirse en todo el tiempo que dure la helada, porque ello podría acarrear la pérdida total de cosecha, al descender sensiblemente la temperatura del hielo que recubre los órganos vegetales.

Se puede cortar el riego por aspersión cuando el termómetro - marque los 5°C, es necesario esperar a que el hielo termine de fundirse pues aunque el calor de fusión sea tomado del aire y los órganos recubiertos del hielo fundente, éste y aquellos permanecen próximos.

A 0°C, la subida de temperatura después de la helada suele ser rápida y los órganos calentados por el sol, alcanzan rápidamente temperaturas superiores a los 0°C.

Puede resultar sumamente interesante instalar uno o varios termómetros conectados a un sistema de alarma thermoswitch; que se pondrá en funcionamiento cuando la temperatura descienda a un nivel prefijado (Fig. 63).

Los contactos del termómetro pueden ser fijos o variables. Resultan más prácticos los termómetros en que pueden variarse la temperatura a la que debe funcionar el sistema de alarma (Fig. 64).

6.2. Durante el Retraso de Floración

En este método, la temperatura a partir de la cual hay que --- iniciar el sistema de protección es distinto al interior, ya que en - este caso actua durante el día.

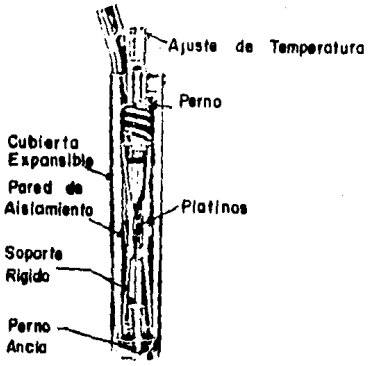

Ajuste de Temperatura
Perno
Cubierta Expansible
Pared de Aislamiento
Platinos
Soporte Rigido
Perno Ancla

Fig. (63)

ESQUEMA DEL AUTOMATISMO PARA RIEGO POR ASPERSION

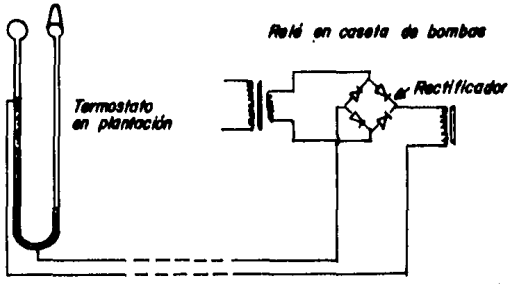


Fig. (64)

Lo que se trata aqui es que los árboles al llegar la primavera sigan en estado de hibernación como lo mencionamos en el capítulo IV.

Aqui los termómetros o thermoswitch los vamos a utilizar al revés. Es decir en lugar de usarlos para temperaturas inferiores a 0°C, los vamos a emplear para que nos avisen de temperaturas superiores a los 0°C, con el objeto de que nuestra huerta no reciba el calor necesario para empezar su desarrollo habitual.

Una vez que la temperatura se aproxime a los 5°C, el sistema empieza a funcionar, al igual en el caso de la helada, el sistema no debe pararse, con objeto de que esa hibernación sea continua para que el método resulte. Es caso contrario los árboles seguirán su desarrollo normal.

Al atardecer, cuando la temperatura del medio ambiente tenga 15°C, fuera de la huerta o 13°C dentro de la huerta, se suspende el riego, hasta el día siguiente.

C A P I T U L O V I I

E S T U D I O E C O N O M I C O

ESTUDIO ECONOMICO

7.1. Presupuesto

En el siguiente presupuesto se incluirán los principales conceptos del sistema en cuestión, tanto en su obra civil como en lo electromecánico, teniendo en cuenta que el costo exacto de este sistema de riego por aspersión, se conoce hasta que se termina, pues generalmente una construcción de este tipo como de cualquier otro se ve afectado por una serie de imprevistos e indirectos.

A continuación se presenta la Lista de Material, Equipo y Mano de Obra, necesario para la realización de este proyecto.

No. PZA. MTS.	D E S C R I P C I O N	P. UNITARIO	IMPORTE
1576	Tubería PVC Duralón de 1" # 101031 hidráulico	518.07	816,478.32
700	Tubería PVC Duralón Rd-26 de 1¼" # 101032 hidráulico	474.19	331,933.00
698	Tubería PVC Duralón de 1½" # 101001	337.82	235,798.36
797	Tubería PVC Duralón de 2" # 101002	426.22	339,697.34
424	Tubería PVC Duralón de 2½" # 101004	336.67	142,748.08
186	Tubería PVC Duralón de 2½" # 101006	643.28	119,650.08
305	Cople PVC dobe para 1" # 102080	310.50	94,702.50
2	Cople Doble PVC para 1¼" # 102080	342.55	685.10
2	Cople Doble PVC para 1½" # 102082	137.30	274.60
2	Cople Doble PVC para 2" # 102083	183.30	366.60

No. PZA. MTS.	D E S C R I P C I O N	P. UNITARIO	IMPORTE
2	Cople Doble PVC para 2½" # 102084	275.50	551.00
2	Cople Doble PVC para 3" # 102085	301.15	602.30
272	Adaptador Campana para 1" # 102133	417.65	113,595.36
4	Adaptador Espiga PVC para 1½" # 102138	720.90	2,883.60
9	Adaptador Espiga PVC para 2" # 102139	756.15	6,805.35
6	Adaptador Espiga PVC para 2½" # 102140	2,700.00	16,200.00
6	Adaptador Espiga PVC para 3" # 102141	1,763.80	10,582.00
75	Tees de PVC de 1" # 102041	611.70	45,877.50
50	Tees de PVC de 1½" 102042	803.25	40,162.50
53	Tees de PVC de 1½" - 1" # 102044	314.80	16,684.40
64	Tees de PVC de 2" - 1½" # 102026	4,830.00	309,120.00
35	Tees de PVC de 2½" - 2" # 102028	8,029.00	281,015.00
18	Tees de PVC de 3" - 2" # 102031	1,027.80	18,500.40
75	Reducción Campana PVC de 1½" - 1" # 102187	2,421.00	181,575.00
117	Reducción Campana PVC de 1½" - 1" # 102188	1,140.00	133,380.00
25	Reducción Campana PVC de 1½" - 1½" # 102189	722.00	18,050.00
64	Reducción Campana PVC de 2" - 1½" # 102173	198.40	12,697.60
12	Reducción Campana PVC de 2½" - 2" # 102174	1,780.00	21,360.00

No. PZA. MTS.	D E S C R I P C I O N	P. UNITARIO	IMPORTE
6	Reducción Campana PVC de 3" - 2½" # 102175	2,990.00	17,940.00
2	Anillos de Empaque Anger de 1" # 102262	236.00	472.00
2	Anillos de Empaque Anger de 1¼" # 102263	276.00	552.00
2	Anillos de Empaque Anger de 1½" # 102252	316.00	632.00
2	Anillos de Empaque Anger de 2" # 102253	377.50	755.00
2	Anillos de Empaque Anger de 2½" # 102254	439.00	878.00
2	Anillos de Empaque Anger de 3" # 102255	466.00	932.00
6	Reducción Bushing F.G. de 3"-2½"	1,627.15	9,762.90
10	Reducción Bushing F.G. de 3"-2"	1,627.15	16,271.50
4	Reducción Bushing F.G. de 3"-1½"	1,627.15	6,508.60
1	Reducción Bushing F.G. de 3"-1"	1,627.15	1,627.15
6	Niples Galvanizados de 3" x 6"	983.65	5,901.90
6	Niples Galvanizados de 2½" - 6"	778.05	4,668.30
10	Niples Galvanizados de 2" x 6"	355.70	3,557.00
4	Niples Galvanizados de 1½" x 6"	247.30	989.20
2	Niples Galvanizados de 1" x 6"	152.85	305.70
6	Codos Galvanizados de 3" 90°	5,970.85	35,825.10
6	Codos Galvanizados de 2½" 90°	4,313.85	25,883.10
10	Codos Galvanizados de 2" 90°	1,375.30	13,753.00

No. PZA. MTS.	D E S C R I P C I O N	P. UNITARIO	IMPORTE
4	Codos Galvanizados de 1½" 90°	822.75	3,291.00
272	Codos Galvanizados de 1" 90°	367.65	100.008.80
270	Reducción Campana Galvanizada de 1"-3/4"	258.50	69.795.00
1350	Tubo Galvanizado de 1" metros	806.49	1'088,761.50
25	Cople de F.F.F Ruiz de 6" a 3"	12,220.00	305,500.00
270	Válvula Bronce de Cuadro de 1"	3,078.10	831,087.00
2	Válvula compuerta de 1"	4,118.75	8,237.50
1	Válvula Compuerta	12,812.45	12,812.45
240	Aspersores de 1/8 C.V.	9,713.00	233,112.00
30	Aspersores 1/8 M.V.	13,920.00	417,600.00
3	Termómetros de máxima y mínima	18,800.00	56,400.00
415	Tubo de asbesto cemento de 6"	717.60	297,804.00
4	Manómetros	5,936.00	23,744.00
1	Motor 75 HP	2'345,000.00	2'345,000.00
1	Bomba	1'646,000.00	1'646,000.00
1	Acoplamiento	558,000.00	558,000.00
1	Válvula de mariposa de 6"	103,250.00	103,250.00
1	Válvula de globo de 3"	41,587.00	41,587.00
1	Lote de mano de obra de instalación de tubería	620,500.00	620,500.00
1	Lote de mano de obra y material --- construcción casa de máquina	417,200.00	417,200.00
1	Lote material miscelaneo para instalación tubería	38,500.00	38,500.00

No. PZA. MTS.	D E S C R I P C I O N	P. UNITARIO	IMPORTE
1	Aislador tipo alfiler de 15 KV	1,356.00	1,356.00
3	Apartarrayos autovalvular de 13 KV	18,500.00	55,500.00
6	Aislador de suspensión de porcelana	4,300.00	25,800.00
3	Cortacircuito fusible	17,251.00	51,753.00
1	Transformador de distribución de - 112.5 KV	711,395.00	711,395.00
1	Parrilla de fierro estructural de 1.50 x 0.80 metros	40,029.00	40,029.00
1	Bastidor secundario	810.00	810.00
1	Poste de madera creosotada de 7 metros	17,998.00	17,998.00
1	Poste de madera creosotada de 10 - metros	26,738.00	26,738.00
1	Varilla Coperweld de 16 mm de diámetro	4,650.00	4,650.00
8	Cable de cobre desnudo calibre 2/0 THW	1,720.00	1,720.00
4	Grapara paralela para retenida	240.00	960.00
4	Aislador para retenida	780.00	3,120.00
15	Cable de acero galvanizado para retenida de 8 mm de diámetro	967.00	14,505.00
1	Guardacabo de acero para retenida	438.00	438.00
1	Perno ancla para retenida tuerca y arandela plana de fierro galvanizado	350.00	350.00
3	Cruceta de fierro galvanizado	3,230.00	9,690.00
3	Dado de fierro fundido No. 65	2,954.00	8,862.00

No. PZA. MTS.	DESCRIPCION	P. UNITARIO	IMPORTE
3	Dado de fierro fundido No. 66	3,367.00	10,101.00
2	Perno de doble rosca de fierro galvanizado de 12.7 x 30.5 mm	465.00	930.00
2	Abrazadera de fierro galvanizado de 140 mm de diámetro	736.00	1,472.00
2	Abrazadera de fierro galvanizado de 165 mm de diámetro	832.00	1,664.00
1	Mufa terminal tipo concha para tubo conduit de 63 mm de diámetro	5,967.00	5,967.00
Lote	Material miscelaneo de instalación	18,750.00	18,750.00
1	Interruptor trifásica para 600 volts. 300 amp con gabinete	9,500.00	9,500.00
1	Combinación interruptor termomagnético a tensión reducida	1'850,000.00	1'850,000.00
1	Transformador de 10 KV	371,631.00	371,631.00
2	Luminaria fluorescente tipo industrial con 2 lámparas de 38 watts cada una	14,780.00	29,560.00
2	Luminaria incandescente con lámpara de 100 watts	2,500.00	5,000.00
2	Contactos monofásicos tipo intercambiable	760.00	1,520.00
20	Cable monopolar de cobre puro de 3/0 THW	2,970.00	58,400.00
20	Cable monopolar de cobre puro de 2/0 THW	2,387.31	47,746.20
20	Cable monopolar de cobre puro de 10 THW	192.26	3,845.20
20	Cable monopolar de cobre puro de 2 THW	1,131.21	22,624.20
50	Tubo conduit pared gruesa de 51 mm	1,189.00	159,450.00

No. PZA. MTS.	D E S C R I P C I O N	P. UNITARIO	IMPORTE
8	Tubo conduit pared gruesa de 38 mm	804.00	6,432.00
4	Codo para tubo galvanizado pared - gruesa a 90° de 51 mm	1,375.00	5,501.20
20	Cable de cobre desnudo semiduro - calibre 1/0 THW	1,250.00	25,000.00
2	Varilla Copperweld para conexión a tierra	4,650.00	9,300.00
1	Mufa para acometida para tubo de 63 mm de diámetro	5,967.00	5,967.00
2	Registro de tabique	34,643.00	69,286.00
Lote	Material miscelaneo para instalación eléctrica	14,680.00	14,680.00
		T O T A L:	16'343,991.49

Estos precios son tomados el día 25 de junio de 1986 donde la - paridad con el dólar es de $ 637.00 M.N.

7.1.1. Mano de Obra

1. Mano de Obra:

A) Excavación y tapado de zanja de 6" de diámetro

Datos:

Sección de excavación	=	0.60 x 0.80 x 8.00
Salario peón	=	$ 1,500.00
Longitud	=	350 metros
Tiempo	=	6 días
Tarea por día	=	11 metros
Número de hombres	=	350 metros ÷ 6 días = 58.33
	=	58.33 ÷ 11 = 5.30
	=	6 hombres
Costo de excavación	=	6 h x 1,500.00 x 6 d.
	=	$ 54,000.00
Costo metro lineal	=	$ 54,000.00 ÷ 350
	=	$ 154.29

B) Colocación de la tubería de asbesto-cemento de 6" de diámetro y una longitud de 350 metros (Fig. 49-54), incluyendo junta y toma de la tubería secundaria a cada 14 metros, haciendo un total de 25 laterales por lo que se necesitan 25 abrazaderas de 2 secciones, la primera sección con el diámetro del tubo de asbesto-cemento y la segunda sección con la medida de la lateral correspondiente, las cuales se unirán por dos pernos (Figs. 65-66)

Datos:

Salario peón	=	$ 1,500.00
Salario especialista	=	$ 2,000.00

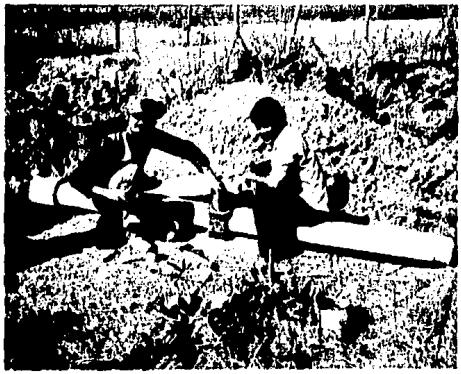


Fig. (65)

Fig. (66)

Tiempo	=	5 días
Número de piezas	=	35
Tarea por pareja	=	7 conexiones
Número de parejas	=	35 conexiones ÷ 7 = 5
	=	5 días ÷ 5 conexiones = 1 pareja
Costo total de conex.	=	1 x 3,500 x 5 = 17,500.00
	=	$ 17,500.00
Costo por conexión	=	$ 17,500.00 ÷ 35
	=	$ 500.00

C) Excavación y tapado de zanja de 1" a 3" de diámetro de PVC

Datos:

Sección de excavación	=	0.50 x 0.60 x 20
Salario peón	=	$ 1,500.00
Longitud	=	5,000 metros
Tiempo	=	30 días
Tarea por día	=	20 metros
Número de hombres	=	5,000 metros ÷ 30 días = 166.67 metros
	=	166.67 metros ÷ 20 metros = 8 hombres
Costo excavación	=	8 h x 1,500.00 x 30
	=	$ 360,000.00
Costo metro lineal	=	360,000.00 ÷ 5,000
	=	$ 72.00

D) Colocación de tubería red general de 1" a 3" de diámetro de PVC con longitud del tubo de 6 metros, dejando a cada 14 metros una -- tee de PVC (Figs. 67-68).

Salario peón	=	$ 1,500.00
Salario especialista	=	$ 2,000.00
Tiempo	=	20 días

Fig. (67)

Fig. (68)

Longitud	=	5,000 metros
Tarea por pareja	=	250 metros
Número de parejas	=	5,000 metros ÷ 20 = 250 metros
	=	250 metros ÷ 250 metros = 1 pareja
Costo total de conex.	=	1 pareja x 3,500 x 20
	=	$ 70,000.00
Costo por conexión	=	70,000.00 ÷ 250 metros
	=	$ 270.00

E) Conexión de tubería galvanizada de 1" de diámetro conectado con la tee de la red de PVC con niple PVC y una conexión hembra de 1", válvula de cuadro de 1" y reducción campana de 1" a 3/4" conectado el aspersor Donde el tubo galvanizado se divide en dos secciones la primera de 1.60 metros y la segunda de 3.20 metros y tubo de asbesto-cemento de protección de 6" de diámetro (Figs. 69-71).

Datos:

Salario peón	=	$ 1,500.00
Salario especialista	=	$ 2,000.00
Tiempo	=	17 días
Número de pieza	=	270
Tarea por pareja	=	10
Número de parejas	=	260 ÷ 17 = 15.88
	=	15.88 ÷ 10 = 2 parejas
Costo total conex.	=	2 x 3,500.00 x 17
	=	$ 119,000.00
Costo por conexión	=	119,000.00 ÷ 270
	=	$ 440.74

Fig. (69)

Fig. (70)

Fig. (71)

F) Construcción Casa de Máquina

DATOS	CANTIDAD	IMPORTE
Area de construcción	4.00 x 2.30 x 3.00 metros	
Salario peón (2)	$ 1,500.00 = $ 3,000.00	
Especialista (1)	$ 2,000.00 = $ 2,000.00	
Tiempo	14 días x 5,000.00	70,000.00
Tabicón	2 millares	70,000.00
Cemento	2 toneladas	80,000.00
Cal	1 tonelada	25,000.00
Varilla	6	9,600.00
Anillos 10 x 12	10 kilos	5,000.00
Alambre	15 kilos	6,000.00
Clavos 2½	4 kilos	1,600.00
Tablas 2.50 x 0.15 m.	8	16,000.00
Arena	1 carro	36,000.00
Grava	½ carro	18,000.00
Ventana	2	50,000.00
Puerta	1	30,000.00
		$ 417,200.00

7.1.2. Consumo de Energía

Dado que este proyecto esta situado en zona agrícola, le corresponde la tarifa No. 9 que es la más económica.

Este consumo de energía se dividirá en dos partes, la primera que es cuando es sistema se pone en marcha ya sea para proteger a los árboles frutales durante la helada o para retardar la floración (dos meses aproximadamente) y la segunda que es una cuota mínima en los meses restantes.

Nuestro consumo de kilowatts por hora es 70 kw-Hr, y el uso diario aproximado es de 12 horas, por lo tanto nuestro consumo al mes es de:

70 x 12 x 30.4 = 25,536.00 kw-horas

Tarifa de Cobro:

1 a 5000 kw x 7.21 x incremento *
5001 a 10000 kw x 7.62 - 7,050.00 x incremento *
10001 a 15000 kw x 9.51 - 20,400.00 x incremento *

5000 x 7.21 x 1.1837	=	$ 42,672.39
10000 x 8.62 - 7050 x 1.1837	=	93,689.86
10536 x 9.51 - 20400 x 1.1837	=	94,456.14
		$ 230,818.39
		x 2
SUB TOTAL		$ 461,636.75

* Incremento al mes de junio de 1986

Este importe, es en los dos meses de que el sistema se pone en operación.

En los otros meses del año se paga un mínimo aproximadamente de 2,000 kilowatts- hora.

2,000 x 7.21 x 1.18 37 =	$ 17,068.95	
	x 10	
	$ 170,689.54	
Consumo de luz al año	$ 632,326.29	

7 .1.3. Consumo de Agua

El pago por consumo de agua se ajusta por medio de una tarifa - que tiene la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; entre - el agua y la superficie a regar.

Este consumo de agua se divide en dos formas; la primera que es cuando el sistema se pone en operación y la segunda para el desarrollo de los árboles.

Importe del agua cuando se opera el sistema	$ 64,285.00
Importe del agua en meses subsecuentes	140,091.05
Consumo de agua al año	$ 204,376.05

Como lo indica la (Fig. 72)

SARH

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS Y UNIDADES DE RIEGO
DISTRITO DE RIEGO 083 PAPIGOCHIC

PAGADURIA HABILITADA
DISTRITO DE RIEGO
CD. GUERRERO, CHIH.

RECIBO 2297

	CUENTA NUMERO	USUARIO	FECHA D M A	RECIBO NUMERO	CONCEPTOS	RIEGO NO.	SUPERFICIE O VOLUMEN	CUOTA		PAGOS	SALDO	*	OTROS PAGOS	
3	188	SCHEGA C R	120386	2297	SRF086		130000	494500		6428500				6428
2		O.P.M.D.												
1														

CONCEPTOS:
SR.- SERVICIO DE RIEGO POR GRAVEDAD
SB.- SERVICIO DE RIEGO POR BOMBEO
MI.- MULTAS
OC.- OTRAS CUOTAS
CR.- COOPERACIONES DIVERSAS

ROYAL MEXICO 25963

FIRMA AUTORIZADA

SARH

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS Y UNIDADES DE RIEGO
DISTRITO DE RIEGO 083 PAPIGOCHIC

S. A. R. H.
MAR. 12 1986
PAGADURIA HABILITADA
DISTRITO DE RIEGO No. 83
CD. GUERRERO, CHIH.

RECIBO 2298

	CUENTA NUMERO	USUARIO	FECHA D M A	RECIBO NUMERO	CONCEPTOS	RIEGO NO.	SUPERFICIE O VOLUMEN	CUOTA		PAGOS	SALDO	*	OTROS PAGOS	
3	188	SCHEGA C R	120386	2298	SRF086		141292	991500		4009108				40
2		O.P.M.D.												
1														

CONCEPTOS:
SR.- SERVICIO DE RIEGO POR GRAVEDAD
SB.- SERVICIO DE RIEGO POR BOMBEO
MI.- MULTAS
OC.- OTRAS CUOTAS
CR.- COOPERACIONES DIVERSAS

ROYAL MEXICO 25963

FIRMA AUTORIZADA

7.2. Costos

Una vez obtenidos todos los materiales, equipo y mano de obra - pasamos a los costos. Estos costos pueden clasificarse en costos variables , costos fijos y costos marginables.

Dado que nuestro proyecto consiste en algo fijo, ya que desde - un principio, se fijaron las condiciones de trabajo, tanto los costos variables como los costos marginables no afectan nuestro proyecto.

Los costos fijos se dividen en costos de instalación y costo de operación.

A) Costos de Instalación:

1) Mano de obra:

Costo instalación tubería	$ 620,500.00
Costo construcción casa de máquinas	70,000.00
TOTAL	$ 690,500.00

2) Equipo :

Bomba acoplamiento y motor	$ 4'549,000.00
Transformador (2)	1'083,026.00
Interruptor termomagnético	1'850,000.00
TOTAL	$ 7'482,026.00

3) Materiales:

Instalación mecánica	$ 7'437,880.69
Instalación eléctrica	733,584.80
SUB - TOTAL	$ 8'171,465.49

* 30% de descuento		$ 2'451,439.65
	TOTAL	$ 5'720,025.84

B) Costo de Operación:

En este inciso se incluirán: mantenimiento del sistema, mano de obra y servicios, y se tomara a un año.

Servicios (agua y luz)		$ 836,702.34
Mantenimiento (refacciones)		200,000.00
Mano de obra (2 peones)		1'025,120.00
	TOTAL	$ 2'061,822.34

C) Costo Proyecto:

Planos		$ 250,000.00
Asesoría Técnica		$ 120,000.00
Honorarios		$ 350,000.00
	TOTAL	$ 720,000.00

Costo total del proyecto instalado y en operación.	$14'429,766.38

* Este descuento lo otorgan Manufacturera Faribanks Morse, S.A., El Surtidor, S.A., Siemens, S.A. y Alta y Baja Tensión.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CONCLUSIONES

8.1. Generalidades

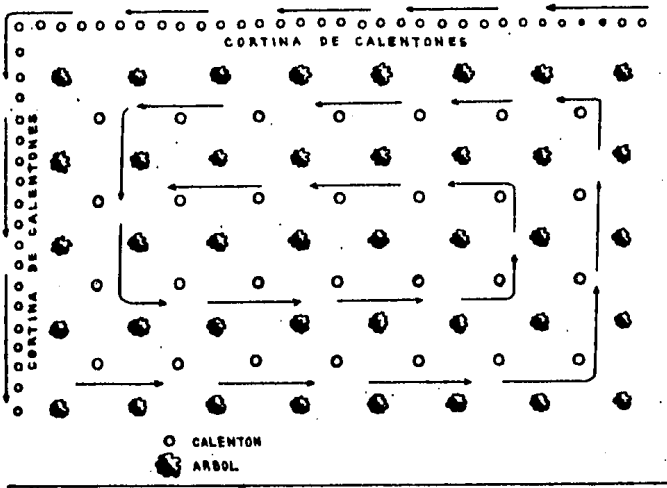
Los métodos directos de lucha contra las heladas que hoy se utilizan están todavía en pleno estudio y evolución, por lo que no se excluye la posibilidad de que alguno de los que en la actualidad son poco utilizados por no dar una seguridad suficiente pueda sustituir en el futuro a otros que hoy parecen más seguros.

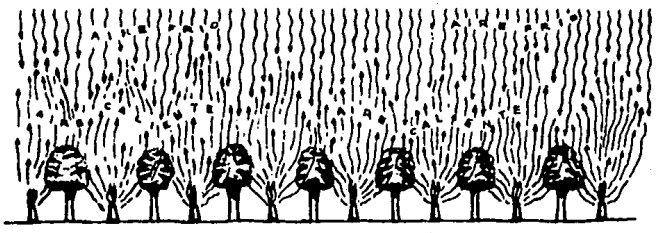
Hoy se dispone ya de métodos directos de lucha suficientemente eficaces que a pesar de su alto costo de instalación, pueden resultar rentables para determinados cultivos cuyas producciones por hora son valiosas.

Los sistemas que hoy se utilizan son efectivos en la lucha contra heladas de tipo medio, entendiendo por tales aquellas que no van más allá de los 2° a 3°C bajo cero medidos en termómetros no protegidos. Cuando sobreviene una helada de mayor importancia solo hay dos métodos que se muestren plenamente eficaces que son: el Riego por Aspersión y el Sistema de Calefacción.

Al igual que el sistema de calefacción genera una serie de erogaciones para su funcionamiento ya que para una hectárea se necesitan aproximadamente 110 estufas con chimenea, (Fig. 19) son precisos 5 jornaleros , 2 tractores y 2 remolques para colocar 550 estufas en las 5 hectáreas (Fig. 73).

Viene a costar de 25 - 30 minutos enceder todas las estufas de una hectárea. Se precisa antorcha especial. Durante el tiempo que permanecen encendidas las estufas hace falta un hombre por hectárea para supervisar el funcionamiento.





FORMA RECOMENDABLE

Fig. (73)

El consumo de las estufas con chimenea varía según se utilice:

Marcha lenta	1 - 1.5 ℓ/hra/estufa
Marcha normal	2.0 ℓ/hra/estufa
Marcha rápida	4 - 7.0 ℓ/hra/estufa

Además se necesita una cisterna de almacenamiento de combustible.

Costos:

550	Estufas con chimenea $ 10,000 cada una	$ 5'500,000.00
5	Peones $ 1,500.00 cada uno, $ 7,500.00 x 3 días	22,500.00
2	Tractoristas $ 2,500.00 cada uno $ 5,000.00 x 3 días	15,000.00
2	Tractores renta $ 30,000.00 cada uno $ 60,000.00 x 3 --- días	180,000.00
2	Remolque renta $ 10,000.00 cada uno $ 20,000.00 x 3 días	60,000.00
1	Tanque estacionario capacidad 50,000 litros	1'500,000.00
	SUB TOTAL	$ 7'277,500.00

Consumo diesel en heladas fuertes:

Marcha rápida en promedio 5.50 ℓ/hra/estufa

5.50 x 550 = 3,025 ℓ/hra/estufas

3 heladas a 8 horas cada una de protección es igual a 24 horas

24 x 3,025 = 72,600 litros de consumo

Consumo diesel en heladas medias:

Marcha normal en promedio con marcha lenta 1.5 ℓ/hra/estufa
1.5 x 550 = 825 ℓ/hra/estufas
8 heladas a 4 horas cada una de proteccibn es igual a 32 horas
32 x 825 = 26,400 litros de consumo

CONSUMO TOTAL 99,000 litros

Importe del consumo:

Son 99,000 x $ 75.10 litro	=	$ 7'434,900.00
	SUB TOTAL	$ 7'434,900.00

Costo de mano de obra:

En esta época los peones encargados, a parte de su sueldo, las noches que hay heladas se les tiene que pagar doble.

Salario pebn:

$ 1,500.00 x 30 = $ 45,000.00
$ 45,000.00 x 5 peones x 2 meses = $ 450,000.00

Salario helada:

$ 3,000.00 x 11 heladas x 5 peones		$ 165,000.00
	SUB TOTAL	$ 615,000.00
	T O T A L	$ 15'327,400.00

De lo anterior deducimos que a pesar de haber una pequeña diferencia económica con el Riego por Aspersión este tiene varias e importantes ventajas. Es un sistema que no contamina el ambiente conservando tanto la flora y la fauna tan importante en nuestros tiempos.

Es un procedimiento que nos ayuda a conservar nuestros hidrocarburos ya que estos son de la categoría no renovables.

El costo de la inversión se puede amortizar entre las funciones de riego, protección contra heladas y la de fertilización y fumigación, cosa que en el sistema de calefacción son por separado aumentando su costo.

Es un método más funcional, ya que en el sistema de calefacción para prender todas las estufas se tardan entre 25 y 30 minutos, cosa que en el Riego por Aspersión es más rápido teniendo una mejor protección contra las heladas.

Cuando el sistema entra en función para protección de heladas, el consumo de agua en la zona es mínima ya que la época de riego es posterior.

Es una instalación permanente, cosa que facilita la aplicación de las diversas necesidades de temporada (fertilización, fumigación, riego, etc.).

Su costo de mantenimiento es menor con respecto al del sistema de calefacción, ya que el precio del diesel esta en constante aumento.

Las ventajas anteriores tiene como resultado el de obtener una mejor cosecha con lo mínimo de costo.

Se ha observado a través de la experiencia que los árboles fru-

tales, al no tener heladas en su época de gestación, su desarrollo es más rápido, es decir, un año con heladas en ese período (gestación) el árbol florece entre el 10 y 15 de abril, al no haber heladas el árbol se desarrolla entre el 5 y 10 de abril, teniendo como resultado que la fruta se desarrolle más rápidamente, obteniendo como ventaja una cosecha con mejor precio.

Lo anterior se consigue por medio del Riego por Aspersión, es decir; en las noches se pone el sistema en operación con los aspersores "Papigochi"*, con el objeto de tener un clima artificial controlado, para evitarle demasiadas horas frías en la noche, ya que el árbol al estar formado con hielo se conserva a 0°C, obteniendo así un desarrollo más rápido en la fruta.

Esta operación se controla por medio de termoswitch como en los métodos anteriores, como se mencionó en el capítulo VI. Aquí el sistema se pone en operación cuando el termómetro marque 5°C y se suspende al otro día cuando este arriba de los 5°C así sucesivamente todos los días, durante los meses de marzo a mayo (período de heladas).

* Es un tipo de aspersor que se impulsa por medio de agua sin el molesto resorte, que cuando existe la candelilla hace que se congele el resorte, haciendo que se detenga el aspersor causando pérdidas para el fruticultor.

CAPITULO IX

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1.- Perraudin, G.
1959 Estude de differents Moyens de Lutte Contre le Gel. Thesis Ecole Polytechnique Fédérale, Zurich, 1961, 229 pp.

2.- Geslin, H.
1963 Importance du Gel en Agriculture el Lutte Contre les L Gelées.- La Pomologie Francaise, 5 (4): 97-99 5 (5): 140-43; 5 (6): 168-72

3.- Modlibowska, I.
1960 Stimulation of fruit developpement in frost demaged pears.- Rep. E. Malling Res, Sta., 46-48.

4.- A. Felipe
1967 Lucha contra las heladas de primavera en plantaciones frutales (Cuaderno No. 3 de la E.E. de aula Dei y C. Inv. y Des. Agrario del Ebro).

5.- J.K. Ballard
1970 Heladas y proteccibn contra las heladas en las huertas.

6.- H. Rebour
1971 El riego, Ediciones Mundi - Prensa

7.- P. Gómez Pompa
1975 Riegos, Editorial Aedos

8.- Liria y Torres
1971 Directrices para el proyecto de redes colectivas de riego por aspersibn, Madrid.

9.- Corvallis
1960 Riego por Aspersión para protección contra heladas. Reporte Especial 280.

10.- G. Guyon
1958 Méthode Simplifiée de Calcul d'un Réseau Individuel d'irrigation par aspersión.

Esta Tesis se imprimió en Julio de 1987
empleando el sistema de reproducción Foto-Offset
en los Talleres de Impresos Offset-G, S. A.,
Av. Colonia del Valle No. 535 (Esq. Adolfo Prieto),
Tels. 523-03-33 523-21-05 México 03100 D. F.