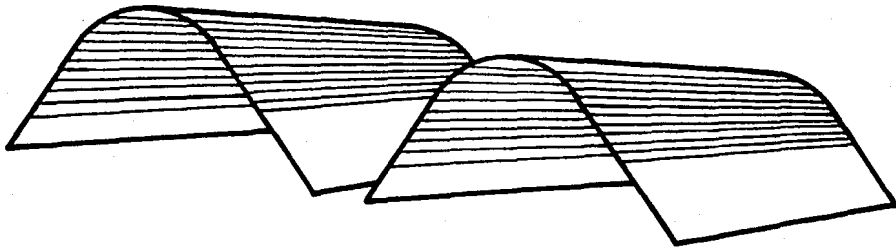


Arg. José Morales González  
Director Escuela Diseño  
Industrial

Arg. José Morales González  
Presidente de la Comisión  
Revisora de Tesis



**INVERNADERO PARA LA OPTIMIZACION DEL  
CULTIVO DE HORTALIZAS EN TIERRAS  
DESERTICAS Y SEMIDESERTICAS**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIADO EN  
DISEÑO INDUSTRIAL**

**QUE PRESENTA  
JOSE ANTONIO GARCIA DE LA MORA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL**

**CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**JUNIO 1981**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis 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.

# I N D I C E

CONTENIDO	PAGINA
CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES	
1.1. GENERALIDADES . . . . .	1
1.2. INTRODUCCION . . . . .	2
1.3. CAPTACION DEL PROBLEMA . . . . .	6
CAPITULO II. INVESTIGACION	
2.1. CARACTERISTICAS DE LOS TERRENOS EN ZONAS DESERTICAS Y SEMI-DESERTICAS	
2.1.1. MARCO AMBIENTAL DEL DESIERTO .	9
2.1.2. LA VIDA EN EL SUELO . . . . .	10
2.1.3. EL TIEMPO DE LLUVIA . . . . .	11
2.1.4. CONCLUSIONES . . . . .	11
2.2. ACLIMATACION DE CULTIVOS	
2.2.1. INTRODUCCION . . . . .	12
2.2.2. TEMPERATURAS FUNDAMENTALES PARA LA GERMINACION . . . . .	13
2.2.3. FACTOR HUMEDAD . . . . .	14
2.2.4. FACTOR TEMPERATURA . . . . .	16
2.2.5. FACTOR LUZ . . . . .	20
2.2.6. CONCLUSIONES . . . . .	25
2.3. PRODUCCION AGRICOLA POR ZONAS EN MEXICO	26
2.4. CLIMAS EN MEXICO . . . . .	36

## INDICE (Continuación)

CONTENIDO	PAGINA
2.5. CAMPOS EXPERIMENTALES AGRICOLAS EN MEXICO	
2.5.1. ORGANIZACION . . . . .	38
2.5.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACION .	39
2.5.3. PROGRAMAS DE INVESTIGACION POR CULTIVO . . . . .	41
2.5.4. RELACION Y LOCALIZACION DE CEN- TROS DE INV. . . . .	44
2.5.5. OBJETIVOS . . . . .	48
2.5.6. CONCLUSIONES . . . . .	50
2.6. APLICACION DE LOS PLASTICOS EN LA AGRI- CULTURA	
2.6.1. INTRODUCCION . . . . .	50
2.6.2. GENERALIDADES . . . . .	51
2.6.3. SITUACION ACTUAL . . . . .	53
2.6.4. NATURALEZA DE LOS PLASTICOS UTI- LIZADOS EN AGRICULTURA . . . .	55
2.6.5. SEMI-FORZADO. CULTIVOS TEMPR- NOS O TARDIOS . . . . .	60
2.6.6. TUNELES DE SEMI-FORZADO . . .	61
2.6.7. LOS INVERNADEROS DE PLASTICO .	64
2.6.8. SOMBREADO DE INVERNADEROS . .	73
2.6.9. CALEFACCION Y VENTILACION DE INVERNADEROS . . . . .	74
2.6.10. RIEGO EN INVERNADERO . . . . .	77

## INDICE (Continuación)

CONTENIDO	PAGINA
2.6.11. PELICULAS O FILMS PARA INVERNA- DEROS . . . . .	78
2.6.12. LOS MATERIALES PLASTICOS Y EL AGUA . . . . .	80
2.6.13. CORTAVIENTOS . . . . .	81
2.6.14. CONCLUSIONES . . . . .	83
2.7. SISTEMAS DE RIEGO . . . . .	84
2.7.1. CONCLUSIONES . . . . .	85
CAPITULO III. ANALISIS	
3.1. INTRODUCCION . . . . .	87
3.2. DESARROLLO	
3.2.1. EL QUE . . . . .	87
3.2.2. EL COMO . . . . .	87
3.2.3. EL POR QUE . . . . .	91
3.2.4. CON QUE . . . . .	92
3.2.5. EN DONDE . . . . .	94
3.2.6. CUANDO . . . . .	95
CAPITULO IV. CONCLUSIONES . . . . .	96
CAPITULO V. REQUERIMIENTOS . . . . .	100
CAPITULO VI. OBJETIVOS DE DISEÑO . . . . .	102

## INDICE (Continuación)

CONTENIDO	PAGINA
CAPITULO VII. ANTROPOMETRIA Y ERGONOMIA . . . . .	105
7.1. ILUSTRACIONES	
7.1.1. MEDIDAS PROMEDIO EN EL HOMBRE	110
7.1.2. TRES TIPOS BASICOS DE CUERPO HUMANO . . . . .	112
7.1.3. POSICIONES DE LA MANO . . . . .	114
 CAPITULO VIII. PLANOS . . . . .	 115
8.1. FUNCIONAMIENTO ESQUEMATICO DEL INVERNADERO (PLANO 1/13) . . . . .	117
8.2. DIMENSIONAMIENTO-ELEMENTO DE UNION DE SECCIONES (PLANO 2/13) . . . . .	118
8.3. VISTAS GENERALES DE CONECTOR (PLANO 3/13) . . . . .	119
8.4. CORTES Y DETALLES DE CONECTOR (PLANO 4/13) . . . . .	120
8.5. DESPIECE DE CONECTOR (PLANO 5/13) . . . . .	121
8.6. ANCLAJE(DESARROLLO) (PLANO 6/13) . . . . .	122
8.7. DESPIECE DE INVERNADERO (PLANO 7/13) . . . . .	123
8.8. DIMENSIONAMIENTO DEL FILME E IMPRESION DE SOMBREADO (PLANO 8/13) . . . . .	124
8.9. ASPERSOR VISTAS GENERALES Y MONTAJE A LA ESTRUCTURA (PLANO 9/13) . . . . .	125
8.10. CORTAVIENTOS VISTAS GENERALES (PLANO	

## INDICE (Continuación)

CONTENIDO	PAGINA
10/13) . . . . .	126
8.11. CANASTILLA DE UNION EN "T" (IM- PLUVIUM) (PLANO 11/13) . . . . .	127
8.12. CANASTILLA RECTA (IMPLUVIUM) (PLANO 12/13) . . . . .	1
8.13. DESPIECE Y FUNCIONAMIENTO GENERAL (IMPLUVIUM) (PLANO 13/13) . . . . .	129
CAPITULO IX. COSTOS . . . . .	130
CAPITULO X. DIAGRAMAS DE FLUJO . . . . .	135
CAPITULO XI. MEMORIA DESCRIPTIVA . . . . .	143
EPILOGO . . . . .	148
BIBLIOGRAFIA . . . . .	150

## I.- ASPECTOS GENERALES



## 1.1. GENERALIDADES

### El Diseño en la Agricultura

Desde los tiempos más remotos de la historia, con la aparición del hombre en el planeta, el principal medio de subsistencia ha sido la agricultura, (arte de cultivar y cuidar las tierras para que éstas produzcan alimentos).

Se le considera tan importante recurso ya que mediante el mismo se obtienen alimentos para el consumo directo del humano y los utilizados para la engorda de ganado.

Así pues, desde aquellos tiempos el hombre empezó a cultivar las tierras, y para ello fue indispensable el uso de herramientas, que consistían desde los implementos más elementales como lo era la coa (vara larga que terminaba en punta, utilizada para hacer el hueco en la tierra y sembrar ahí la semilla) hasta el desarrollo de las yuntas tiradas por bestias.

Es aquí donde el ingenio y la habilidad del hombre intervienen para diseñar objetos que lo auxilian en diversas tareas. Se podría decir que quien originalmente comenzó a diseñar herramientas para el cultivo de la tierra, "lanzó la idea al mercado", siendo así como se divulgaban las ideas convirtiéndose esos diseños en "industriales" o reproducidos en serie ya que se necesitaban herramientas suficientes para todo el grupo de agricultores.

En la actualidad debemos pensar en el diseño industrial como una profesión que implica una serie de actividades, como lo son la investigación pro-

funda y el análisis de cada factor; determinantes de las características que tendrán los diseños finales para poder considerarlos útiles, es decir, que cumplen con los requerimientos y objetivos establecidos.

## 1.2. INTRODUCCION

El diseño en la agricultura ha evolucionado en gran escala hasta alcanzar niveles de automatización; en las cosechas y siembras, sistemas de riego, fertilización, control de plagas y preparación de las tierras. En las cosechas: Las trilladoras, tractores y aditamentos para los mismos, utilizados tanto para la preparación de las tierras como en las siembras y fertilización. En los sistemas de riego aspersores, equipo de goteo, sistemas de bombeo, conexiones, etc. En el control de plagas fumigadores manuales, mecánicos y hasta la adaptación de avionetas para la fumigación aérea.

Todos estos adelantos tecnológicos en la agricultura están íntimamente relacionados al diseño industrial, ya que, esos "artefactos mecánicos" fueron planeados y creados para satisfacer necesidades reales y producidos en forma masiva (en serie) para los agricultores y campesinos de todo el mundo.

En México, como en muchos otros países, la importancia de la agricultura es fundamental, ya que el incremento de la tasa de población es enorme y los alimentos cada vez más insuficientes para el sustento de la misma.

Teniendo conciencia de la necesidad de aumentar los rendimientos de la tierra y de que los alimentos sean de mayor calidad se colige que es indispen-

sable la fusión de las actividades agrícolas con las del diseño industrial.

A continuación se exponen unas tablas con datos referentes a la producción agrícola y a la producción de alimentos; consumo diario y contenido en calorías y en proteínas, la composición alimenticia de algunos productos agrícolas y la realidad del esfuerzo por el estudio para el mejoramiento de las especies agrícolas.

## COMPOSICION ALIMENTICIA DE ALGUNOS PRODUCTOS AGRICOLAS. (Por cada 100 grs.)

	Calorías (número)	Proteínas (gramos)	Grasa (gramos)
Trigo	334	12.2	2.3
Arroz (sin corteza)	360	6.7	0.7
Maíz	356	9.5	4.3
Cebada	345	9.0	1.4
Mijo	332	6.5	1.7
Sorgo	343	10.1	3.3
Mandioca	109	0.9	0.2
Garbanzo	358	20.1	4.5
Chícharo	342	23.4	1.8
Lentejas	346	24.2	1.8
Soya	357	39.0	21.0
Cacahuete	388	18.2	30.7

FUENTE: "FAO Food Composition Tables Minerals and Vitamins, Roma, 1954, and Supplementary Information from FAO-Nutrition Division", en The State of Food and Agriculture 1970, p. 32. FAO, Roma.

CONTENIDO ESTIMADO EN CALORIAS Y PROTEINAS DE CONSUMO DIARIO EN ALIMENTO  
PER CAPITA EN ALGUNOS PAISES.

	Calorías (número)	Total de Proteínas (gramos)	Proteínas animales (gramos)
AMERICA LATINA(1964-1966)			
México	2 620	66.3	14.2
Argentina	3 130	87.6	50.7
Bolivia	1 760	45.8	12.1
Brasil	2 540	63.9	22.4
Chile	2 520	65.4	25.2
Colombia	2 190	50.1	22.7
ASIA Y LEJANO ORIENTE(1963-1965)			
Sri Lanka	2 110	45.3	8.3
India	2 000	49.5	6.0
Pakistán	2 260	50.0	9.9
Indonesia	1 750	38.2	5.2
Malasia Occidental	2 190	49.1	14.7
Filipinas	2 020	48.9	16.1
AFRICA(1964-1966)			
Chana	2 070	43.0	7.3
Nigeria	2 160	58.6	5.1
Kenia	2 240	67.9	13.3
Tanzania	2 140	60.2	12.4
Uganda	2 160	55.9	15.1

FUENTE: State of Food and Agriculture 1971, FAO-ONU, Roma.

(América Latina, p. 211; Asia y Lejano Oriente, p. 218;

Africa, p. 234).

### 1.3. CAPTACION DEL PROBLEMA

La problemática del suelo en la agricultura mexicana estriba en su naturaleza topográfica. En el territorio nacional no existen grandes valles o llanuras en donde cultivar, ya que estamos flanqueados por dos grandes sierras montañosas que abarcan grandes extensiones, dejando un área reducida para el cultivo.

Pero, ¿qué sucede con las grandes extensiones de tierras desérticas en el norte del país, que sí son llanuras y que no se han aprovechado por la falta de agua?

¿Qué se puede hacer para aprovechar estas tierras o parte de ellas?

Mediante la aplicación de los plásticos en la agricultura, se han logrado rendimientos excelentes, minimizando el consumo de agua.

Las aplicaciones de los plásticos en la agricultura son variadas y abarcan desde tierras plásticas (hidroponía), acolchamiento (que impide la pérdida de humedad en la tierra y el crecimiento de hierba), túneles de semiforzado (para protección de climas extremos y para cultivos tardíos o tempranos), invernaderos cubiertos con película o láminas rígidas, sombreado de invernaderos, mantas aislantes, silos; en la protección: redes anti-granizo, corta vientos, redes protectoras contra pájaros, transporte de semillas, plantas, etc.

El pretender aprovechar estas tierras no es un sueño, en varios países

de Europa, principalmente en España, en zonas desérticas, como lo son Almería y Murcia donde se han aplicado los plásticos en 27,000 Hs., hablando tan sólo de acolchados e invernaderos.

Si se diseña adecuadamente un sistema para el aprovechamiento de estas tierras, que no estará sujeto a usarse en los desiertos, sino que pueda aplicarse a otras tierras, mejorando así los rendimientos de las mismas.

Los elementos constitutivos del sistema, se determinarán después de realizar una investigación y análisis adecuados.

En capítulos posteriores se ampliará la información de la aplicación de los plásticos en la agricultura.

II.- INVESTIGACION



## 2.1. CARACTERISTICAS DE LOS TERRENOS EN ZONAS DESERTICAS Y SEMIDESERTICAS

### 2.1.1. MARCO AMBIENTAL DEL DESIERTO

El 20 ó 25 % de la superficie terrestre está constituida por tierras desérticas y semi-desérticas. El mayor desierto del mundo conocido como el Gran Desierto Paleártico se extiende desde el Océano Atlántico, Norte de Africa, Asia Menor, Norte de la India hasta el corazón de China. Otras zonas que se pueden clasificar como desérticas o semi-desérticas son: gran parte del Sur de Africa, partes del Norte y Sur de América y la mayor parte de Australia.

Para definir un desierto deben tomarse en cuenta los rasgos físicos ambientales.

En las regiones desérticas el promedio de lluvias es inferior a las cinco pulgadas anuales, en las semi-desérticas el promedio es superior a cinco e inferior a quince pulgadas.

Estas cifras han de tomarse como aproximadas ya que no sólo importa la cantidad de lluvia sino su eficacia, y ésta depende de su regularidad, así como el índice de evaporación y la naturaleza del suelo.

Si los desiertos se definieran como zonas donde se alcanzan altas temperaturas y con menos de 10 pulgadas de lluvia anual, el 14% de los 56 millones de millas cuadradas de corteza terrestre se clasificarían como desiertos.

Muy pocos desiertos son completamente secos, si bien la lluvia en el desierto es siempre insegura, y, aunque a veces tienda a ser estacional, su distribución es anárquica; un lugar del desierto puede experimentar una lluvia torrencial, mientras otro, sólo a unos kilómetros de distancia, está seco. Las precipitaciones varían extraordinariamente de un año a otro; aunque sean a veces abundantes, pueden no ser beneficiosas, porque, como hay tan poca vegetación, el agua desaparece velozmente de la superficie.

En pocos minutos, lechos de ríos secos pueden transformarse en torrentes atronadores que arrastran las capas superficiales del suelo y erosionan los canales de desagüe del terreno.

### 2.1.2. LA VIDA EN EL SUELO

La idea popular de un desierto como una vasta extensión de arena desprovista de vegetación, excepto en algún oasis accidental, puede adaptarse a ciertas áreas, pero de ningún modo a la totalidad.

En verdad los desiertos son tan diversos como los factores climáticos y geológicos que los han originado, y ésta es la causa de que tengan una fauna y flora más rica de lo que generalmente se cree.

La mayoría de los suelos desérticos no tienen casi humus (materia orgánica descompuesta) porque contienen muy poca materia de origen vegetal, y no son más que rocas fragmentadas.

Los suelos desérticos son de tres tipos: rocoso, pedregoso y arenoso.

No obstante todos los inconvenientes, la mayoría de las regiones desérticas y semi-desérticas contienen algo de vegetación.

#### 2.1.3. EL TIEMPO DE LLUVIA

Los cambios en el medio ambiente de regiones calurosas y áridas resultan de uno de estos factores: Las precipitaciones, con el consecuente nacimiento de vida vegetal; y de los períodos de tiempo fresco, aunque no caiga lluvia.

#### 2.1.4. CONCLUSIONES

A una zona desértica o semi-desértica se le define por los rasgos físicos ambientales (temperatura, precipitación pluvial, vientos). Muy pocos desiertos son completamente secos, aunque la precipitación pluvial es muy variable en estas zonas y en ocasiones si son abundantes no siempre son benéficas pues por la escasa vegetación el agua desaparece rápidamente.

Estas zonas (desérticas y semi-desérticas) son tan variadas como los factores climatológicos y geológicos que las han originado. Los cambios en el medio ambiente son consecuencia de las lluvias; por éstas el nacimiento de vida vegetal, y por los períodos de tiempo fresco.

En contra de la idea general de que una zona desértica o semi-desértica no tiene vida vegetal, la mayoría de las mismas contienen algo de vegetación, y sí llueve aunque en forma anárquica.

## 2.2. ACLIMATACION DE CULTIVOS

### 2.2.1. INTRODUCCION

En la agricultura cada especie vegetal requiere de diferente clima, para germinar, desarrollarse y reproducirse o dar fruto, por lo que es importante establecer que los cultivos han de aclimatarse o elegir adecuadamente un cultivo o especie para determinada climatología.

A continuación se presenta una tabla de algunos cultivos y sus temperaturas necesarias para su germinación, así como los factores más importantes para la vida vegetal: humedad, temperatura y luz y su aclimatación de los mismos.

## 2.2.2. TEMPERATURAS FUNDAMENTALES PARA LA GERMINACION

Planta	Temperatura en grados centígrados			Días requeridos para la germinación a las tempera- turas indicadas			
	Mínima	Óptima	Máxima	4'4°	12'2°	15'5°	18'9°
Trébol rojo	1.1	30.0	37.2	7.5	3.0	1.75	1.0
Alfalfa	1.1	30.0	37.2	6.0	3.75	2.75	2.0
Cáñamo	1.1-2.2	35.0	45.0	3'0	2.0	1.0	1.0
Guisante	1.1-2.2	30.0	35.0	5.0	3.0	1.75	1.75
Centeno	1.1-2.2	25.0	30.0	4.0	2.5	1.0	1.0
Algarrobo	1.1-2.2	30.0	35.0	6.0	5.0	2.0	2.0
Lino	1.7-2.8	25.0	30.0	8.0	4.5	2.0	2.0
Fleo de los Prados	2.8-3.9	26.1	30.0	-	6.5	3.25	3.0
Trigo	3.9-4.4	25.0	30.0-32.2	3.0	3.0	2.0	1.75
Cebada	3.9-4.4	20.0	27.8-30.0	3.0	3.0	2.0	1.75
Avena	3.9-5.0	25.0	30.0	3.75	3.75	2.75	2.0
Zanahoria	3.9-5.0	25.0	30.0	6.75	6.75	4.25	3.25
Remolacha							
Azucarera	3.9-5.0	25.0	27.8-30.0	9.0	9.0	3.75	3.75
Lenteja	3.9-5.0	30.0	36.1	4.0	4.0	2.0	1.75
Maíz	7.8-10.0	31.7-35.0	40.0-43.9	11.25	11.25	3.25	3.0
Sorgo	7.8-10.0	31.7-35.0	40.0	11.25	11.25	4.75	4.0
Arroz	10.0-11.7	30.0-32.2	36.1-38.1	-	-	-	-
Tabaco	12.8-13.9	27.7	35.0	-	-	9.0	6.25
Calabaza	12.2	31.7-33.9	40.0	-	-	10.75	4.0
Melón	12.2-15.0	35.5	40.0	-	-	15.0	17.0

### 2.2.3. FACTOR HUMEDAD

#### ADAPTACION A LAS CONDICIONES DE HUMEDAD

##### Transpiración y Uso del Agua

Cuantitativamente considerado, el agua es, con mucho, el material más importante de los utilizados por la planta. Sin embargo, la mayor parte del agua absorbida por las raíces no es retenida por la planta, sino, por el contrario, evaporada al aire, a través de sus hojas y otros órganos aéreos.

El agua perdida por las hojas es reemplazada por la absorción de la raíz distribuyéndose en la planta por el sistema vascular.

En general, las relaciones hídricas de la planta en su totalidad, comprenden la absorción de agua, ascensión de jugo y pérdida de agua por transpiración.

El proceso de transpiración consiste en la pérdida de agua, en forma de vapor, a través de los estomas. La apertura y cierre de los estomas está controlada por los factores ambientales: Luz, contenido de agua de las hojas y temperatura. En general, los estomas se abren en la luz y se cierran en la oscuridad.

##### Resistencia a la Sequía

El término "sequía" se refiere usualmente a una deficiencia de humedad

aprovechable en el suelo, lo que produce en la planta déficit de agua suficiente para ocasionar una reducción de crecimiento.

En la mayoría de los casos, los efectos de un bajo contenido hídrico en el suelo pueden hacerse más severos bajo ciertas condiciones atmosféricas, como baja humedad, alta temperatura y viento. La sequedad atmosférica puede causar el marchitamiento de las plantas, aunque éste es, comúnmente, temporario.

El término "sequía" tiene una significación relativa, dependiente de su localización. Se debe tener en cuenta, al designar la naturaleza de la sequía para un área determinada, el ciclo y el tipo de precipitación.

El riego, por supuesto, elimina la necesidad de planificar los cultivos de manera que sean evitados los efectos de un largo verano seco.

Lo mismo la sequía que la resistencia a ella se tienen que considerar, frecuentemente, en términos generales.

En relación con su tolerancia a la sequía, existen entre las plantas unas diferencias bien definidas y otras de carácter relativo.

La naturaleza de la resistencia a la sequía ha sido, durante muchos años, motivo de controversias.

Primeramente se pensó que la pérdida de agua era el factor principal, pero estudios posteriores sugirieron que el punto de apoyo más importante de

la verdadera resistencia a la sequía era la capacidad para resistir la desecación.

#### 2.2.4. FACTOR TEMPERATURA

La temperatura es uno de los factores ecológicos más conocidos, por los destacados efectos que ejerce sobre los organismos vivientes. Es un factor fácilmente medible; su influencia es casi universal y, frecuentemente limitante para el crecimiento y distribución de plantas y animales.

La irradiación solar o insolación, es la fuente primaria de energía luminosa y calorífica para todos los organismos vivientes.

Según la termodinámica, la energía puede ser transformada pero no destruida. La transferencia de energía calorífica entre la planta y el medio es de gran importancia. Para que tal transferencia sea posible tiene que existir un gradiente de energía, temperatura, presión, o concentración.

La transferencia de energía entre la planta y el medio, se produce de tres maneras: 1) conducción y convección en la forma de calor sensible; 2) evaporación de agua (incluyendo los procesos de condensación, congelación, deshielo y sublimación), en la forma de calor latente; y 3) irradiación directa.

Cuando los rayos solares tocan la superficie terrestre, una gran parte de la radiación se degrada a energía calorífica. Una pequeña parte de la energía luminosa absorbida por una planta verde es utilizada como energía po-



tencial, o acumulada en las reservas nutritivas; la mayoría de ella se convierte en calor; mucho del cual se pierde, eventualmente, de la planta a la atmósfera.

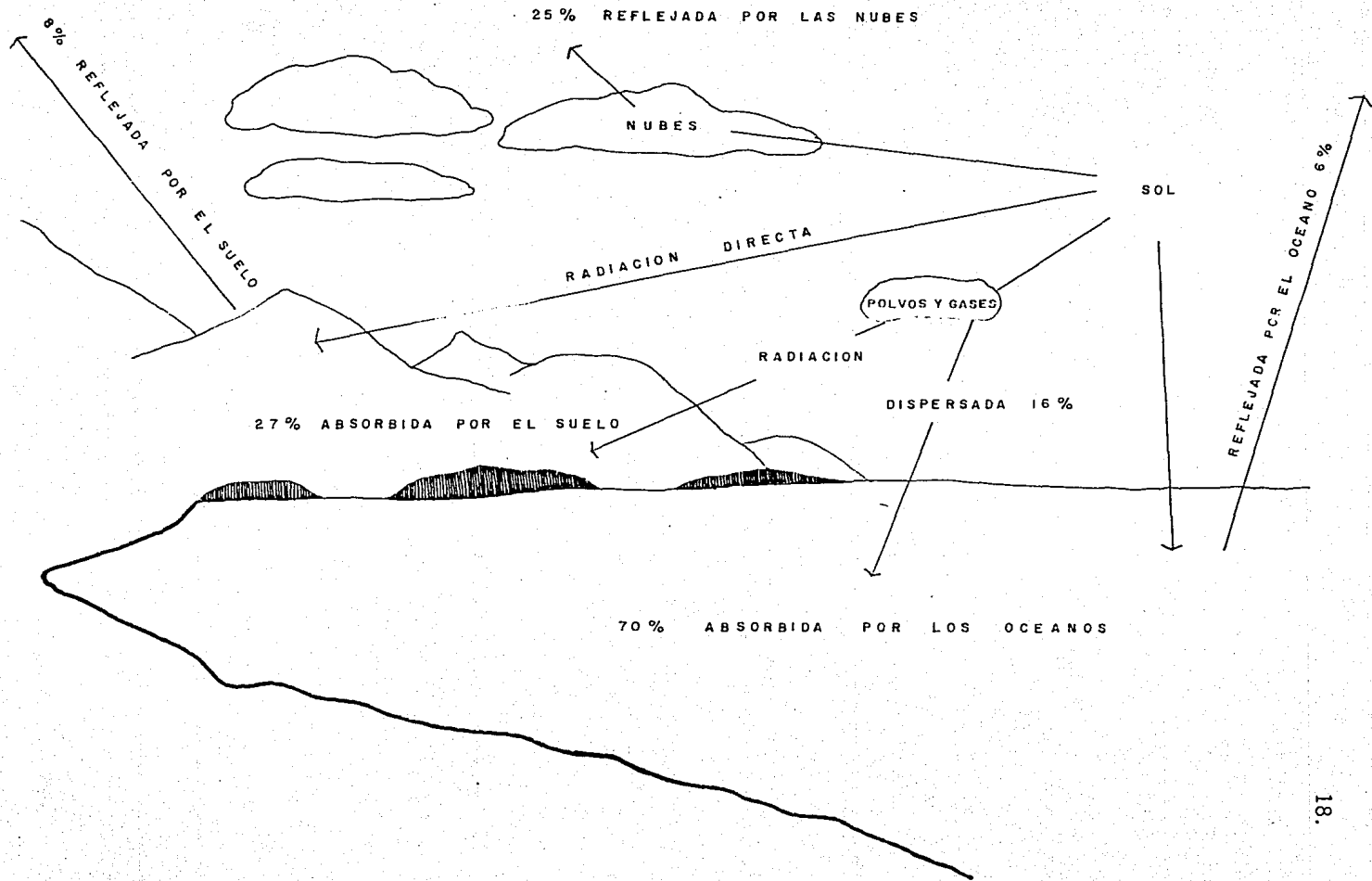
En la figura de la página siguiente está representada, en forma de diagrama la disipación de la energía solar.

La cantidad de insolación depende, en primer lugar, de la latitud, altitud, estación del año y proporción entre la superficie y la masa de tierra o agua.

Por la mañana, después de la salida del sol, aumenta rápidamente la temperatura en la superficie de la tierra, debido a que recibe una cantidad de calor mayor que el que reirradia a la atmósfera, después de algunas horas la superficie ha alcanzado una temperatura relativamente alta, y la cantidad de calor obtenida por radiación es igualada por la separada por reirradiación y conducción.

La insolación comienza a debilitarse al mediodía y, después de la puesta del sol, la irradiación de calor desde la superficie a la atmósfera ocasiona un descenso de la temperatura durante la noche. La evaporación, desde la superficie del suelo, acelera este efecto refrigerante y las temperaturas del suelo descienden por debajo de las del aire.

Las temperaturas del suelo, salvo las estrechamente inmediatas a la superficie, experimentan un retardo, hasta alcanzar los puntos máximo y mínimo, comparadas con las del aire.



DISIPACION DE LA ENERGIA SOLAR

Los cambios de temperatura se producen más lentamente en un suelo húmedo que en uno seco.

La textura de los suelos es también un factor importante en la determinación de la proporción en que se producen los cambios de la temperatura.

## RESPUESTA DE LAS PLANTAS A LA TEMPERATURA

### Puntos Cardinales de la Actividad Vital

Todo proceso fisiológico se verifica en la planta dentro de unos límites o tolerancias más o menos bien definidos. Respecto a la temperatura, hay un mínimo, un óptimo y un máximo en los que la actividad se inicia, alcanza el máximo o cesa, respectivamente.

Se conocen, por consiguiente, tres puntos cardinales para la temperatura. Estos puntos pueden variar ampliamente con la edad o estado de desarrollo de la planta y con las especies.

La temperatura óptima para el crecimiento de la mayoría de las plantas cultivadas de la zona templada es de 24 a 29'5°C, con un máximo de 35 a 40'5°C.

Las altas temperaturas son un factor limitante en la producción de cosechas en climas semiáridos y áridos. Mientras que los efectos están frecuentemente asociados con la sequedad, la temperatura, por sí misma, basta para causar daño, directamente, al protoplasma celular.

Entre los efectos directos de las altas temperaturas figuran lesiones en el tallo, chancro de calor y otros daños producidos por quemadura.

Los cambios rápidos de temperatura pueden ocasionar daños y perturbaciones metabólicas, especialmente un incremento de la respiración.

Entre los efectos indirectos de las altas temperaturas, figura la disminución de la fotosíntesis aparente, a medida que aumenta la respiración, aunque no disminuya la fotosíntesis efectiva.

También los vientos promueven la desecación de las hojas, a causa de las altas proporciones de agua perdida por transpiración.

La resistencia al calor parece depender de propiedades protoplasmáticas específicas. Parece existir una similitud entre sequedad, resistencia al calor y resistencia al frío. Los tejidos con bajo contenido de agua generalmente pueden resistir mejor las altas temperaturas que aquellos que contienen una alta cantidad de ella.

La resistencia temporaria al calor puede aumentar por un gradual proceso de deshidratación.

#### 2.2.5. FACTOR LUZ

La luz es la fuente principal de energía, sin la cual no podrían existir los organismos vivos. Sin embargo, la exposición directa del protoplasma vivo a la luz puede causarle un daño inmediato o la muerte.

El efecto producido por la luz depende de las características estructurales y funcionales de las plantas y animales que la perciben.

La luz es un factor vital para todos los seres vivientes, pero, frecuentemente también lo es limitante cuando alcanza niveles extremos.

Las plantas verdes obtienen la energía necesaria para su vida directamente de la luz solar, la cual es convertida, mediante la clorofila, que actúa como un eslabón conectante, en energía química, contenida en las moléculas simples de azúcar.

La luz les sirve a las plantas también para otros fines, especialmente a causa de su efecto estimulante sobre los procesos de diferenciación de tejidos y órganos.

La intensidad y cualidad de la luz recibida por la superficie de la tierra, dependen de la constante solar, distancia del sol a la tierra y absorción y difusión de la luz por la atmósfera.

Las condiciones atmosféricas ejercen un marcado efecto sobre la cantidad de luz recibida por la superficie de la tierra. El humo, el polvo y los gases provocan una dispersión luminosa.

El vapor del agua absorbe una considerable proporción de luz infrarroja y el ozono de ultravioleta.

La vegetación misma puede ser uno de los más destacados factores limitan-

tes de la intensidad luminosa en la superficie de la tierra.

## EFFECTOS DE LA LUZ SOBRE LAS PLANTAS

La luz es de fundamental importancia como fuente primaria de energía para el proceso fotosintético. Las plantas que convierten la energía radiante en energía química constituyen el primer paso en el ciclo ecológico de todo ecosistema completo.

Para que la planta pueda crecer, tiene que formar mediante la fotosíntesis, durante el día, más materia orgánica de la justamente necesaria para compensar las pérdidas ocasionadas por la respiración diurna y nocturna.

La cantidad de luz requerida para que la materia formada por fotosíntesis iguale a la descompuesta por respiración es denominada punto de compensación.

### Germinación de las Semillas

La influencia de la luz sobre la germinación de las semillas ha sido extensamente estudiada. Las semillas de muchas plantas son sensibles a la luz, especialmente cuando han sido embebidas con agua. Lechuga (*Lactuca sativa*) y poa de los prados (*Poa pratensis*) no germinan sin el estímulo de la luz.

La germinación de zanahoria (*Daucus carota*), Rumex crispus y Pinabete noruego (*Picea abies*) es favorecida por la luz.

Otras semillas, entre las que figuran las de primavera (*Primula spectabilis*), muchas liliáceas y *Vanilla fragans* requieren oscuridad para germinar, y otras, todavía, como las de olmo americano (*Ulmus americana*), *Bromus tectorum* y muchas cucurbitáceas germinan mejor en la oscuridad.

Las semillas que normalmente requieren luz para germinar no deben sembrarse profundamente, en caso contrario no emergerían. Sin embargo, si las semillas son remojadas y se les da un tratamiento de luz retienen el estímulo luminoso y aunque después sean desecadas germinan con éxito en la oscuridad.

Se ha demostrado también que la necesidad de la luz puede ser cambiada por un efecto térmico simple o asociado con oxígeno, ácidos o nitratos.

### Luz y Reproducción

Una baja intensidad luminosa favorece el crecimiento vegetativo. Las plantas cultivadas para el aprovechamiento de sus hojas y tallos desarrollan mejor estos órganos en climas considerablemente nublosos, mientras que aquellas otras cuya cosecha la constituyen sus frutos y semillas cumplen mejor su finalidad de crecimiento bajo una mayor intensidad luminosa.

### Efecto de la Luz sobre la Forma de Crecimiento

La intensidad luminosa influye sobre las características de las plantas.

Comparada con una intensidad luminosa reducida, la luz solar plena indu-

ce la información de tallos gruesos, xilema bien desarrollado y entrenudos más cortos.

En las raíces de las leguminosas expuestas a una luz intensa eran mayores y más numerosos los nódulos, y también mayores los pesos fresco y seco de raíces y tallos.

La respuesta de las plantas a la duración relativa del día y la noche es conocida como fotoperiodismo.

Las plantas que se desarrollan y producen de manera normal solamente cuando el fotoperíodo es mayor que un mínimo crítico son denominadas de día largo.

Por el contrario, aquellas otras especies que solamente se desarrollan con normalidad cuando el fotoperíodo es menos que un máximo crítico reciben el nombre de plantas de día corto.

En el grupo de las plantas de día largo figuran las de cereales de grano pequeño, patata, fleo de los prados (*Phleum pratense*), trébol oloroso (*Melilotus alba* y *M. officinalis*) y trébol rojo. En el de las plantas de día corto, ciertas variedades de tabaco y soya, mijo, cañamo, lespedeza, (lespedeza), crisantemo (*Chrysantemun*) y poinsetia (*Poinsettia pulcherrima*). Las plantas de tomate, guisante temprano, algodón y calabaza son consideradas, relativamente, como de día neutro.



### 2.2.6. CONCLUSIONES

Existe un rango de temperaturas así como de cantidad de días diferentes y necesarios para la germinación de los cultivos, este rango debe tomarse en cuenta para escoger la especie de planta a cultivar.

El agua es el material que más utiliza la planta; la absorbe por las raíces, asciende y la pierde por transpiración. Si no tiene el poder de recuperación de agua nuevamente del suelo, es decir, que en el suelo existe deficiencia de humedad aprovechable (conocido como sequía) la planta sufre reducción de crecimiento y por ende es poco productiva.

La temperatura es uno de los factores ecológicos más conocidos y su influencia es limitante para el crecimiento de los seres vivos. La fuente primaria de luz y temperatura es la irradiación solar. Es de suma importancia la transferencia de energía calorífica entre la planta y el medio ambiente.

La insolación depende de la latitud, altitud (del terreno) y de la estación del año. La temperatura de la tierra aumenta rápidamente después de la salida del sol, alcanzando al medio día su mayor escala y por la tarde y noche desciende nuevamente, por lo que si damos protección a la planta al medio día se evitará el calor excesivo y por la tarde y noche reduciendo la pérdida del mismo en forma tan contrastada.

Las temperaturas ideales para las plantas en zonas templadas son: De 24 a 30°C y máximo 41°C, se deben evitar temperaturas mayores, cambios rápidos de la misma, así como protección del viento que ocasionan la desecación de las

hojas.

La luz es factor vital para todo ser vivo, sin embargo cuando alcanza niveles extremos es limitante para el crecimiento y sobrevivencia. Para el proceso fotosintético es fundamental. Su influencia sobre la germinación de semillas es de suma importancia dictando pautas al tipo de cultivo a realizar como lo es la profundidad de sembrado, reproducción, crecimiento y desarrollo, y clasificación por fotoperíodo (respuesta de las plantas a la duración relativa del día y la noche).

Controlando y modificando los factores humedad, temperatura y luz tenemos la posibilidad de optimizar el cultivo en tierras desérticas y semi-desérticas.

### 2.3. PRODUCCION POR ZONAS AGRICOLAS EN MEXICO

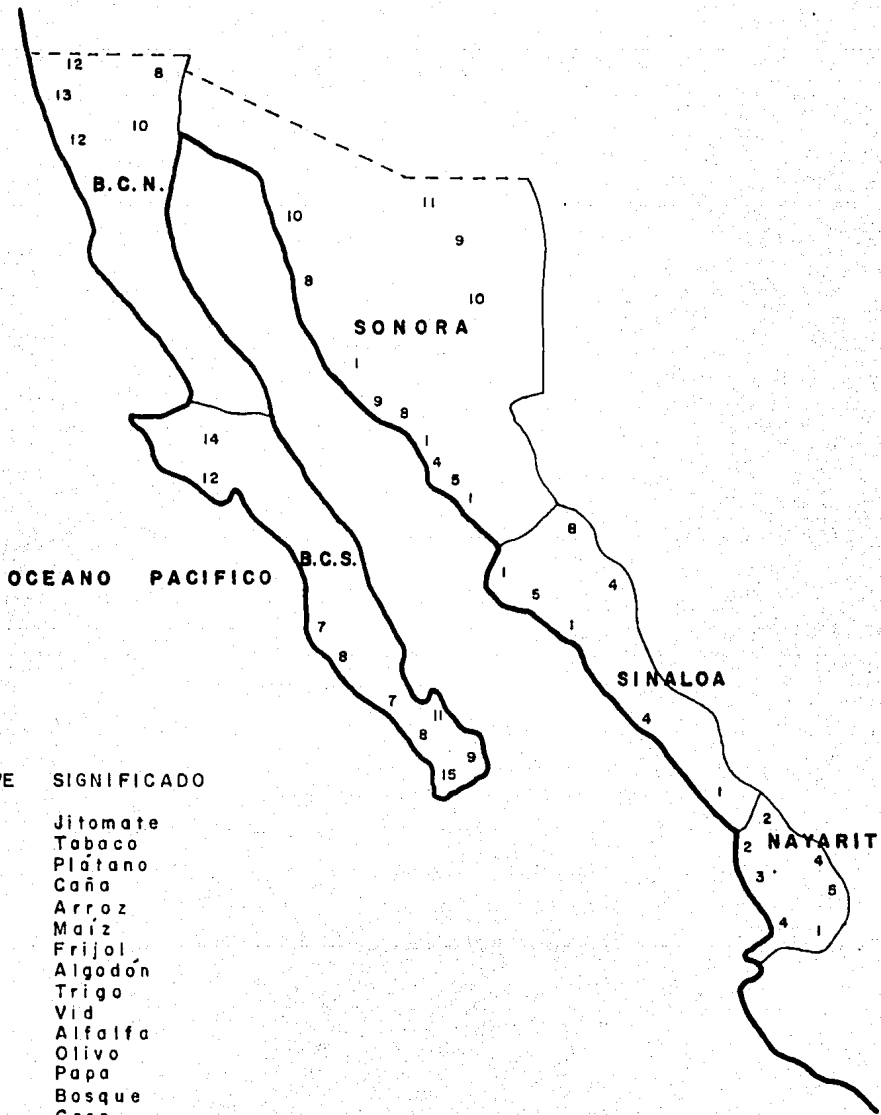
Estas zonas son consideradas como zonas económicas, pero nuestro interés es exclusivamente en la producción agrícola. (Ver ilustraciones en las páginas siguientes).

- 1) Zona del Noroeste.- Agricultura de riego consagrada a cultivos de alto valor comercial, desarrollada en distritos secos y semisecos de Mexicali, Caborca, Altar, Costa de Hermosillo del Yaqui, del Mayo, del Fuerte, Guasave y Culiacán.
- 2) Zona del Pacífico Sur.- Agricultura de temporal en la que se encuentran el 18.6% de las tierras cultivables del país. Esta zona la comprenden los Es-

tados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

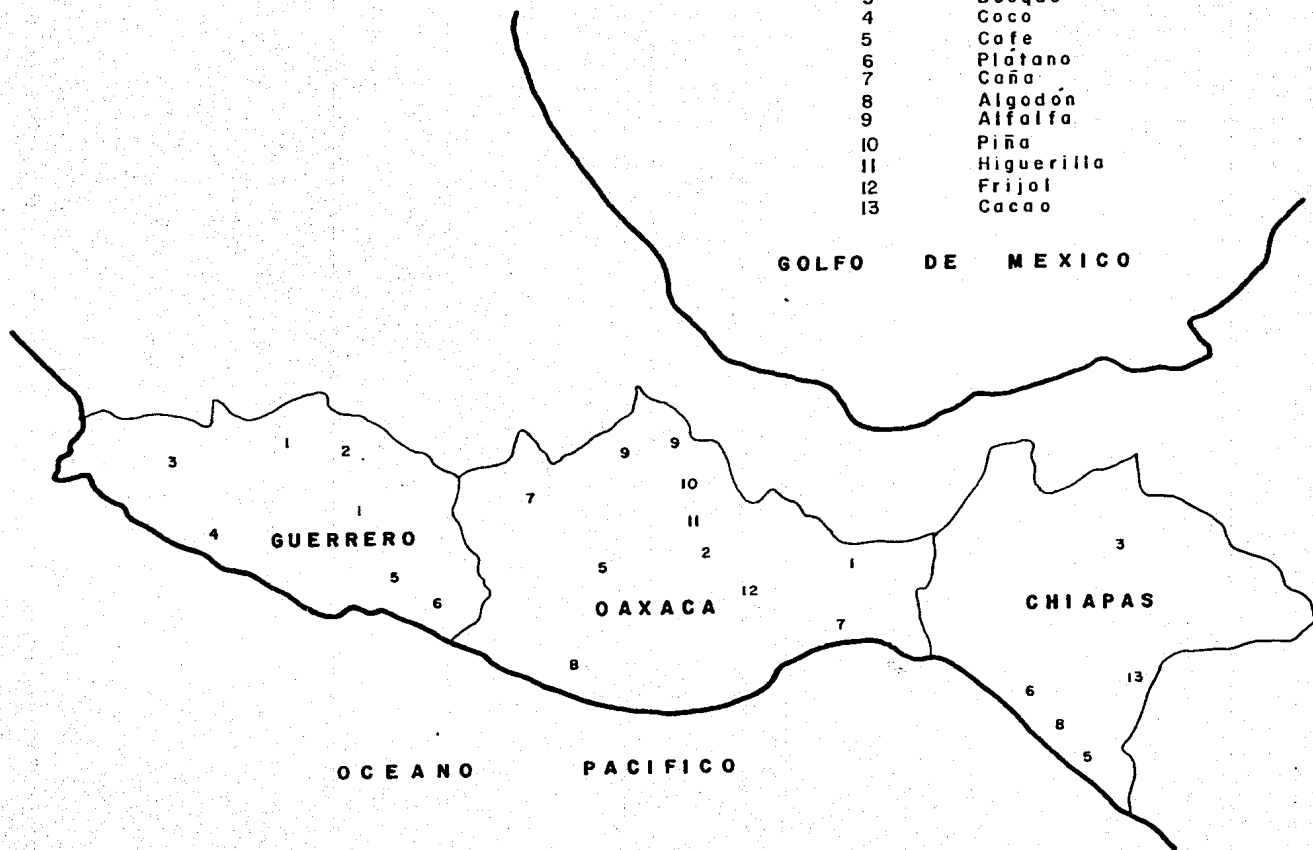
- 3) Zona Norte.- Está constituida por los Estados de Chihuahua, Coahuila, Zacatecas, Durango y San Luis Potosí. Los cultivos predominantemente cerealistas y de mayor importancia: los de riego.
- 4) Zona Centro Occidente.- Constituida por los Estados de Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, Michoacán y Colima. Sus cultivos son de temporal tanto en tierras templadas como en tropicales.
- 5) Zona Centro Sur.- Es la menos extensa y son los Estados de Querétaro, Puebla, Hidalgo, México, Morelos, Tlaxcala y el D. F. Su agricultura es de temporal y de riego, produce en los valles templados cereales y frijol.
- 6) Zona Noreste.- Formada por los Estados de Nuevo León y Tamaulipas. No es una zona fuertemente agrícola por su clima extremoso aunque en la cuenca del Río San Juan y del Conchas llueve más que en el resto de la región, además de un sistema de riego donde se aplican técnicas agrícolas modernas.
- 7) Zona del Golfo.- Comprendida por los Estados de Veracruz y Tabasco. Veracruz es el estado agrícola más importante debido a su cantidad de ríos y diversidad de climas. La producción es muy variada. En Tabasco destaca el cultivo de productos tropicales como cacao, caña, coco, café y caña de azúcar.
- 8) Zona Península de Yucatán.- Comprende los Estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. La agricultura ha alcanzado en general poco desarrollo en

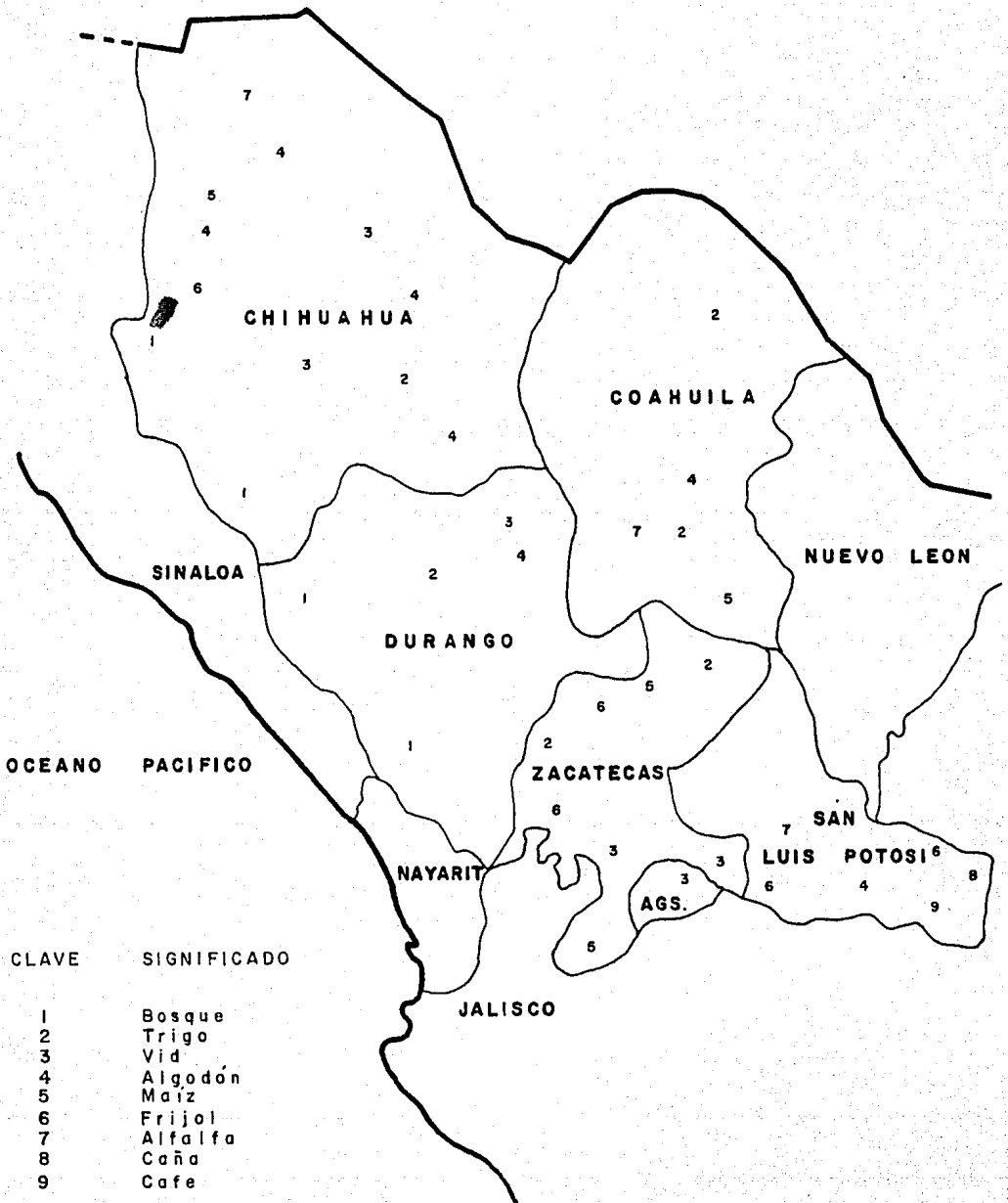
esta zona, sólo el cultivo de henequén, en Yucatán y algunas de Campeche, tienen importancia nacional.

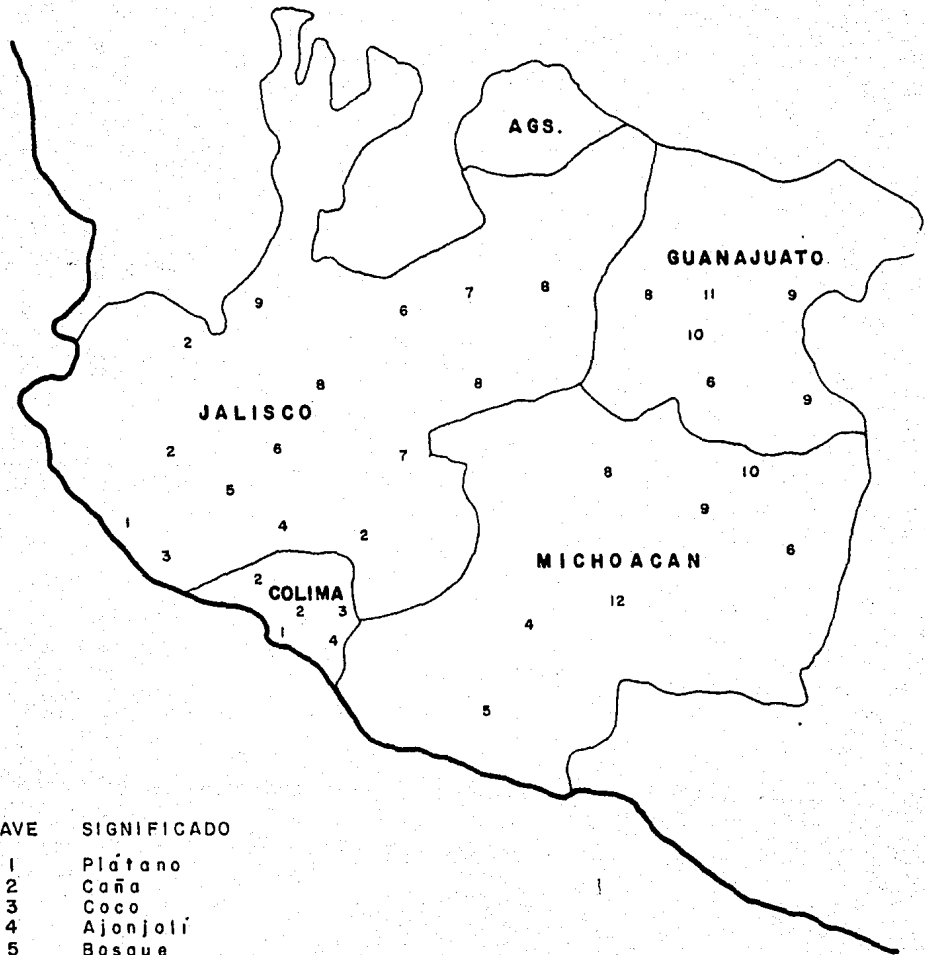


2) ZONA PACIFICO SUR .

CLAVE	SIMBOLOGIA
1	Maíz
2	Ajonjolí
3	Bosque
4	Coco
5	Café
6	Plátano
7	Caña
8	Algodón
9	Alfalfa
10	Piña
11	Higuerilla
12	Frijol
13	Cacao



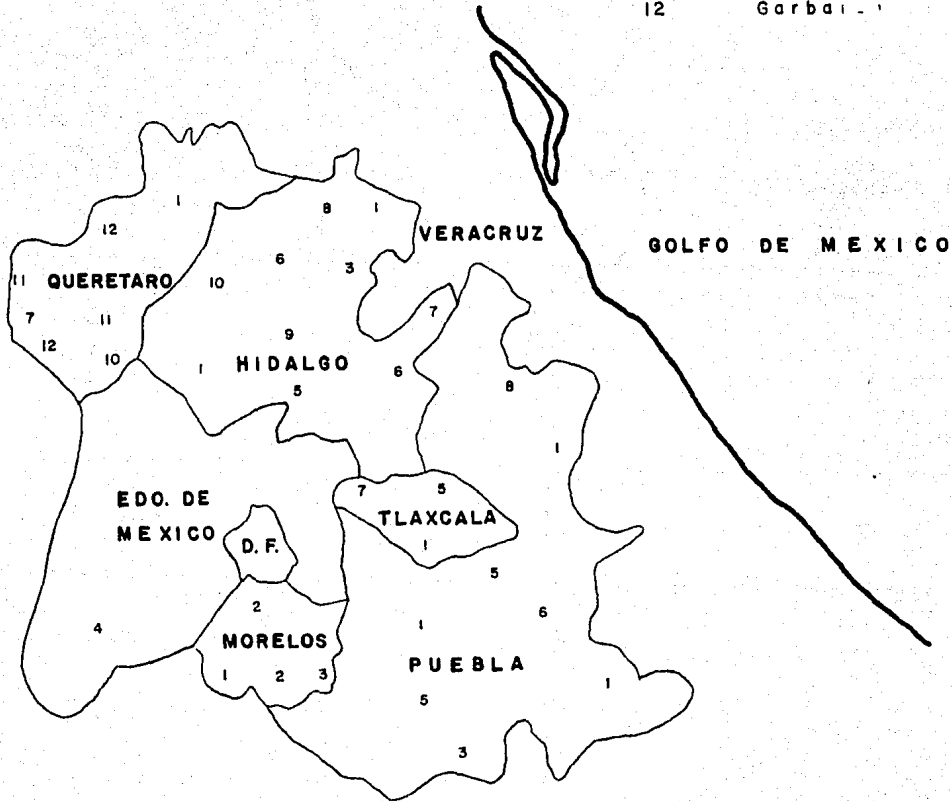


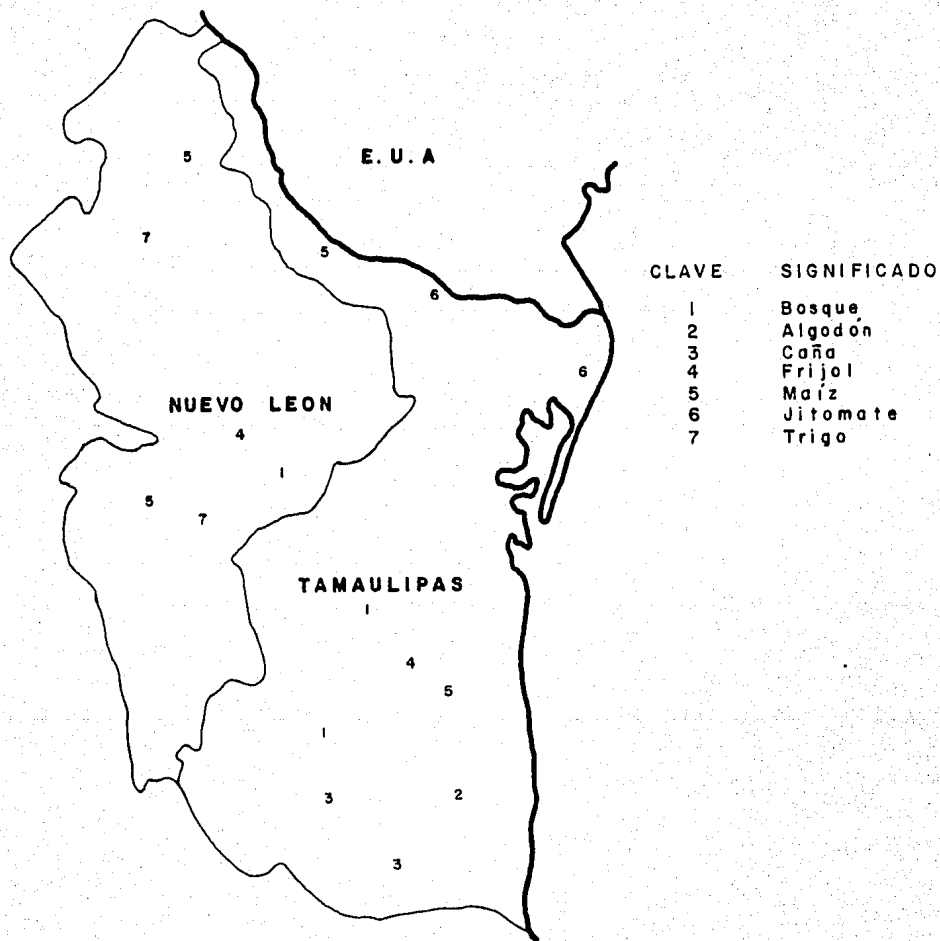


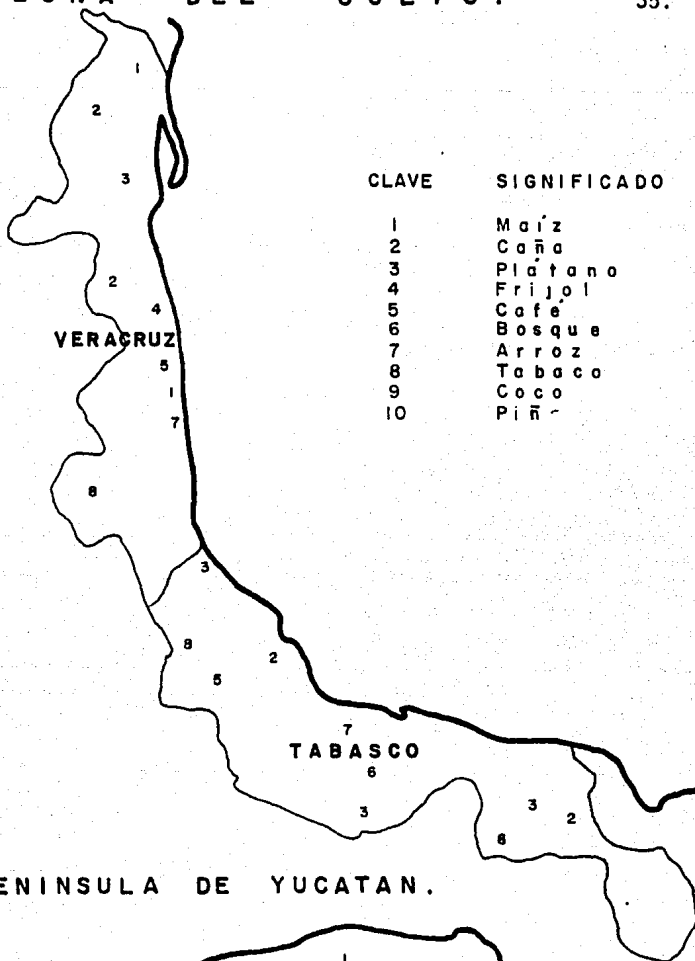
CLAVE	SIGNIFICADO
1	Plátano
2	Caña
3	Coco
4	Ajonjolí
5	Bosque
6	Maíz
7	Trigo
8	Garbanzo
9	Frijol
10	Jitomate
11	Alfalfa
12	Algodón



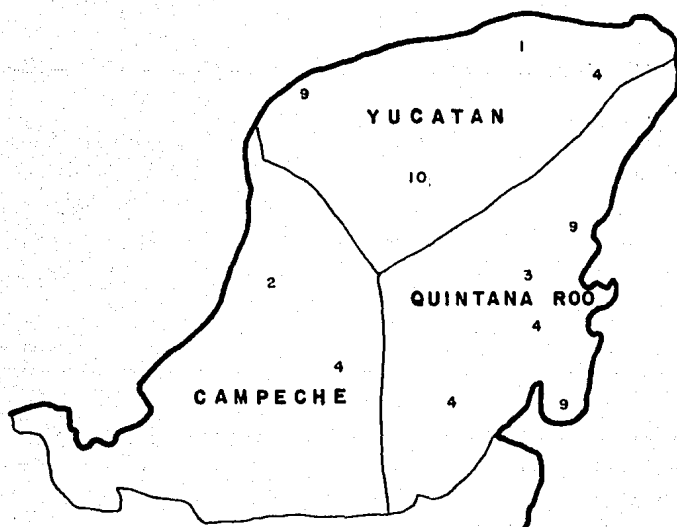
CLAVE	SIGNIFICADO
1	Maíz
2	Arroz
3	Caña
4	Bosque
5	Trigo
6	Bosque conífera
7	Alfalfa
8	Café
9	Jitomate
10	Frijol
11	Vid
12	Garbanzo







## 8) ZONA PENINSULA DE YUCATAN.



#### 2.4. CLIMAS EN MEXICO

Los climas en nuestro país se pueden clasificar en nueve tipos diferentes dividiendo al país en zonas conforme a los mismos.

Con el mapa que se muestra a continuación se localizan estas zonas, y podemos apreciar que de todo el país sólo existen 3 zonas semi-desérticas en las que existen lluvias aunque sean escasas y esporádicas.

Estos nueve tipos diferentes de climas están contenidos en tres grandes divisiones:

- Climas Calurosos
- Climas Secos
- Climas Templados

# CLIMAS EN MEXICO

## CLIMAS TEMPLADOS

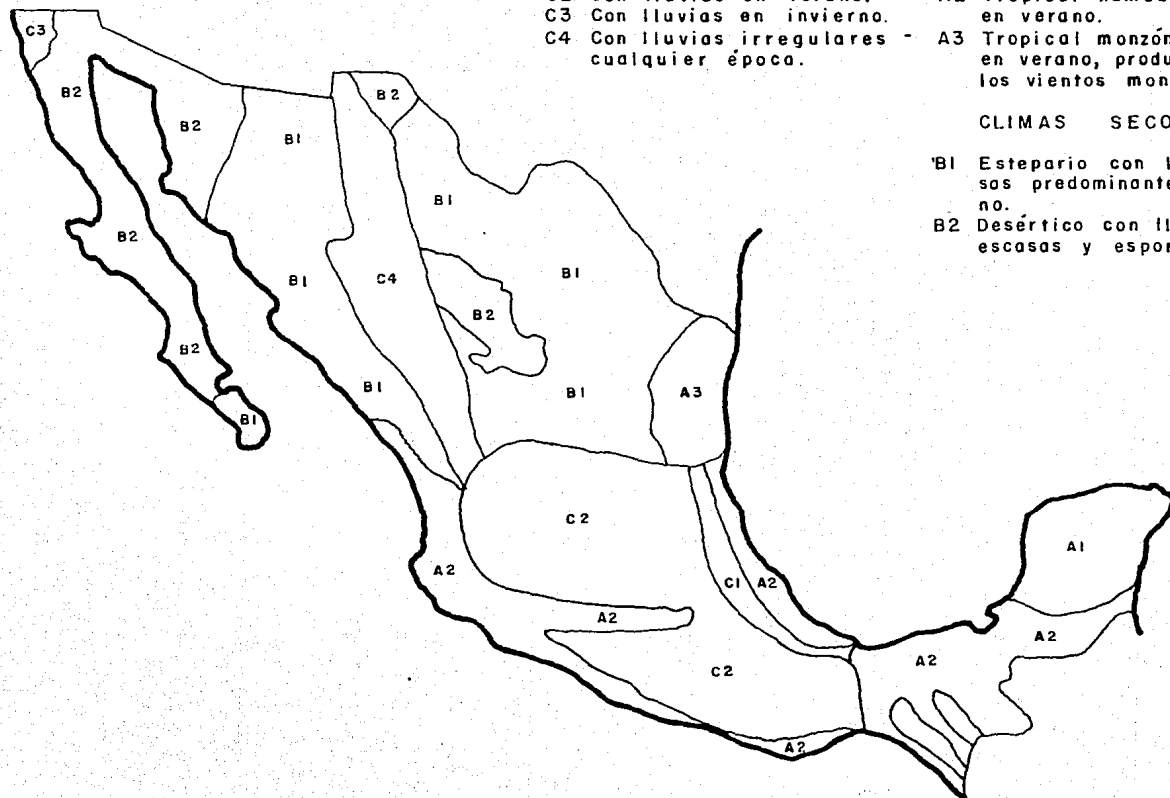
- C1 Con lluvias bien distribuidas en el año.
- C2 Con lluvias en verano.
- C3 Con lluvias en invierno.
- C4 Con lluvias irregulares - cualquier época.

## CLIMAS CALUROSOS

- A1 Tropical húmedo, con lluvias casi todo el año.
- A2 Tropical húmedo, con lluvias en verano.
- A3 Tropical monzón con lluvias en verano, producidas por los vientos monzónicos.

## CLIMAS SECOS

- B1 Estepario con lluvias escasas predominantes en verano.
- B2 Desértico con lluvias muy escasas y esporádicas.



## 2.5. CAMPOS EXPERIMENTALES AGRICOLAS EN MEXICO

Los campos experimentales agrícolas institucionalizados dependen todos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.), y más directamente del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (I.N.I.A.), el cual depende de la misma Secretaría.

El INIA se fundó el 5 de diciembre de 1960 por medio de la fusión de la Oficina de Estudios Especiales y el Instituto de Investigaciones Agrícolas.

En el decreto se establece que el INIA es responsable, a nivel nacional, de la organización, la coordinación, el desarrollo y el fomento de la investigación científica en materia agrícola.

El objetivo general de la institución es generar las tecnologías necesarias para aumentar la productividad y producción agrícola del país, tomando en cuenta los intereses, los requerimientos y las condiciones socioeconómicas de los productores, de tal manera que los incrementos logrados satisfagan las necesidades alimenticias y nutricionales de una población en constante aumento y los requerimientos de la industria nacional, así como la producción de excedentes para la exportación, procurando el bienestar de los campesinos y de la población en general.

### 2.5.1. ORGANIZACION

La investigación agrícola se desarrolla perfectamente en los campos experimentales y en los terrenos de productores agrícolas participantes en todo

el país. Por otra parte, desde 1977 se ha impulsado la descentralización del INIA.

Actualmente se encuentran en la ciudad de México las oficinas centrales que desarrollan labores administrativas y de coordinación técnica entre los campos experimentales y las autoridades.

#### 2.5.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACION

La investigación que lleva a cabo el INIA es del tipo aplicado ya que su propósito fundamental es generar tecnologías para contribuir al incremento de la producción y productividad del agro nacional.

La investigación se orienta por los siguientes lineamientos:

- a) Uso y mejoramiento del potencial genético de las plantas.
- b) Búsqueda de sistemas eficientes de producción adaptada a las condiciones ecológicas de cada nación y a las características socio-culturales de los productores.
- c) Creación de tecnologías que proporcionen protección a los cultivos contra el ataque de plagas y enfermedades y eviten la (competencia) de malezas.
- d) Apoyo de la labor del INIA en varias disciplinas científicas que complementan la investigación, tales como: biometría, economía, sociología y combinación social.

En cuanto al ámbito de su aplicación, en la actualidad la investigación del INIA se dirige principalmente a las áreas de temporal, tanto en zonas tem-

pladas como del trópico húmedo ya que el 72% de la superficie cultivada en el país se encuentra en esas condiciones; no se descuidan, sin embargo, las zonas de riego, para las cuales continúan realizándose trabajos de investigación.

Número de experimentos realizados en los ciclos de primavera-verano de 1978 y otoño-invierno '78 - '79.

<u>EN CONDICIONES DE</u>	<u>NUMERO</u>	<u>%</u>
Temporal	5,037	52
Riego	4,437	45
Laboratorios e Invernaderos	259	3
Total	9,733	100

En esta institución se procura, de manera creciente, realizar proyectos de investigación en los terrenos de los productores con su contribución y bajo las condiciones reales en las que operan, con el propósito de generar conjuntamente las tecnologías de producción más apropiadas.

El siguiente cuadro se presenta como ejemplo de esta tendencia en el cual se anotan los datos de localización de los experimentos del Instituto durante los ciclos anteriormente mencionados.



NUMERO DE EXPERIMENTOS REALIZADOS EN LOS PERIODOS DE:

Primavera-Verano '78 y Otoño-Invierno '79

<u>EFFECTUADOS EN</u>	<u>NUMERO</u>	<u>%</u>
Instalaciones del INIA	4,260	44
Parcelas de Ejidatarios	2,758	28
Terrenos de Pequeños Propietarios	2,111	22
Diversas Instituciones y Parcelas Escolares	604	6
Total	9,733	100

2.5.3. PROGRAMAS DE INVESTIGACION POR CULTIVO

La investigación Agrícola se ha orientado principalmente hacia la aplicación de los conocimientos genéticos para el mejoramiento de las especies cultivadas nativas e introducidas particularmente: maíz, frijol, chile, jitomate y papa. Entre las especies introducidas: arroz, trigo y caña de azúcar.

Además del aspecto de mejoramiento, la investigación ha estado dedicada a los aspectos relacionados con la sanidad vegetal, los métodos de cultivo y las disciplinas de apoyo, tales como: biometría, divulgación agrícola, economía agrícola (entomología), suelos y otras.

En 1979 se llevaron a cabo trabajos de investigación sobre 97 cultivos diferentes, entre los que destacan los siguientes:

a) Cultivos alimenticios básicos:

Arroz, frijol, maíz, sorgo, soya, trigo y triticale.

b) Cultivos oleaginosos:

Ajonjolí, cacahuete, cártamo, girasol, higuera, jojoba y linaza.

c) Frutales y cultivos hortícolas:

Aguacate, durazno, mango, manzana, nogal, papaya, pera, piña, plátano, vid, ajo, cebolla, calabacita, chile, fresa, melón, papa y tomate.

d) Cultivos forrajeros e industriales:

Alfalfa, algodón, avena, cacao, cebada, garbanzo, henequén, hule, milo, yuca y zacates.

e) Otros cultivos:

Cítricos, cucurbitáceos, especias medicinales, fibras duras, palmas acei-  
tíferas, raíces y tubérculos comestibles.

## NUMERO DE EXPERIMENTOS REALIZADOS EN LOS PERIODOS DE:

Primavera-Verano '78 y Otoño-Invierno '78 - '79

<u>GRUPO DE CULTIVOS</u>	<u>NUMERO</u>	<u>%</u>
Alimentos básicos	5,407	55
Oleaginosos	712	7
Frutales y Hortícolas	1,318	15
Forrajeros e Industriales	1,242	12
Otros	1,054	11
Total	9,733	100

2.5.4. RELACION DE LOS CENTROS DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS Y CAMPOS AGRICOLAS EXPERIMENTALES DEL INIA. (VER MAPA, PAGINA 47 )

I.- Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO).

1. Valle del Yaqui, Sonora (sede del Centro).
2. Costa de Hermosillo, Sonora.
3. Valle del Mayo, Sonora.
4. Región de Caborca, Sonora.
5. Costa de Ensenada, Baja California Norte.
6. Valle de Mexicali, Baja California Norte.

II.- Centro de Investigaciones Agrícolas del Pacífico Norte (CIAPAN).

7. Valle de Culiacán, Sinaloa (sede del Centro).
8. Santiago Ixcuintla, Nayarit.
9. Sur de Sinaloa, Sinaloa.
10. Valle del Fuerte, Sinaloa.
11. Valle de Santo Domingo, Baja California Sur.

III.- Centro de Investigaciones Agrícolas del Pacífico Centro (CIAPAC).

12. Valle de Apatzingán, Michoacán (sede del Centro).
13. Costa de Jalisco, Jalisco.
14. Tecomán, Colima.
15. Iguala, Guerrero.
16. Costa de Guerrero, Guerrero.

IV.- Centro de Investigaciones Agrícolas del Pacífico Sur (CIAPAS).

17. Rosario Izapa, Chiapas.

18. Centro de Chiapas, Chiapas.
19. Costa Oaxaqueña, Oaxaca.
20. Valles Centrales de Oaxaca, Oaxaca.
21. Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.
22. Mixteca Oaxaqueña, Oaxaca.
23. Costa de Chiapas, Chiapas.

V.- Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Norte (CIAGON).

24. Río Bravo, Tamaulipas (sede del Centro).
25. Anáhuac, Nuevo León.
26. Las Adjuntas, Tamaulipas.
27. Las Huastecas, Tamaulipas.
28. General Terán, Nuevo León.
29. Tancasneque, Tamaulipas.
30. Ebano, San Luis Potosí.
31. Huichihuayan, San Luis Potosí.

VI.- Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro (CIAGOC).

32. Cotaxtla, Veracruz (sede del Centro).
33. El Palmar, Veracruz.
34. Huimanguillo, Tabasco.
35. Papaloapan, Veracruz.

VII.- Centro de Investigaciones Agrícolas de la Península de Yucatán (CIAPY).

36. Zona Henequenera, Yucatán (sede del Centro).
37. Uxmal, Yucatán.

- 38. Campeche, Campeche.
- 39. Chetumal, Quintana Roo.

VIII.- Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte (CIAN).

- 40. La Laguna, Coahuila (sede del Centro).
- 41. Zaragoza, Coahuila.
- 42. Delicias, Chihuahua.
- 43. Sierra de Chihuahua, Chihuahua.
- 44. Valle de Juárez, Chihuahua.

IX.- Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte-Centro (CIANOC).

- 45. Zacatecas, Zacatecas (sede del Centro).
- 46. Pabellón, Aguascalientes.
- 47. Valle del Guadiana, Durango.

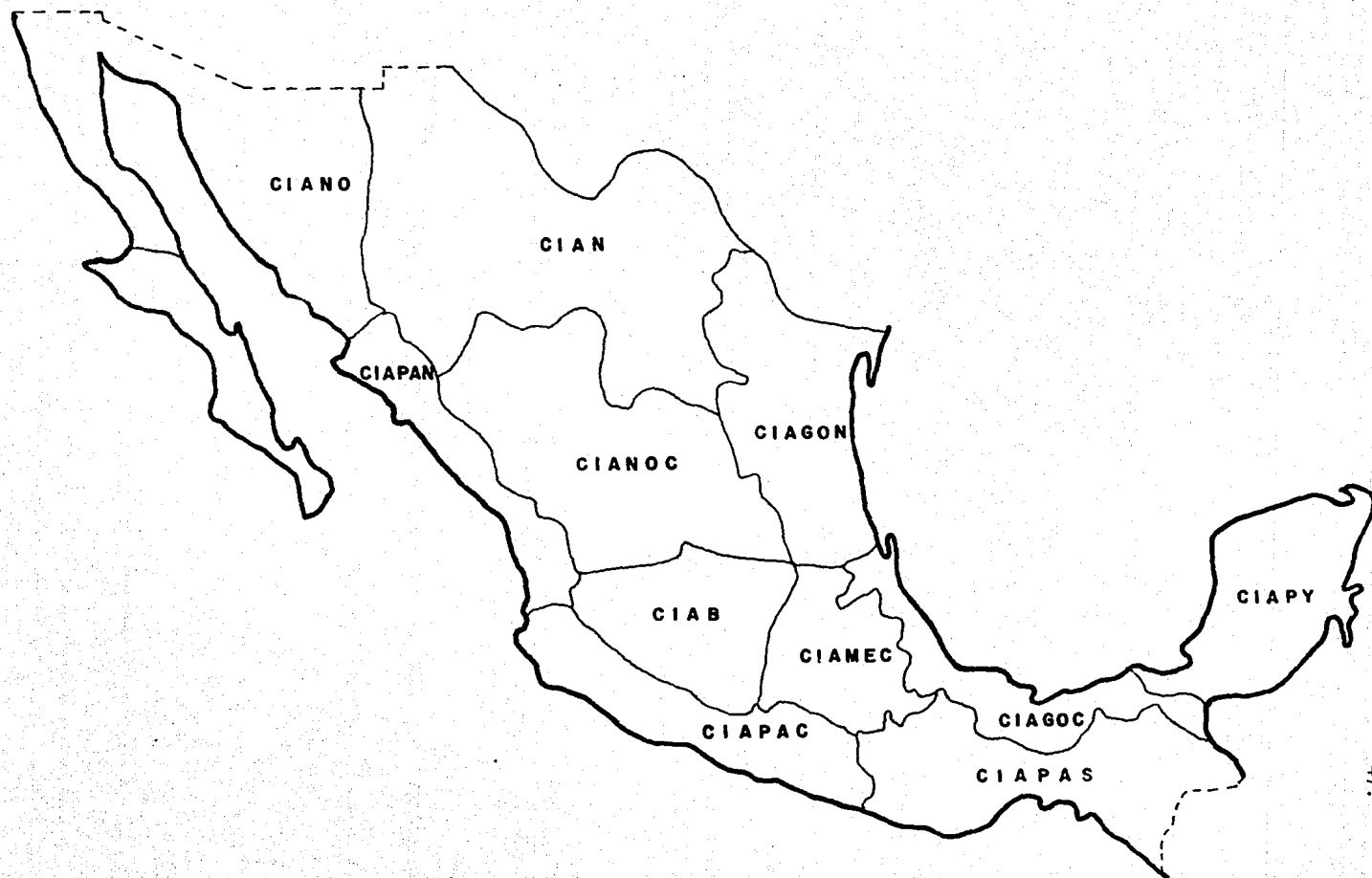
X.- Centro de Investigaciones Agrícolas del Bajío (CIAB).

- 48. El Bajío, Guanajuato (sede del Centro).
- 49. Norte de Guanajuato.
- 50. Altos de Jalisco, Jalisco.
- 51. Sierra Tarasca, Michoacán.

XI.- Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central (CIAMEC).

- 52. Valle de México, México (sede del Centro).
- 53. Tecamachalco, Puebla.
- 54. Zacatepec, Morelos.

CENTROS DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS Y CAMPOS EXPERIMENTALES DEL INIA.



Así mismo, en la ciudad de Saltillo, Coahuila, existe el Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA), organismo público descentralizado, en donde se han desarrollado experimentos concretos en la aplicación de los plásticos en la agricultura, apoyado técnica y económicamente por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUFI), de la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que funge como organismo de enlace entre el CIQA y la ONUFI.

#### 2.5.5. OBJETIVOS

##### A) Largo Plazo

- Desarrollar el uso de película y tubería de plástico en invernaderos y túneles para el control de las condiciones climatológicas y la optimización del manejo del agua.
- Generar alternativas de utilización que permitan absorber el natural incremento en la producción de plásticos, canalizándolo al sector productor de alimentos.
- Integrar un paquete tecnológico que muestre las perspectivas técnico-económicas del empleo de plásticos en la producción de alimentos en las zonas semiáridas.

##### B) Objetivos Inmediatos

- Establecer una Unidad de Experimentación de Plásticos en la Agricultura, en



la ciudad de Saltillo, Coahuila, orientada a demostrar el uso de materiales plásticos en algunas prácticas agrícolas así como probar los materiales bajo las condiciones a las que serán sometidos.

- Realizar un programa de formulaciones, procesamientos y pruebas, tanto para evaluar los materiales que existen en el mercado, como para producir otros que den mejores resultados en las condiciones de intemperismo propias a la agricultura.
- Iniciar actividades de experimentación para correlacionar las formulaciones y procesos utilizados para producir los plásticos con las condiciones climatológicas y de manejo a las que se sometan. Optimizar las propiedades de los materiales por medio de formulaciones que integren productos de manufactura nacional.
- Ayudar en el establecimiento y evaluación de normas de calidad para dichos agroplásticos.
- Realizar un estudio de impacto tecnológico sobre el empleo de plásticos en las actividades agrícolas de la región.
- Editar un boletín orientado al sector agrícola e industrial que describa los avances del proyecto.
- Realizar otras actividades de difusión como: Seminarios, conferencias y sesiones de demostración.

El CIQA está abierto a las inquietudes de aquellos organismos oficiales y privados, asociaciones industriales y agrícolas interesadas en conocer detalles del proyecto o cooperar con el desarrollo del mismo.

## 2.5.6. CONCLUSIONES

Dentro del apoyo a la investigación agrícola de nuestro país existe el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, que tiene a su cargo todos los campos experimentales, así como el Centro de Investigación de Química Aplicada, cuyos objetivos se concretizan en la aplicación de materiales plásticos en la agricultura, integrar a la producción de alimentos a las zonas semiáridas por medio de la aplicación de dichos materiales.

Se tiene pues el apoyo de las instituciones gubernamentales así como una experiencia ya en la aplicación de los plásticos en esa actividad económica así como la iniciativa de integrar a la producción las tierras desérticas y semi-desérticas.

## 2.6. APLICACION DE LOS PLASTICOS EN LA AGRICULTURA

### 2.6.1. INTRODUCCION

La fascinante velocidad con que se desarrolla el mundo de los plásticos, hace que los libros sobre la materia pierdan actualidad en poco tiempo.

Algunos de los estudios datan del principio de la década de los sesentas,

y, por lo tanto, algunos textos ahora podrían mejorarse.

Sin embargo, ésta es la compilación más completa y es un buen inicio para la difusión de la plasticultura en México.

Algunos conceptos son aplicables directamente en el campo mexicano, tendrán que adaptarse con el tiempo y con el esfuerzo de todos los que creemos que estas técnicas ayudarán eficazmente a superar la calidad y la productividad de la agricultura en México.

#### 2.6.2. GENERALIDADES

##### Materias Primas de Base.

Los materiales plásticos son producto de la química orgánica y más especialmente de la química de síntesis macromolecular.

Haciendo uso de los reinos animal, vegetal y mineral, el químico ha utilizado un cierto número de productos naturales para producir "termoplásticos" y "termofijos".

La sal (CINa), la cal, el aire y el agua, el carbón y el petróleo, la celulosa y los aceites vegetales, algunos metales y muchos ácidos, fluoruros, sulfuros, etc., han permitido el nacimiento del etileno, butadieno, urea... a partir de los cuales se obtienen los monómeros: estireno, cloruro de vinilo, acetato de vinilo, entre otros.

La policondensación y la polimerización dan lugar a las resinas que se presentan en forma líquida o de polvo.

Estas resinas, malaxadas a cierta presión y temperatura, permiten luego la obtención de estos materiales modernos filmógenos, moldeados o extruidos.

Algunas cargas inertes, plastificantes y estabilizantes. aumentan o modifican las características naturales de estos productos que se han introducido en el mundo de los usuarios gracias a sus cualidades indiscutibles:

Inalterabilidad química.

Ligereza.

Resistencia mecánica.

Inercia fisiológica.

Características ópticas, etc.

Desde los cohetes espaciales a la intervención quirúrgica, pasando por la construcción, electrónica, aplicaciones domésticas y agricultura, los plásticos han permitido el descubrimiento o la realización de numerosas técnicas que jamás habrían visto la luz si ellos no hubieran existido:

- Termofijos para modelo, colas (pegamentos), ligantes, barnices.
- Termoplásticos para pastas, dispersiones, emulsiones, polvos de moldeo, "pellet" para extrusión...
- Planchas, bloques, hojas, cintas, tubos, filmes, flexibles...
- Hilos, fibras, crines...
- Perfiles y estratificados...

- Espumas y aglomerados...

Para los más diversos usos se moldean objetos de cualquier forma mediante labrado, inmersión, extrusión, calandrado, compresión, inyección o colada.

Pueden soldarse, pulirse, barnizarse, imprimirse, metalizarse, gofrarse, flocarse, encolarse, estratificarse, respondiendo a cualquier posible exigencia.

Pero ya sean de polietileno (PE), policloruro de vinilo (PVC), poliestireno (PS), nilsán u otros, deben elegirse en función de su utilización; será preciso que los plásticos de calidad agrícola se manipulen, fijen y utilicen en función de las aplicaciones para las que se han previsto.

### 2.6.3. SITUACION ACTUAL

Los datos que damos a continuación ayudarán a darse cuenta de la amplitud de tal desarrollo y de la rapidez con la que los materiales plásticos van ocupando una plaza de primera fila en el campo agrícola.

He aquí en primer lugar los tonelajes empleados en el transcurso de los años de 1960 a 1965, referidos al caso de filmes utilizados en las técnicas de cultivo:

	<u>Toneladas</u>
1960-61 .....	300 a 400
1961-62 .....	700 a 800
1962-63 .....	1,700
1963-64 .....	3,500
1964-65 .....	6,500

Este tonelaje ascendió de 8.000 - 9.000 toneladas en la campaña 1965-66.

En Francia los invernaderos de plástico están en plena expansión, ya que al principio de la primavera de 1966 se cubrió una superficie de 130 a 140 hectáreas, repartidas del modo siguiente:

- 60 a 65 hectáreas con invernaderos de PVC reforzado.
- 60 a 65 " " " de Polietileno.
- 60 a 10 " " " de Poliéster estratificado con fibra de vidrio.

Observemos aún que:

El semiforzado plástico en abrigo bajo se realizó en más de 1,000 hectáreas durante el año 1964-65 y se alcanzaron las 1,500 hectáreas en la campaña 1965-66.

El acolchamiento plástico se utilizó en 2,500 hectáreas (de las cuales 450 hectáreas con filmes de polietileno gris humo) durante 1964-65.

Numerosos embalses de plástico (algunos de los cuales alcanzan una capacidad de 17,000 metros cúbicos) han permitido resolver el problema de almacenar agua; por otro lado, el polietileno y el PVC comienzan a introducirse en el riego y drenaje.

También en este período (1964-65) se utilizaron 4,000 toneladas de plástico (polietileno principalmente) en el acondicionamiento de frutas y legumbres. El embalaje de productos lácteos consumió 700 toneladas de plástico; 400 toneladas de PVC se emplearon en la fabricación de bandejas para frutas.

#### 2.6.4. NATURALEZA DE LOS PLASTICOS UTILIZADOS EN AGRICULTURA

##### Polietileno

Se obtiene por combinación entre sí a muy altas presiones de las moléculas de etileno, gas extraído de la hulla o del petróleo. Tal operación se denomina polimerización, origen de la formación de casi todos los termoplásticos. El polietileno así obtenido se aglomera en forma de "pellet", que luego se transforma en hojas o tuberías mediante máquinas llamadas extrusoras.

La anchura de la hoja final obtenida por este procedimiento puede ser muy grande: se llega hasta 9 m. en Francia y 12 m. en Estados Unidos. En nuestro país de 6 a 8 m. y de varios espesores.

Por otro procedimiento, con una presión más pequeña, se puede obtener un polietileno, que sirve, entre otras aplicaciones, para la fabricación de tubos semirrígidos utilizados especialmente en riegos.

### Policloruro de Vinilo

El PVC. abreviatura corriente del policloruro de vinilo, es fruto igualmente de la polimerización en autoclave del cloruro de vinilo, obtenido a su vez a partir del acetileno y del ácido clorhídrico, o más recientemente, a partir del etileno. Al contrario del polietileno, que en forma de hoja de poco espesor, es flexible por naturaleza, el PVC hay que asociarlo con otras sustancias, en particular plastificantes para obtener hojas tanto más flexibles cuanto mayor cantidad lleven y fabricadas por calandrado, y más recientemente, por extrusión-soplado.

Existen pues, una infinidad de fórmulas para hojas flexibles de PVC plastificado. También la fabricación de tuberías flexibles o rígidas dependen de la utilización de PVC con o sin plastificante.

Es fácil distinguir los dos materiales; basta con tomar un trozo de hoja y quemarlo: el polietileno arde fácilmente con una llama viva, desprendiendo un olor semejante al de una vela de cera. El PVC plastificado arde más difícilmente con llama más pálida y produciendo humos de ácido clorhídrico que "pican" al olerlos.

### Poliésteres Estratificados con Fibras de Vidrio

Resultan de la asociación de resinas plásticas termoendurecibles con fibras de vidrio, comunicándoles una gran resistencia mecánica. La resina, a la que se añade un endurecedor y un acelerante, impregna un "mat" de fibras de vidrio (para las planchas), que comunica al material así obtenido una resis-



tencia mecánica importante, sin por eso perder su buena luminosidad. Las fibras juegan el papel de difusor de luz.

## LIGEREZA

Los materiales plásticos poseen una densidad glosando alrededor de 1.

Peso por metro cuadrado de algunos materiales y espesores generalmente empleados:

Poliestireno expandido	..... 1 cm.	..... 0,300 Kgs.
Polietileno	..... 10/100	..... 0,092 Kgs.
Policloruro de vinilo	..... 10/100	..... 0,130 Kgs.
Poliéster (plancha)	..... 12/10	..... 3,000 Kgs.
Aluminio	..... 10/10	..... 2,700 Kgs.
Madera (tablas finas de abeto		
12 x 105)	..... 12 mm.	..... 6,000 Kgs.
Vidrio	..... 2.7 mm.	..... 6,500 Kgs.
Hierro	..... 10/10	..... 7,840 Kgs.
Fibro-cemento	.....	15,000 Kgs.
Chapa ondulada	.....	10,000 Kgs.

## APLICACIONES

Para cintrar glosando una pieza de madera es preciso tomar ciertas precauciones; por lo mismo, para obtener una completa satisfacción al emplear los materiales plásticos es necesario respetar ciertas exigencias que les son

propias.

Un filme flexible y ultradelgado (algunas micras: 1/1.000 de mm.) no resiste el desgarre como una lona de lino y no podrá fijarse con ayuda de clavos, aun cuando estuvieran muy próximos entre sí.

Deben construirse armazones y marcos para evitar que el filme sea batido por el viento; serán siempre preferibles las formas redondas.

Se hará uso de piezas auxiliares: cinta adhesiva, bramantes glosario, ojales especiales para estirar y mantener los filmes

Del mismo modo para no deteriorar un tubo de polietileno será preciso respetar un radio de enrollamiento al menos igual a 22 veces su diámetro.

#### FIJACION DE FILMES

Deben mantenerse en toda su anchura y no por puntos. En efecto, su fragilidad al desgarre elimina todo lo que sea clavos, chinchetas, tornillos, etc.

Sobre Listón: Una muesca hecha con una sierra permitirá mantener el filme mediante una cuerda estirada y situada en la muesca por encima del filme.

Sobre Varillas: Tipo eléctrico, mismo procedimiento que anteriormente.

La tapa aplasta el reborde formado por el filme alrededor de la cuerda.

Sobre Tubo: Varias vueltas de filme pueden bastar si la tensión es constante.

Con ayuda de "clips" :

El filme rodea al tubo y se le hace adherir sobre él mediante un "clip" de plástico rígido. Hay que desconfiar de esta aplicación en países cálidos, ya que los "clips" tienen tendencia a perder elasticidad.

Con ayuda de ojales:

- Plásticos soldados por el fabricante (caso de lonas).
- Metálicos, embutidos con varias arandelas de espesores encolados.
- Ligaduras especiales pueden evitar los ojales y reemplazarlos en filme corriente.

Con ayuda de mallas:

Lastradas o con cuerdas cruzadas y lastradas.

#### PIEZAS MECANICAS Y OBJETOS DIVERSOS

Las poliamidas "Nylon" o "Rilsan", el poliestireno, polietileno y polícloruro de vinilo han contribuido a la formación rápida y económica de numerosas piezas obtenidas por moldeo, por inmersión, por mecanizado.

Los materiales plásticos aquí aportan una solución elegante a los múltiples problemas de resistencia a la intemperie, resistencia química, inercia,

resistencia al desgaste y estabilidad dimensional y resistencia a los choques.

Los plásticos substituyen fácilmente al bronce, latón y otros, o bien se prestan a la inmersión, formando así un revestimiento protector perfectamente adherido.

Y así se realizan las piezas siguientes:

"Sprinklers" para aspersión, válvulas de bomba, agitadores, boquillas, surtidores, venturis, conteras de distribuidores, turbinas, hélices de triturador, cuerpos de bombas, de compuertas y correderas y poleas diversas.

#### 2.6.5. SEMI-FORZADO. CULTIVOS TEMPRANOS O TARDIOS

El fin del semi-forzado es obtener cosechas precoces o tardías con un aumento en el rendimiento de los cultivos de verduras, con ayuda de una pantalla transparente.

Durante mucho tiempo, el único material empleado en semi-forzado ha sido el vidrio en cubierta de chasis, pero no lo empleaban más que los hortelanos. Por otro lado, el aumento de nivel de vida de los últimos veinte años ha modificado el gusto de los consumidores, que más exigentes demandan verduras todo el año.

Esta evolución es la que ha decidido a muchos agricultores a orientarse hacia el cultivo de verduras de pleno campo y equiparse de invernaderos. Los plásticos utilizados en semi-forzado son esencialmente los filmes flexibles

de polietileno y de policloruro de vinilo pastificado, armado o no.

En los primeros momentos del semi-forzado plástico, el filme flexible se empleaba en general como cubierta de un chasis plano de madera o metal; pero con gran rapidez los usuarios comprendieron que empleando el plástico de este modo no se ponían de manifiesto todas sus cualidades, en especial su flexibilidad que permite la confección de túneles particularmente adaptados a la recepción de los rayos luminosos, sin sombras proyectadas como pueden tenerlas las instalaciones recubiertas de chasis.

#### 2.6.6. TUNELES DE SEMI-FORZADO

##### Definición

El túnel plástico de semi-forzado es un abrigo bajo, con forma semicilíndrica y muy próxima a ella; recubierto de un filme de polietileno o de policloruro de vinilo.

##### Utilización de estos túneles

El túnel plástico, ha encontrado amplio mercado en el cultivo de verduras de pleno campo. Estos abrigos permiten aumentar la precocidad, obtener una calidad superior a la media y con frecuencia un aumento en el rendimiento, no exigiendo más que pequeñas inversiones.

### Espesor del filme

Los filmes utilizados en semi-forzado tienen, en general, un espesor que varía entre 5/100 y 12/100, el más utilizado es el de 10/100.

### Duración de los Filmes

El filme de polietileno se degrada por la acción de los rayos solares y no podrá utilizarse más que un año.

El filme de PVC no armado y obtenido a partir de formulaciones especiales para agricultura es más resistente y puede durar dos temporadas de exposición continua. El filme de PVC armado, de buena calidad, dura tres años. A bajas temperaturas el polietileno conserva toda su flexibilidad.

El PVC comercializado hace algunos años corría el peligro de ponerse rígido en las proximidades de 0°C., pero las nuevas formulaciones no presentan ya este inconveniente y el filme de PVC se comporta bien a esta temperatura.

En conclusión, el polietileno y el PVC poseen unas cualidades muy semejantes, pero con algunas diferencias que permiten orientar la elección hacia un tipo o hacia otro.

Puede decirse que el polietileno, material muy barato, guardará un lugar primordial en el cultivo de verduras de pleno campo, pero el PVC dispondrá de una posición envidiable cuando lo que se busque es la precocidad.

Todas las operaciones de semiforzado realizadas con túneles de polietileno o de PVC plastificado (reforzado o no) han demostrado el interés que tienen los materiales plásticos. En efecto, los túneles ofrecen las siguientes ventajas:

- A) Permiten aumentar la precocidad, que será del orden de tres semanas a un mes con respecto a las cosechas al aire libre, e incluso de algunos días a veces con respecto a los cultivos bajo vidrio. No hay que olvidar que el túnel deberá tener un cierto volumen, pues la experiencia ha demostrado que la precocidad es función del volumen de aire disponible; es necesario disponer de 0,40 metros cúbicos de aire por metro cuadrado de cultivo, es decir, que el abrigo tenga una altura de 40 centímetros.
- B) Aumentan los rendimientos. Los resultados obtenidos bajo plástico con frecuencia son superiores a los registrados bajo vidrio.
- C) Constituyen una protección de las plantaciones contra las heladas y la intemperie. Mantienen igualmente la vegetación en condiciones de humedad y temperatura que favorecen la germinación regular y el cultivo.
- D) Son fáciles de colocar y manejar y se adaptan fácilmente a la configuración del terreno.
- E) Exigen pequeños gastos de inversión o de sustitución de los filmes estropeados, en comparación con la amortización y gastos de entretenimiento del material clásico.

### 2.6.7. LOS INVERNADEROS DE PLASTICO

El desarrollo de los invernaderos ha sido particularmente importante en los últimos años y no parece que haya terminado.

Son varias las razones de esta evolución:

El aumento de nivel de vida ha modificado el gusto del consumidor y le permite exigir durante todo el año legumbres verdes u otros productos que antes sólo se consumían en la temporada correspondiente. Los horticultores se ven, pues, en la obligación de producir mejor, más pronto e incluso fuera de tiempo, y a un precio de costo menor.

Como no siempre se puede aumentar la superficie de que se dispone, el agricultor, para aumentar su renta, tiende hacia cultivos de gran provecho, en superficies reducidas. Intenta poner a sus cultivos, abrigo de las condiciones climáticas exteriores y asegurar así la precocidad de su cosecha; al mismo tiempo, puede proyectar un plan de cultivo y seguirlo, cosa que los caprichos del tiempo no le permitirían en el caso de cultivo al aire libre.

#### Definición del Invernadero Plástico

Se trata de una construcción recubierta de plásticos translúcidos, filmes o planchas destinados a adelantar la precocidad de las plantas y con dimensiones tales que permiten el trabajo mecánico, al abrigo de la intemperie. Estos invernaderos se hacen con filmes flexibles de polietileno, PVC, o bien con planchas rígidas de poliéster estratificado con fibra de vidrio.



## Características Generales

### Ligereza

El poco peso de los plásticos permite la utilización de armazones más finos, tanto menos pesados cuanto más débiles son las cargas. Se reducen así a las zonas con sombra.

### Movilidad

Esta ligereza facilita el desplazamiento de los abrigos, permitiendo con ello que el usuario pueda situarlos fácilmente en terrenos nuevos; esto facilita la alternancia metódica de cultivos y no obliga a realizar costosas desinfecciones del suelo. Por lo mismo, el poco peso de las planchas de poliéster, flexibilidad y solidez, hacen posible la construcción de invernaderos rodantes de poliéster, que están llamados a rendir grandes servicios en la horticultura.

### Flexibilidad

La flexibilidad de los filmes de PVC o de polietileno, e incluso de las placas, permite la construcción de invernaderos de forma redonda (en forma de asa de panera, semicilíndrica, de arco de círculo o de techumbre abovedada) que favorecen una mejor penetración de radiaciones solares.

### Transparencia a las radiaciones solares

Es sensiblemente la misma en todos los materiales utilizados en cubiertas de abrigo.

Esta permeabilidad se traducirá en un calentamiento diurno bastante considerable y un enfriamiento nocturno que, si bien es bastante rápido en teoría, en la práctica se verá compensado por la pantalla que son las condensaciones.

Todos los materiales plásticos conservan permanentemente un elevado grado hidrométrico; ésto favorece ciertos cultivos, tales como pepinos y tomates.

### Ventilación y Calefacción

La ventilación debe ser mayor en invernaderos de plástico que en los de vidrio. Conviene hacerla por la mañana temprano, antes de que suba la temperatura dentro del invernadero, sea el tipo que se calienta o no.

### Estanqueidad Glosario (que no deja filtrar el agua)

Es una de las cualidades esenciales de los invernaderos de plástico, especialmente de los recubiertos con filmes flexibles.

### Resistencia al Granizo

La resistencia a las granizadas de los invernaderos y abrigos de plástico es notable. Prácticamente no existen gastos debidos al granizo; esto supo-

ne ahorrarse el seguro contra este tipo de siniestro.

### Diferentes tipos de invernaderos

De un modo general y según el plástico utilizado se distinguen dos tipos de invernaderos:

#### A) Invernaderos cuya cubierta está constituida por un filme flexible.

Tales abrigos pueden ir provistos de sistemas de calefacción, de riego y de ventilación, y sin embargo, estamos en presencia de un útil que sigue siendo barato y que puede revelarse como un excelente medio de producción, sin pretender, no obstante, tener todas las ventajas de los "invernaderos rígidos".

#### B) Los invernaderos cubiertos con planchas rígidas.

La ligereza y la flexibilidad del material de cobertura permiten el empleo de armaduras ligeras, concebidas especialmente para estas planchas y con formas nuevas abovedadas; estos invernaderos pueden dotarse sin dificultad de todos los equipos modernos: calefacción, ventilación, riego, etc.

### Abrigos-Invernaderos

Se llama abrigo-invernadero a abrigos que tienen de 5 a 7 m. de anchura por 2 a 2.50 m. de alto. Están constituidos por elementos que pueden añadirse unos a otros; esto hace que su longitud pueda pasar de los 200 metros.

## Invernaderos con Cubierta de Polietileno

### El Polietileno

El polietileno ha sido el primer plástico empleado, debido a su bajo precio. Sucesivamente han ido apareciendo:

#### LOS INVERNADEROS CON ARMADURA DE MADERA

Hacia 1960, los armazones iban cubiertos de una hoja de polietileno de 20/100 de espesor, clavada o prendida a la madera. Poco a poco se fueron aligerando las armaduras, por lo que el filme, que ya no quedaba sujeto por un soporte suficiente, tenía tendencia a flotar al viento; también solía sujetarse con una rejilla metálica o mallas más o menos grandes.

Aún hoy existe este modelo de invernadero, fabricado por el propio usuario.

Los invernaderos no calentados pueden rendir grandes servicios en las regiones meridionales, dando una precocidad interesante con ciertos cultivos, tales como lechuga y tomate.

#### INVERNADEROS CON ARMADURA METALICA

Se trataba de abrigo ligeros, en los que la hoja se mantenía por varios procedimientos; uno de los más conocidos era el de "clips" plásticos, que sujetaba el filme sobre los tubos.

El filme se mantenía mediante una red de malla grande o mediante alambrada soldada a la armadura.

En otro tipo de abrigo con armadura metálica, el filme se mantenía mediante dos mallas de nylon en emparedado.

Sin embargo, en estos dos tipos de invernadero no se han resuelto de modo satisfactorio los problemas de fijación del filme y de su fácil sustitución. Por otro lado, la pared que formaba la hoja era demasiado delgada y no permitía la calefacción del invernadero en buenas condiciones; era preciso, pues, poner doble capa con otro filme.

#### INVERNADERO CON FUNDA DE POLIETILENO

La armadura metálica es tubular y está dividida en elementos que, unidos por sus extremos, forman un túnel; cada elemento, en forma de arco de unos 2 metros de longitud, se cubre con una funda que se mete como una media; la tensión del filme se realiza por varios procedimientos.

Las ventajas del invernadero con funda que forma doble pared son numerosas:

El polietileno colocado se degrada rápidamente por la acción de los rayos ultravioletas y es conveniente cambiar la hoja todos los años. Por otro lado, el principio de vestir la armadura es simple, aunque largo. Una vez colocada la funda, ésta contiene dentro de sí un colchón de aire, aislante térmico muy de apreciar en el caso de calentar el invernadero. Utilizándolo como abrigo

frío, se nota que la variación de temperatura es más lenta que en el exterior.

Las dimensiones de un invernadero suelen ser: 5 a 7 metros de ancho y 2 a 2.50 metros de altura, permitiendo así el trabajo mecánico.

La ventilación es fácil, puesto que se hace por elementos que se elevan sobre los demás, uno de cada dos o tres.

El sistema de anclaje es bueno y resiste bien los vientos.

Los invernaderos se desplazan fácilmente de un año para otro; esto permite la alternancia de cultivos en condiciones satisfactorias así como el mejor control del suelo desde el punto de vista sanitario y de fertilización.

#### INVERNADEROS HINCHABLES (BURBUJA)

Se trata de una estructura neumática que tiene el aspecto de una gran burbuja de aire, constituido esencialmente por un filme de polietileno incoloro de gran anchura y de un ventilador provisto de un motor eléctrico de poca potencia.

El montaje es simple: Para un filme de polietileno de 35 x 12 metros se hace una zanja en el suelo sobre las cuatro esquinas del filme, salvo un sitio, donde se coloca un ventilador para dirigir el aire bajo el filme. Tres horas más tarde se dispondrá de un invernadero plástico neumático de tres metros de alto y semicircular, con forma de copa. La misión del ventilador será desde entonces mantener una ligera presión en el interior del invernadero.

Para entrar en él puede construirse una puerta doble de paredes estancas; esto lleva consigo una pérdida mínima de presión de aire.

Las características de los invernaderos burbuja son las siguientes:

- Luminosidad superior a la de otros invernaderos, como consecuencia de no tener postes: la ausencia de soportes puede facilitar la mecanización de las labores.
- El contenido de humedad es siempre bastante elevado en este tipo de invernadero.
- En caso de ruptura en cualquier parte del filme, éste se derrumba; será preciso, pues, un material que dure y no se rompa; los agujeros pequeños han de repararse con facilidad. Es posible utilizar doble pared, que hará también buen papel desde el punto de vista del aislamiento.
- No hay partes de la construcción en las que puedan colgarse las plantas (tomates, pepinos). Esta dificultad puede resolverse mediante postes que se colocarán en el suelo.

#### INVERNADEROS CON CUBIERTA DE POLICLORURO DE VINILO ARMADO O NO

Del mismo modo que la idea de revestir el armazón con una funda favoreció el desarrollo de los invernaderos con polietileno, el hecho de haber reforzado la hoja de policloruro de vinilo es el que ha permitido su utilización en cubiertas de abrigo y contribuido al desarrollo que se observa actualmente.

El filme de PVC plastificado y transparente posee numerosas cualidades, y en particular presenta un aislamiento térmico excelente; y así, tiene la ventaja de transmitir al suelo la casi totalidad del calor solar (80% de las radiaciones infrarrojas), al tiempo que retiene el 70% del calor liberado por la radiación natural del suelo, de tal suerte que un abrigo recubierto con filme de PVC tendrá una temperatura superior a la del exterior, en una noche fría y clara.

Pero esta ventaja térmica era difícilmente explotable como cubierta de abrigos, ya que la hoja de PVC no existía en anchuras de más de 1.40 metros. También, para utilizar este filme en buenas condiciones, los constructores de invernaderos han juzgado conveniente modificar este material soldando las hojas entre sí y armándolas con redes de poliéster o de nylon; esto refuerza los filmes y absorbe las solicitaciones mecánicas a las que están sometidos. Se obtiene así una cubierta que se fijará sobre una estructura reducida por el hecho de la buena solidez de este material de cobertura.

#### INVERNADERO TUNEL

Puede alcanzar 6 m. de anchura y 2 a 3 m. de altura. Estos abrigos tienen diversas posibilidades de ventilación; el procedimiento más original consiste en un casquete adaptado a la cubierta del abrigo y provisto de una especie de "agallas" que suministran una buena ventilación.



#### 2.6.8. SOMBREADO DE INVERNADEROS

Durante el verano, y para limitar la temperatura de los invernaderos y evitar un soleamiento demasiado fuerte, (que sería perjudicial para las plantas) los horticultores y labradores utilizan tradicionalmente el blanqueamiento con ayuda de cal.

Este blanqueamiento tiene siempre un carácter precario, ya que está expuesto a la intemperie; por otro lado, no permite devolver a los cultivos la integridad del espectro solar.

Se han hecho buenos progresos mediante mallas de plástico o esteras de sombreado con mallas teñidas más o menos grandes. Pueden emplearse diversos dispositivos muy ingeniosos:

En el interior, bajo la techumbre de los invernaderos.

En el exterior, sobre semilleros e invernaderos.

Incluso solos, independientemente de cualquier abrigo; en efecto, por encima de los cultivos a proteger, pueden colocarse alambres bien tensos.

Las ventajas de estas mallas de sombreado son las siguientes:

Las plantas puestas así a la sombra se protegen perfectamente y no necesitan mancharse con las operaciones de blanqueamiento. Puede obtenerse el porcentaje de sombra deseado para los cultivos previstos; esto hace que el siste-

ma sea extremadamente flexible.

Las mallas de sombreado devuelven a las plantas todas las radiaciones útiles para su crecimiento.

Las operaciones de poner y quitar las mallas son muy sencillas, teniendo en cuenta la ligereza del material. Su empleo permite realizar una economía de mano de obra apreciable, ya que no es preciso subir sobre los invernaderos para quitar la cal.

Este material hidrófugo y que no se pudre permite realizar instalaciones simples y ligeras, que pueden cubrir grandes superficies y están abocados a rendir grandes servicios a los agricultores modernos.

#### 2.6.9. CALEFACCION Y VENTILACION DE INVERNADEROS

##### CALEFACCION

Los problemas que presenta la calefacción de invernaderos y abrigos de plástico son parecidos, en su conjunto, a los que se encuentran en otros tipos de invernaderos.

Sin embargo, es preciso tener en cuenta las particularidades de los plásticos, así como de su transparencia a las radiaciones de longitud de onda larga y corta.

La calefacción ha de mantener uniforme la temperatura deseada en el inver-

nadero, compensando las pérdidas de calor que pueden producirse sin por ello producir una desecación excesiva de la atmósfera.

La calefacción de los invernaderos plásticos obliga a tener en cuenta las observaciones siguientes:

La desecación de la atmósfera bajo invernadero plástico es mucho menos peligrosa que en invernadero de vidrio, ya que los plásticos tienen la propiedad de condensar y retener el vapor de agua en forma de gotitas que se depositan en la pared interna del invernadero.

Cuando aumenta la temperatura en el invernadero tiene lugar la evaporación del agua de la pared, aumentando así la humedad relativa de la atmósfera interior; de este modo, se amortigua sensiblemente el "choque térmico" provocado por la elevación brutal de la temperatura y en mayor grado que lo sería en un invernadero de vidrio.

Las pérdidas de calor que pueden tener lugar en el interior del invernadero son de tres clases:

- 1o. Pérdidas de calor por convección entre el interior del invernadero: A este respecto, y a pesar del poco espesor de alguno de los filmes, los plásticos se comportan más o menos lo mismo que el vidrio.
- 2o. Pérdidas debidas a las radiaciones infrarrojas largas emitidas por el suelo o los vegetales y susceptibles de volver a atravesar los materiales más o menos transparentes a estas radiaciones: Estas pérdidas por radia-

ción tienen lugar cuando no hay posibilidad de condensación de agua en la superficie inferior de los plásticos, fenómeno que ocurre pocas veces debido a las propiedades de los plásticos indicados anteriormente. Recordemos que con los invernaderos de filme plástico doble, que dan una estanqueidad excelente, o simplemente con cualquier tipo de invernadero forrado con un filme de polietileno situado a 4 ó 5 cm. de su pared se logra una economía de calefacción del orden del 30%.

30. Pérdidas eventuales debidas a la ventilación artificial o natural y a la evapo-transpiración.

## VENTILACION

En invierno puede ser conveniente disminuir más el porcentaje de humedad de la atmósfera dentro del invernadero y prever para ello un dispositivo de ventilación.

Durante la estación caliente, el invernadero de plástico concentra el calor a causa de su estanqueidad, aquí convendrá el poder cambiar el aire completamente y disminuir la temperatura ambiente gracias a un dispositivo apropiado.

Tanto en invierno como en verano, la ventilación de los invernaderos de plástico plantea a los usuarios un problema bien delicado; en efecto, en el estado actual en que se hallan nuestros conocimientos y con los medios económicos de que pueden disponer los usuarios de los invernaderos, esto implica la abertura de ventanucos, chimeneas de ventilación o de "oídos" laterales; estos sistemas necesitan la realización de aberturas que pueden hacer más pesados los

armazones y en todo caso son perjudiciales para la estanqueidad del invernadero.

#### 2.6.10. RIEGO EN INVERNADERO

Las plantas bajo abrigo no reciben agua, como es lógico. Hay que suministrarla, pues, para dar artificialmente a la planta lo que debe responder a sus exigencias fisiológicas: Creación de órganos, circulación y transporte de los elementos nutritivos; pero también lo que es necesario para la humidificación del aire, favorable para una buena respiración; finalmente, una cierta cantidad suplementaria de agua y conveniente a los cultivos bajo invernadero para limpiar el suelo de éste.

Se necesitan de 600 a 1.000 mm. de agua por año, que se repartirán según la temperatura, cultivo, estado negativo, naturaleza del suelo, etc.

Esta agua ha de permitir tres operaciones:

1. Un riego ligero de 5 mm., para mantener un estado de humedad necesario para los cambios gaseosos al nivel de las hojas, por un lado, y líquido/sólidos sobre el suelo por otro.
2. Un riego de 20 a 40 mm., que es el verdadero riego y sirve, por tanto, para el transporte de los elementos nutritivos.
3. Una purga o lavado, dos veces por año, en la que se distribuyen en el suelo doscientos milímetros para eliminar las sales complejas que salen a la su-

perficie por ósmosis, formando depósitos cristalinos. Se trata de acumulaciones residuales de abono, sulfato amónico, cloruro amónico, etc., que hay que solubilizar y eliminar. Para satisfacer esta purga se necesita absolutamente de una red de drenaje y debe seguirse en el colector la eficacia del tratamiento, analizando las aguas y el grado hidrotimétrico; para no destruir la estructura del suelo es preciso controlar la cantidad de agua.

#### 2.6.11. PELICULAS (FILMS) PARA INVERNADEROS

Las propiedades que deben presentar los materiales plásticos para invernaderos son las siguientes:

- 1) Gran Transparencia.
- 2) Buena Estanqueidad..
- 3) Ligereza.
- 4) Movilidad.
- 5) Economía.
- 6) Resistencia a los Agentes Climáticos (viento, lluvia, granizo).
- 7) Fácil Control del Medio Ambiente (temperatura, humedad).

La transparencia a las radiaciones solares debe ser entre el 75 y 85 %, esto permite que el invernadero se caliente rápidamente durante el día y acumule calorías para proteger a las plantas de las bajas temperaturas nocturnas.

La estanqueidad es importante, por ser un material flexible de fácil adaptación a cualquier tipo de estructura.

ESTR. TESIS NO REPT  
BIBLIOTECA  
6179  
SALIN DE LA  
1961

Los films o películas por su ligereza (aproximadamente cien veces menor al vidrio) no precisan de armazones pesados. Los techos curvos se consiguen gracias a la flexibilidad, lo cual permite una mayor penetración de la radiación solar.

A pesar de su ligereza y flexibilidad son materiales resistentes a los vientos, lluvias y granizos no existiendo prácticamente gasto alguno en reparaciones a lo largo del año o de la temporada.

El control del medio ambiente es fácil de realizar ya que permiten la adaptación de ventilación y riego adecuados ya sean manuales o automáticos.

A nivel internacional existen varios fabricantes de este tipo de películas entre los que se encuentran la compañía Alcludia en España que ofrece los polietilenos CP-124 de dos campañas de duración y un espesor de 200 micras y el CP-117 también de dos campañas de duración.

En nuestro país tanto en el Instituto Mexicano del Petróleo como en la empresa "Plásticos del Futuro" se están desarrollando formulaciones especiales con las características que nuestros terrenos y climatologías demandan. Se fabrican en un ancho de 6 y 8 metros en diversos espesores para uso agrícola.

## 2.6.12. LOS MATERIALES PLASTICOS Y EL AGUA

### Recogida del agua de lluvia

Cuando no hay ríos y no existen manantiales, cuando perforar un pozo sea una empresa imposible, ¿dónde encontrar agua?

Puede salvarse la situación extendiendo un filme sobre el suelo, ya que cada milímetro de lluvia representa un litro de agua por metro cuadrado ( 1 Ha. = 10.000 litros por milímetro recogido).

Esta puede ser una solución económica en terrenos calcáreos o en las mesetas. Un año pluviométrico de 500 mm. representa 5.000 metros cúbicos de agua por hectárea.

### Filme tubular para riego

De polietileno negro (protegido contra los rayos ultravioletas).

Bobinas de 180 a 200 metros.

Presión: 0.8 a 1 kilo.

Caudal: 5 m<sup>3</sup>/h. para 100 metros, 40 mm. diámetro.

Dos perforaciones cada 20 cm. de 0.8 mm. de diámetro.

### Transporte de Agua

En horticultura aún hoy se utilizan acequias y canales para el riego con surco.



Con frecuencia, así es como se pierde la mayor parte del agua bombeada o distribuida.

Extendiendo un filme de polietileno sobre la zanja se evitan las infiltraciones y el gasto excesivo de agua.

Mejor aún, un filme tubular permite el transporte de agua sin que sea necesario el trabajo de superficie, con lo que los "caballones" ya no impedirán que los materiales móviles tengan acceso a los cultivos; el filme tubular puede enrollarse fácilmente y transportarse de una parcela a otra.

Las uniones se realizan con trozos de tubo metálico.

Con un poco de cinta adhesiva se impide que el filme tubular se pinche por el contacto con las abrazaderas de cierre.

### 2.6.13. CORTAVIENTOS

Es un modificador de microclima al mismo tiempo que protege de los efectos mecánicos del viento. Históricamente el cortavientos apareció hace ya varios siglos para proteger a las personas, los animales y los vegetales en sectores muy venteados de ciertos valles en las orillas del mar, en las grandes llanuras y desiertos.

Desde hace unas decenas de años, ciertas investigaciones han demostrado que los efectos de protección mecánica contra el viento no eran las únicas ventajas de los cortavientos, sino que también crean un medio favorable en cuanto

a una mejor evapo-transpiración.

En Francia MM. Bouchet y Guyot, y otros investigadores han subrayado las ventajas siguientes:

- Mejor reposición en agua del suelo;
- Aumento de la temperatura en los climas húmedos;
- Disminución de la temperatura en climas secos;
- Aumento de la humedad del aire y del suelo;
- Mejoramiento de las cualidades físicas y químicas del suelo;
- Aumento de la temperatura en primavera.
- Aumento de la fotosíntesis de las plantas (los estomas permanecen abiertos durante más tiempo);
- Aumento de la cosecha, que a veces sobrepasa el 15%.

En efecto, el cortavientos se opone a la pérdida grande del potencial energético suministrado a la planta y protege el cultivo.

Los setos naturales, espesuras y cortinas de árboles y muros de piedra, presentan grandes inconvenientes:

- Sitio que ocupan;
- Colocación de larga duración;
- Sostenimiento caro (poda);
- Competencia al cultivo en lo referente al agua y estercoladuras;
- Foco de infección, zona de roedores, pájaros e insectos;
- Peso elevado.

Para ser efectivo un cortavientos debe dejar pasar el 50% del viento, con objeto de hacer la masa de aire en movimiento y evitar las turbulencias hacia abajo. Actúa en profundidad sobre una distancia igual a veinte veces su altura.

Las redes de plástico son utilizadas por horticultores y arbolistas en los huertos e incluso en zonas de gran cultivo, remolacha, pastos, etc., así como por ganaderos (corderos: lucha contra el frío) en montaña (protección contra la nieve).

Las redes de plástico se montan sobre hilos de hierro que a su vez se fijan en postes bastante fuertes y sólidamente sujetos al suelo.

#### 2.6.14. CONCLUSIONES

Con el avance tecnológico que la industria del plástico nos ofrece en la actualidad y en especial el enfoque a la agricultura disponemos de nuevos materiales y aplicaciones que se consideraban inconcebibles en otra época.

Los buenos resultados de estas aplicaciones a esta actividad económica en otros países nos da la pauta a seguir y a plantearnos el reto de aprovechar al máximo nuestros terrenos y recursos, para convertir terrenos productivos que antes no lo eran, y a optimizar los cultivos de infinidad de especies agrícolas.

Con la información técnica antes expuesta disponemos de los parámetros para el diseño o diseños adecuados de elementos constitutivos de un invernadero para la optimización del cultivo hortícola en zonas desérticas y semi-desér-

ticas.

Sería extenso y repetitivo el mencionar las ventajas de estas aplicaciones de los materiales plásticos, y por ello sólo se hace énfasis en que la aplicación de estos materiales a la agricultura ha sido un éxito, planteando nuevas aplicaciones o nuevas formas de las mismas ya realizadas.

## 2.7. SISTEMAS DE RIEGO

Existen varios sistemas de riego, que van desde los manuales, o por surcos hasta los mecanizados ya sean automáticos o semi-automáticos.

En esta área el diseño industrial en conjunto con la ingeniería mecánica y de fluidos han conjuntado esfuerzos para la obtención de sistemas adecuados de la distribución y dosificación de agua a los diferentes cultivos.

Tan sólo como forma ilustrativa se enumeran los principales sistemas y sus aplicaciones:

### A) Por Aspersión

Utilizado para cubrir áreas muy grandes o considerablemente amplias del cultivo. Puede ser: Fijo; 2) Semifijo y 3) Portátil.

Fijo y Semifijo: Requiere de la instalación de tuberías subterráneas o superficiales y de elementos fijos o giratorios distribuibles del agua en forma de abanico.

Portátil: Utilizando tubería plástica flexible trasladada de un lugar a otro

elemento(s) distribuidores que también en forma de abanico esparcen el agua, evitando la instalación de la costosa tubería metálica.

B) Mini Aspersión

Es un sistema adaptable a los invernaderos de dimensiones considerablemente grandes, con capacidad de 2 a 3 Km/cm<sup>2</sup> en (la tubería).

C) Sistema por Exudación (Viaflo)

Sistema subterráneo (10 cms bajo tierra) utilizado en cultivos lineales como fresa, jitomate, hortalizas, etc. Propio para utilizarse en invernaderos de todas dimensiones.

D) Por Goteo

Utilizado para proporcionar raciones de agua, bien medidas individualmente a cada espécimen vegetal de una plantación o también en general, pudiendo ser el goteo superficial o subterráneo.

### 2.7.1. CONCLUSIONES

Para cada tipo de cultivo se elige el sistema de riego más adecuado tanto por las necesidades bioquímicas de cada vegetal como por las dimensiones de los terrenos y por la economía de instalación, equipo, distribución del líquido.

Se debe considerar también el costo de mantenimiento de estos sistemas así como los gastos operacionales en sí, como lo sería equipo de bombeo y personal (mano de obra) para que éstos entren en funcionamiento.

III.- ANALYSIS

### 3.1. INTRODUCCION

Al realizar un análisis es necesario el plantear las siguientes preguntas y darles respuesta; lo que nos dará, las directrices requeridas en nuestro trabajo: ¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿Por qué?, ¿Con qué? y ¿En dónde?

### 3.2. DESARROLLO

#### 3.2.1. EL QUE

Se pretende diseñar un invernadero para la optimización del cultivo de hortalizas en tierras desérticas y semi-desérticas, que minimizando el consumo de agua, por las propiedades de los materiales plásticos, proporcionen la humedad necesaria para el desarrollo de las plantas en un medio hostil como lo es el desierto.

Ya se ha planteado el concepto de que no deja de existir agua en los desiertos, el problema radica en el índice de filtración del líquido en el suelo y la fuerza de los rayos ultravioleta que en exceso daña a la mayoría de las plantas.

#### 3.2.2. EL COMO

En este punto, han de establecerse las condiciones que deban de modificarse del medio ambiente y las que se hayan de crear artificialmente, y son las siguientes:

#### A) Obtención del agua por diferentes medios:

- a) Captación y almacenamiento pluvial: Es decir "recolección" de agua de las lluvias y su posterior almacenamiento en un depósito cerrado para evitar pérdidas por evaporación.
- b) Por medio de pozo profundo: Aplicación de las técnicas ya conocidas para extraer agua del subsuelo por succión.
- c) Transportación por medio de vehículos o de tubería de los lugares más cercanos a la plantación y su respectivo almacenamiento.

#### B) Control del Consumo de Agua:

- a) Por Filtración: La tierra deberá prepararse para que contenga los elementos necesarios para el desarrollo vegetal.
- b) Pérdidas por Evaporación y por Transpiración: La evaporación desde el suelo mismo y la transpiración de las plantas; para controlar ésta pérdida de agua basta con "encerrar" la plantación en un invernadero-túnel. Este dedicado a especies que no desarrollen mucha altura y consuman más agua de la que pudiese suministrársele. Estos invernaderos-túnel pueden variar en sus dimensiones, pero se les considera como túneles por no rebasar de ancho los 3 metros aunque de alto alcancen hasta los 6 metros. Ahora bien, el hecho de que se le considere un buen medio para controlar el consumo o pérdida de agua es sencillo; al elevarse el agua en estado gaseoso y hacer contacto con las paredes y el techo del invernadero-tú-



nel, éste se condensa y por propiedad del, o los materiales, las gotas no caerán directamente sobre las plantas sino resbalarán por las paredes volviendo al suelo proporcionando de nuevo humedad a las plantas. Así mismo la transparencia de los materiales permite la entrada de luz suficiente para el buen desarrollo vegetal.

### C) Control de los Rayos Ultra-violeta del Sol:

Limitar la temperatura dentro del invernadero-túnel, es un punto básico para que pueda realizar un desarrollo vegetal, dadas las inclemencias del calor en las zonas desérticas.

Como se expone anteriormente en la sección: Los plásticos en la agricultura en el punto "Sombreado de invernaderos plásticos" vemos que el método más adecuado para proporcionar un sombreado adecuado es por medio de mallas de plástico teñidas más o menos grandes, pudiéndose emplear en tres formas diferentes:

- a) En el interior: Bajo la estructura de los invernaderos.
- b) En el exterior: de los invernaderos.
- c) Solos: Independientes de cualquier abrigo por encima de los cultivos.

#### Ventajas:

- 1) Las plantas quedan protegidas perfectamente sin necesidad de mancharse por los sistemas anteriores que consistían en un blanqueamiento por medio de cal.

- 2) Puede obtenerse el porcentaje de sombra deseado para el cultivo previsto; haciendo ésto del sistema un proceso muy flexible.
- 3) Las mallas devuelven a las plantas todas las radiaciones útiles para su crecimiento.
- 4) Por lo ligero del material, se facilitan las operaciones de quitar y poner.
- 5) Se economiza en mano de obra ya que se evitan las tareas de subir sobre los invernaderos para quitar la cal.
- 6) Las mallas son de un material hidrófugo y que no se pudre, que permite realizar instalaciones ligeras, que cubren grandes superficies.

D) Riego en Invernadero:

Las plantas al estar bajo abrigo no reciben agua y hay que suministrársele artificialmente para que responda a sus exigencias fisiológicas, además de que es necesaria la humidificación del aire favorable para una buena respiración.

Según el estado vegetativo, el cultivo, la temperatura y la naturaleza del suelo, la necesidad de agua varía de 600 a 1,000 mm. anuales, permitiendo tres diferentes operaciones:

- a) Mantener un estado de humedad para los cambios gaseosos al nivel de las hojas y líquidos y sólidos sobre el suelo, 5 mm. anuales.

- b) Un riego de 20 a 40 mm. para el transporte de los elementos nutritivos, siendo éste el verdadero riego.
- c) Una purga o lavado 2 veces por año, distribuyendo en el suelo 200 mm. para eliminar las sales complejas que salen a la superficie por ósmosis; para no destruir la estructura del suelo es preciso controlar la cantidad de agua.

Para un buen funcionamiento de equipo sin tener gastos excesivos (diámetro demasiado grande) se necesitan al menos 3 kg. de presión.

### 3.2.3. EL POR QUE

La razón o el por qué se proyecta un sistema de esta naturaleza es la siguiente:

México es un país de extensión territorial considerablemente grande: 1'972,545 Km<sup>2</sup>, ésto significa el 14° lugar en tamaño en comparación con todos los demás países del mundo, siendo el más grande Rusia con un total de: 22'402,200 Km<sup>2</sup>, pero aunque en números y a primera vista nos da la impresión de que existen suficientes tierras para cultivar, una gran parte de esa extensión está cubierta por cordilleras que atraviesan al país en toda su extensión desde el norte hasta el sur, dejando en la parte central y norte del país las mesetas más grandes, que por naturaleza es la configuración terrestre más apropiada para la producción agrícola.

Por desgracia, esta zona de mesetas está constituida por suelos semidesérticos. ¿Por qué no aprovechar toda esta zona, si existen los recursos para lo-

grarlo?

Además de esta circunstancia de carácter geográfico, existe una razón más fuerte e importante: la densidad de población en México, que es de 63 millones de habitantes aproximadamente.

¿Tendrá el país la capacidad para producir los alimentos para mantener a su propia población para cuando transcurran 10 ó 20 años?

¿Cómo han hecho países europeos como Francia y España para producir alimentos y fibras naturales para el vestido, en zonas con climas tan extremosos?

Ahora es el tiempo de aprender de países como ellos las formas, materiales y procedimientos adecuados para hacer producir a cualquier tipo de tierras y climas.

#### 2.2.4. CON QUE?

Por ser un proyecto experimental éste está sujeto a inversiones de tipo institucional o gubernamental, para realizarse en los campos experimentales del I.N.I.A.

Existen muchas variantes o posibilidades de "¿con qué?" se puede volver productiva una zona desértica o semi-desértica, éstas son todas las mencionadas dentro de la investigación, pero de ellas se han de seleccionar las más adecuadas.

A continuación se presentan los diferentes medios, sus aplicaciones y objetivos.

### Invernaderos Plásticos - Abrigos Invernaderos

**Objeto:** Su principal objeto es el de proporcionar un abrigo de las condiciones climáticas exteriores, asegurando así la precocidad de las cosechas, proporcionando la posibilidad de proyectar un plan de cultivo y seguirlo, cosa que los caprichos del tiempo no permiten, en el caso de cultivo al aire libre.

**Características:** Ligereza, movilidad, flexibilidad, transparencia a las radiaciones solares, humedad del aire, estanqueidad (conservación de agua) resistencia al granizo.

### Sombreado de Invernaderos Plásticos

**Objeto:** Limitar la temperatura de los invernaderos y evitar un soleamiento demasiado fuerte.

**Ventajas:** Las plantas reciben todas las radiaciones necesarias para su crecimiento, quedando perfectamente protegidas; sus operaciones de instalación y desinstalación son muy sencillas por la ligereza de los materiales.

### Mantas de Plástico

**Propiedades:**

- 1) Excelentes Aislantes.

- 2) Garantizan una perfecta aclimatación.
- 3) Son impermeables e imputrescibles.
- 4) Son translúcidas.
- 5) De fácil colocación y fijación sobre invernaderos.
- 6) Permiten el ahorro de mano de obra.
- 7) Son muy ligeras y manejables.
- 8) Tienen gran duración.

### 3.2.5. EN DONDE?

Para establecer el lugar donde se instalarán los invernaderos debe de considerarse, de manera importante, el hecho de que se ha de experimentar con él, por lo que se recurre a la zona norte, marcada en los mapas de las páginas anteriores, de las zonas agrícolas; no sólo por la climatología, sino por el hecho de que en La Laguna, Coahuila, se encuentra la sede del Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte (CIAN), dependiente del Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA) de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

Así mismo de que en la ciudad de Saltillo, Coahuila, se cuenta con el apoyo científico y tecnológico del Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA) con el doctor Enrique Campos López, mexicano, doctorado en Israel en el campo agrícola.

### 3.2.6. CUANDO?

Por el hecho de que se trata de luchar contra un medio hostil por lo extremo de sus climas, este inciso se responde de una manera lógica y concisa, así mismo íntimamente ligado con el punto ¿Dónde? ya que sólo así podremos analizar la mejor época del año en la que se considere posible o más favorable para la producción agrícola.

Otro aspecto importante que cabe señalar es que este proyecto está aún en la etapa experimental, por lo que deben iniciarse pruebas lo más pronto posible y así llegar a la perfección del mismo y aplicarlo en forma masiva.

Siendo la zona norte a la que se enfocará el estudio y más propiamente dicho el oeste de Coahuila, donde reina un clima seco de estepa, con temperaturas extremosas de 40°C a la sombra en verano y con inviernos de fuertes nevadas, por lo que las épocas del año apropiadas serán terminando el verano y todo el otoño, ya que en invierno es demasiado frío y el período de primavera es muy corto.

#### IV.- CONCLUSIONES



Después de haber realizado el análisis y tomado en cuenta los datos obtenidos en la investigación de los diferentes puntos y aspectos involucrados se llega a las siguientes conclusiones:

Debe facilitarse el armado de la estructura de un abrigo invernadero-túnel, ya que representaría un verdadero sacrificio humano y un gasto enorme de recursos materiales y equipo para soldar o cortar y ensamblar una estructura de metal o de madera en pleno desierto, siendo de muy caro y difícil transporte de una ya pre-armada.

Ahora bien, ¿cómo facilitar este armado?

Partiendo del análisis constitutivo de una estructura de esta naturaleza se llega a la conclusión, que diseñando unos conectores que permitan un ensamble rápido y seguro entre las secciones componentes de la estructura y que a su vez posean la propiedad de girar sobre las mismas secciones obteniendo así los ángulos necesarios en la estructura para unir la parte superior que deberá ser de preferencia curva con el fin de obtener una máxima difusión de luz, permitiendo la penetración óptima de los rayos solares al interior del invernadero.

Las dimensiones del invernadero serán: 3 metros de ancho en la base, 2 metros de alto y de largo podrán ser indefinidos, ya que lo más corto serían de 3 metros, lo que mide cada sección recta, y lo más largo no tiene límite, toda la estructura será en P.V.C. por las siguientes razones:

a) De poco peso.

- b) Economía, ya que la producción de artículos plásticos implica un menor consumo de energía en comparación con todos los metales.
- c) Protección del filme; si existe contacto directo de partes metálicas con el filme se degradará disminuyendo su duración.

Igualmente para la instalación del filme se ha pensado en una grapa plástica que substituya a los métodos convencionales protegiendo el filme y dando una mayor seguridad; ya que ésta se dispondrá a lo largo de cada sección proporcionando mayor área de agarre.

El sistema de riego será por aspersión y estará constituido por una línea tendida a todo lo largo del invernadero y sujeta a la parte superior del mismo por medio de una "U" convencional, y por unos aspersores de función simple; es decir trabajar por su diseño dando una "cortina" o abanico de agua por la presión obtenida de un sistema de bombeo.

Por otra parte, considerando el hecho de que en los desiertos mexicanos sí llueve, se dispondrá de un sistema recolector de aguas pluviales consistentes en extender del mismo filme del invernadero sobre un canal excavado lateralmente a este último, y ese mismo canal o canales (uno por cada lado de cada invernadero) a un canal que se dirigirá a un depósito subterráneo.

Los sistemas de sombreado convencionales (mallas de sombra) implican gastos de instalación, mantenimiento, además del gasto en la misma malla, por esto se ha llegado a la conclusión de que debe integrarse al mismo filme, imprimiéndole a éste unas franjas de color negro, haciendo éstas las veces de una

"persiana", dejando el paso a la luz sin transmitir el exceso de calor y de rayos ultra-violeta que en demasía impiden el desarrollo vegetal.

El sistema deberá contar también con un cortavientos que le proporcione una adecuada protección contra las fuertes ventiscas de los desiertos; éste, para que sea efectivo debe permitir el paso del 50% del viento y así no se produzcan turbulencias que serían muy perjudiciales.

V.- REQUERIMIENTOS

- 1) Se requiere de un abrigo, conocido como invernadero-túnel que dé la protección necesaria a las plantas y proporcione un alto grado de precocidad en el desarrollo vegetal, así mismo, que minimice el consumo de agua por evaporación y transpiración.
- 2) Es necesario un recolector o sistema de captación de aguas pluviales, para aprovechar y explotar el hecho de que en los desiertos llueve, aunque sea esporádicamente y en forma torrencial.
- 3) Se debe proteger a los cultivos de las exposiciones excesivas al sol, pero también se requiere el paso o transmisión de la luz suficiente para un desarrollo íntegro y completo de las plantas.
- 4) Es indispensable contar con un sistema de riego propio, de fácil y económico funcionamiento, para abastecer al cultivo de agua. (Ver sistemas de riego).
- 5) Han de considerarse los 3 principales factores para el desarrollo vegetal:
  - a) humedad; b) temperatura y c) luz.
- 6) Se requiere del apoyo de gente experimentada en la agricultura, por lo que en la zona elegida, debe existir algún campo experimental del INIA.

VI.- OBJETIVOS DE DISEÑO

- 1) De fácil transporte, siendo desarmable en su totalidad.
- 2) Facilitar el armado y desarmado del invernadero.
- 3) Evitar, mediante diseño, postes internos en el mismo.
- 4) Economizar en materiales, en comparación a los utilizados actualmente en la construcción de invernaderos.
- 5) Firmeza y seguridad, y a la vez facilitar la fijación del manto o abrigo, a la estructura.
- 6) El sistema de sombreado estará integrado al filme economizando el sistema y facilitando las instalaciones.
- 7) Sistema de riego, propio e interior en el invernadero.
- 8) Integrar éste a la estructura del mismo.
- 9) Que todo el sistema sea ligero (elección de materiales).
- 10) Resistente a las condiciones ambientales (viento, calor, frío, humedad, lluvia, etc.)
- 11) Evitar corrosión en sus partes.

12) Factibilidad de reemplazo de piezas.



## VII.- ANTROPOMETRIA Y ERGONOMIA

El Diseño Industrial es auxiliado por gran diversidad de ciencias, y estas dos, facilitan la labor del diseñador; su aplicación se ha incrementado en el campo de la industria desde los años 1945 - 1948.

### ANTROPOMETRIA

Es una ciencia que se dedica al estudio de las relaciones métricas y operativas de la totalidad y de las diversas partes del cuerpo humano.

Los datos antropométricos suministran al diseñador los promedios de peso y altura totales y parciales y los distintos parámetros métricos de los miembros del cuerpo humano en distintas posiciones.

En las páginas 110 a la 114 se presentan las tablas antropométricas realizadas por Henry Dreyfuss que se consideran concernientes a nuestro tema, las cuales marcaron las pautas para dimensionar adecuadamente los elementos del invernadero.

### ERGONOMIA

La palabra ergonomía procede de dos conceptos griegos que significan trabajo y ley, de ahí las costumbres o hábitos en el trabajo.

Esta ciencia se creó para estudiar el esfuerzo y capacidades humanas en las tareas operativas que el hombre desarrolla, su alcance lo delimitan los siguientes aspectos: Fisiológicos, anatómicos y psicológicos del hombre en sus alteraciones durante la actividad motriz desarrollada en el trabajo.

Como definición de ergonomía se podría dar la siguiente: "Es la tecnología de las comunicaciones en los sistemas hombres-máquinas, de donde la tecnología es la relación entre las ciencias y las técnicas, las comunicaciones entre el hombre y las máquinas mediante señales dadas por ciertos dispositivos, y los sistemas formados para alcanzar un fin común".

Los hechos que condujeron a la creación de esta nueva ciencia fueron provocados por las experiencias realizadas por los biólogos durante la II Guerra Mundial. Hasta entonces, los fisiólogos y psicólogos habían cooperado escasamente, por ello se proyectó establecer dentro de una ciencia el trabajo conjunto de ambas disciplinas; esta colaboración dio tan buenos resultados en los problemas bélicos, que se ha aplicado en tiempos de paz a los problemas industriales.

De esta manera fue como se desarrollaron los conceptos de: "ajustar el trabajo al trabajador" y "la máquina o herramienta al hombre", tanto en el ambiente laboral (industrial) como en el doméstico.

El campo de aplicación de la ergonomía es muy extenso ya que abarca desde la organización del campo laboral de la industria hasta la creación de los más variados útiles empleados en el trabajo profesional y doméstico.

En la actualidad, el uso de máquinas y herramientas ha alcanzado un grado de complejidad considerable en todos los ámbitos de nuestra vida social.

Entiéndase por los términos equipo - máquina a todos los instrumentos utilizados por las personas para realizar cualquier tarea, por esto todos estos

objetos-herramientas deben diseñarse en función de los factores ergonómicos que establecen sus relaciones con el hombre.

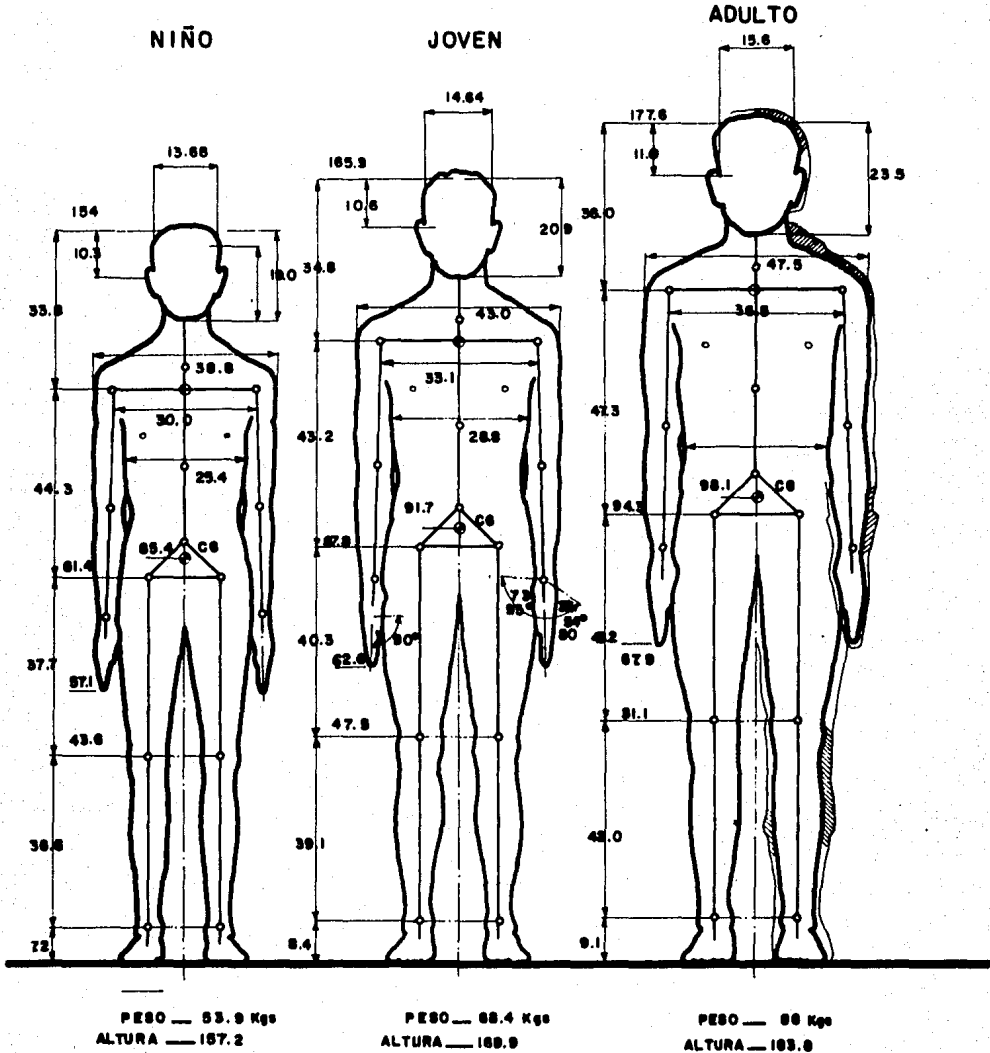
Concretamente en nuestro caso, las relaciones que nos marcan la pauta para realizar el diseño conforme a los factores ergonómicos son:

- a) Posiciones en las tareas de recolección.
  - b) Posiciones y movimientos, así como el equipo necesario para el armado de las estructuras proyectadas.
  - c) Tiempos de armado de las mismas considerando los factores climatológicos de las zonas aplicables.
  - d) Horario recomendable para la instalación del sistema:
    - 1) Armado de la estructura: Al anochecer(bajan las temperaturas).
    - 2) Instalación del Filme: a) pre-instalación: al amanecer, entiéndase por "pre-instalación" como la acción de "tender" el filme sobre la estructura; b) instalación: fijación por medio de las grapas.
- Esto se hace con el objeto de que el filme esté caliente y por lo mismo las moléculas del material que lo componen están distensionadas, es decir, el filme se ha "estirado" por la acción del calor al cual estará sometido a diario, y que al fijarlo siempre se mantendrá bien extendido y no se formarán bolsas al enfriarse al entrar la noche.

- e) Posibles tareas de mantenimiento del sistema.
- f) Horario recomendable de recolección: por las mañanas, ya que, aunque a la intemperie por la noche en los desiertos baja mucho la temperatura, dentro del invernadero la temperatura será elevada, y al mediodía o por la tarde sería muy caluroso efectuar esta tarea.

N.B. La conversión en las anotaciones de pulgadas a centímetros se hizo por factor 2.40 cm/plg. y no de 2.54 por ser tablas en promedio de población en U.S.A.

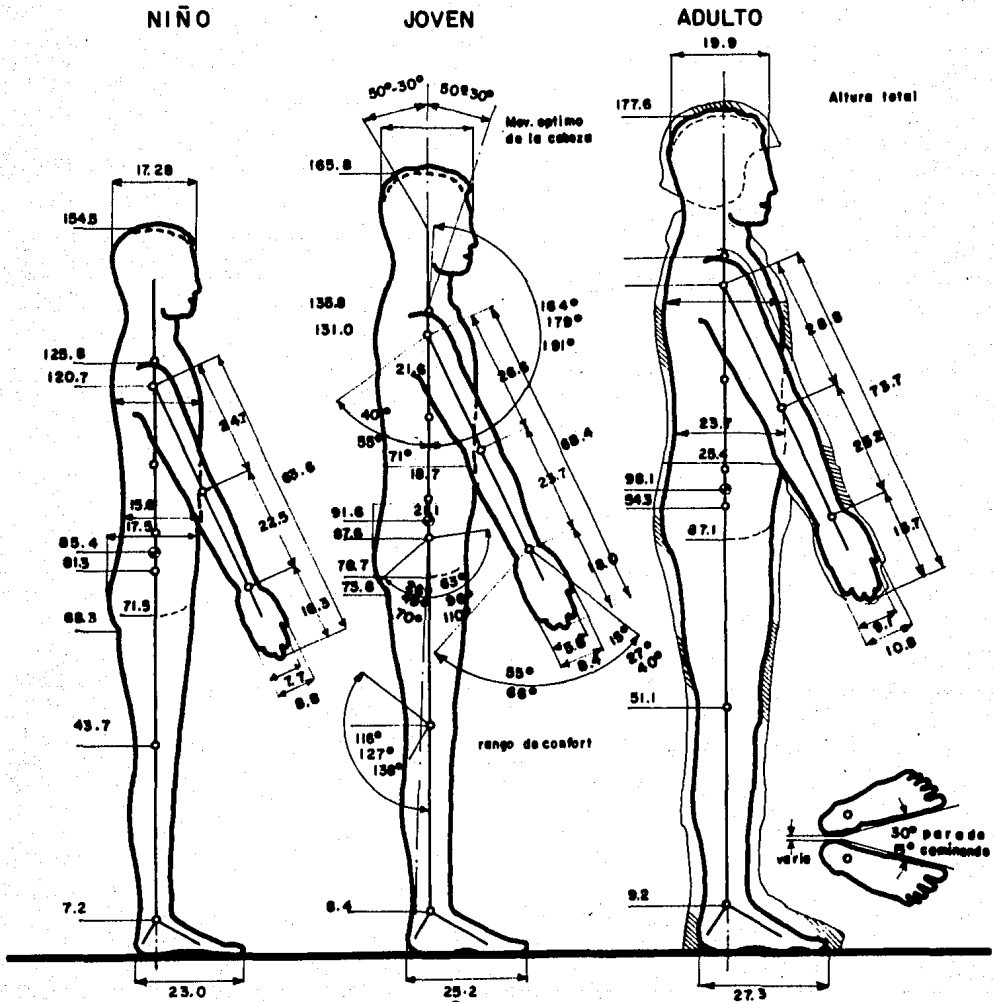
MEDIDAS PROMEDIO EN EL HOMBRE



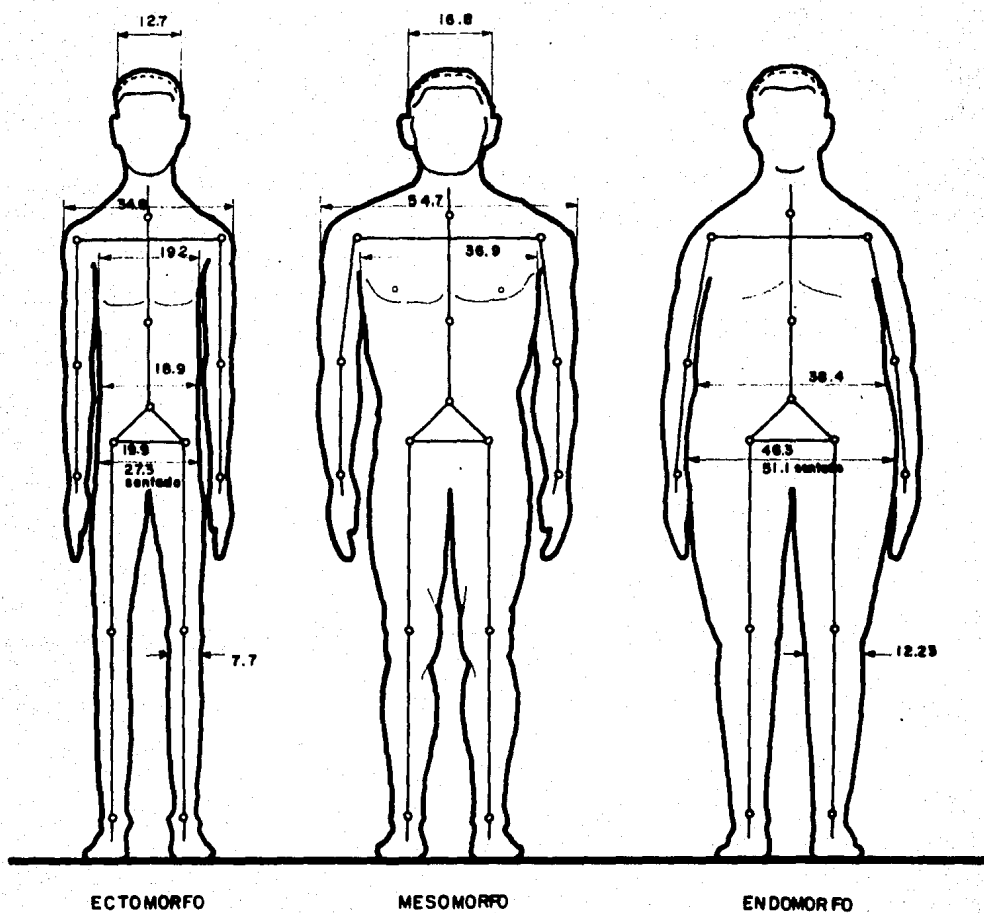
CG = Centro de Gravedad

# MEDIDAS PROMEDIO EN EL HOMBRE

FACTOR 2.40cm/ plg.



### 7.1.2. TRES TIPOS BASICOS DE CUERPO HUMANO

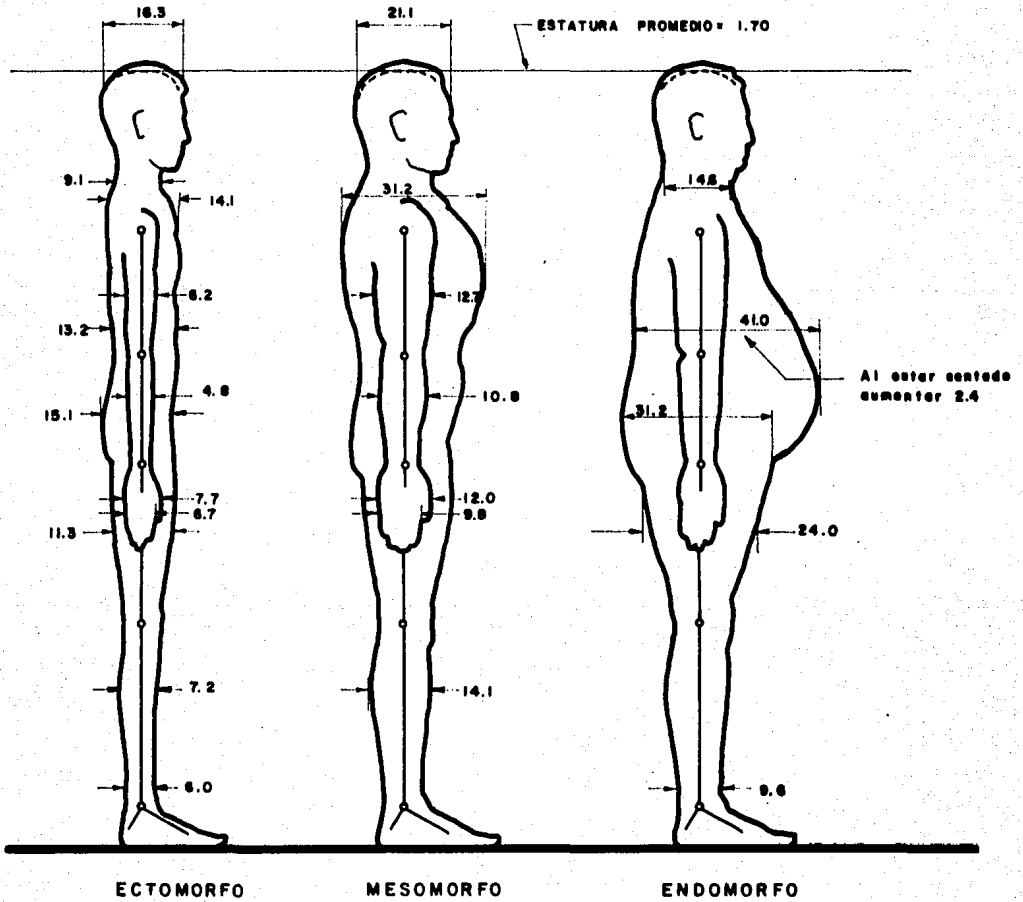




## TRES TIPOS BASICOS DE CUERPO HUMANO

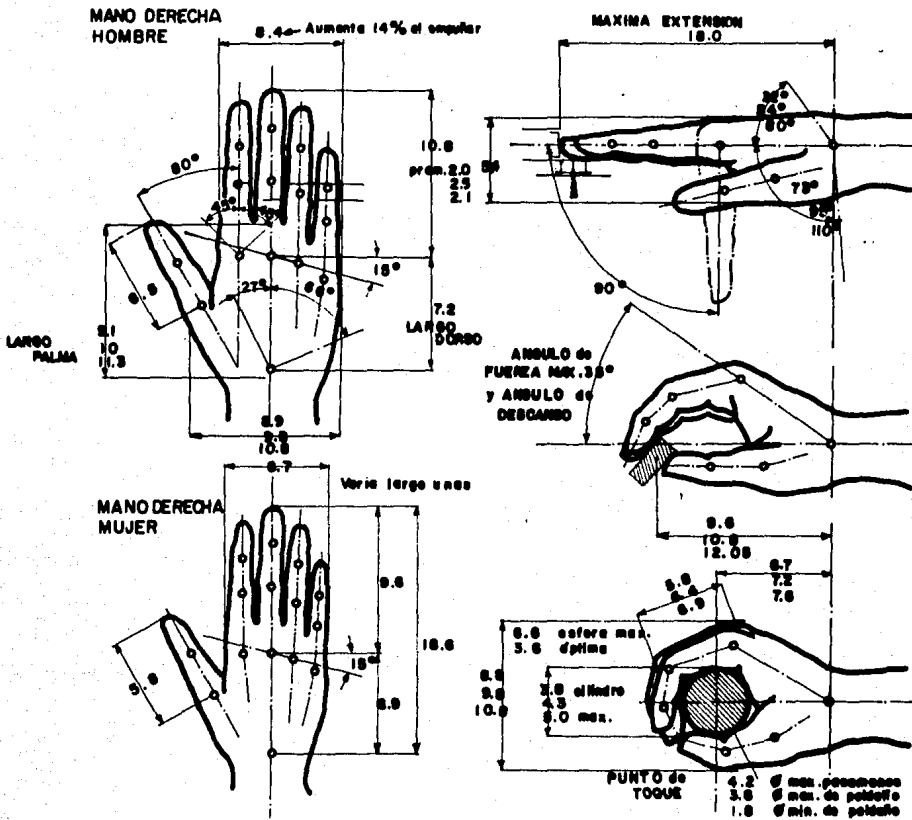
La mayor parte de los hombres se clasifican entre estos tres tipos.  
Todos los valores son medidas promedio.

Factor 2:4 cms/plg.



### 7.1.3 POSICIONES DE MANO

Factor 2.4 cms/plg.

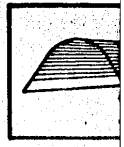
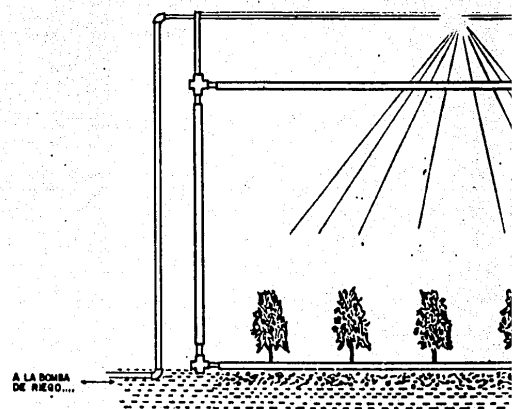
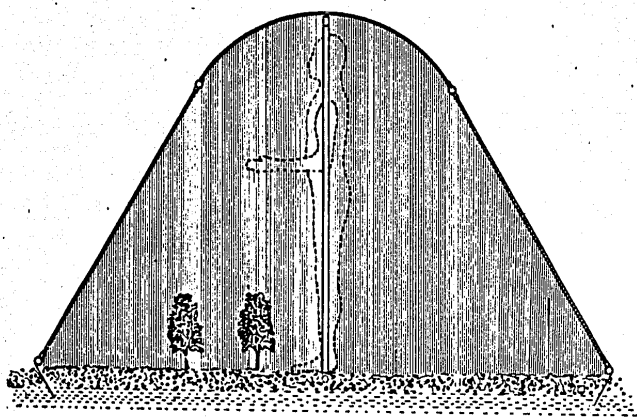


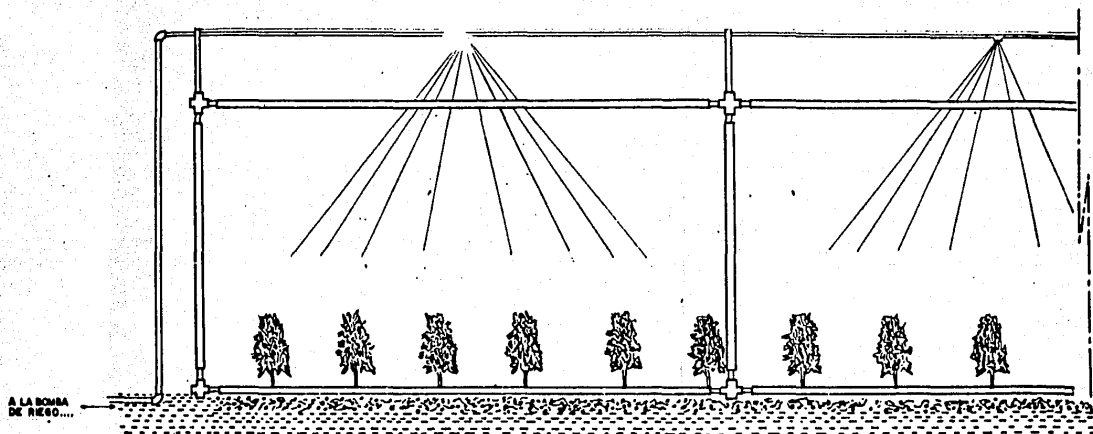
DATOS de MANO	HOMBRE			MUJER			NIÑO			
	25%	50%	97.5%	25%	50%	97.5%	6 años	8 años	11 años	14 años
Largo	18.3	18.0	19.7	14.8	16.8	18.0	12.2	13.4	15.0	16.8
Ancho	7.7	8.4	9.1	6.2	6.9	7.4	5.3	6	6.7	—
largo 3º dedo	9.6	10.8	12.0	8.6	9.6	10.8	6.9	7.6	8.4	9.6
largo Dorsal	6.7	7.2	7.7	6.2	6.9	7.4	5.2	5.8	6.7	7.2


## VIII.- PLANOS

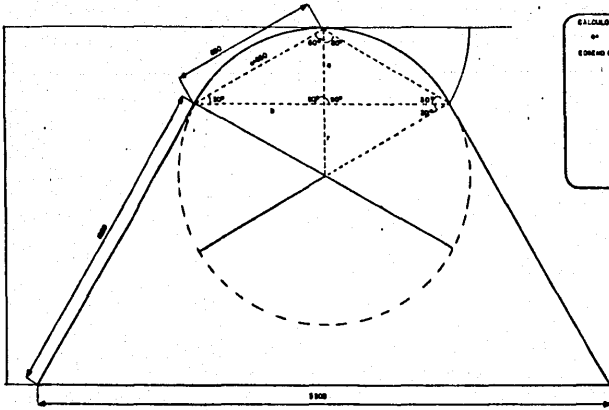
A continuación se presentan trece planos de construcción del invernadero, desde dimensionamiento y funcionamiento esquemático, diseño de partes, despiece y sistema de recolección de lluvia (IMPLOVIUM).

Para el dibujo de estos planos se utilizó el sistema conocido como del Tercer Diedro.



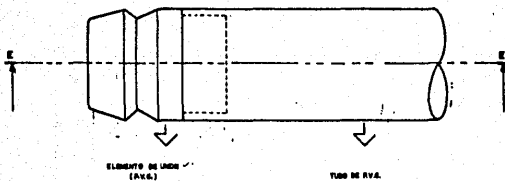
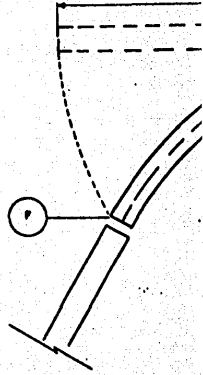


	<b>INVERNADERO PARA LA OPTIMIZACION DEL CULTIVO DE HORTALIZAS EN TIERRAS DESERTICAS Y SEMIDESERTICAS</b>		
	TESIS EN DISEÑO INDUSTRIAL		UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
	DISEÑO: JOSE ANTONIO GARCIA DE LA MORA		APROBO: D. ALFREDO MORENO DE LA COLINA
	ESCALA: 1/12.5	PLANO NUMERO: 1/13	FECHA: JUNIO DE 1954
	CONTENIDO: FUNCIONAMIENTO ESQUEMATICO DEL INVERNADERO		

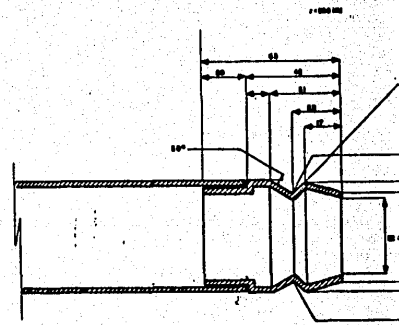


CALZADO INTERMEDIARIO		
Ø1	Ø2	Ø3
CONEJO 60° = 2	CONEJO 60° = 2	Ø 20
Ø = 500	Ø = 500	Ø 2 (16x3)
Ø = 500	Ø = 750	Ø 600

ESCALA 1:10.0



DETALLE "P"

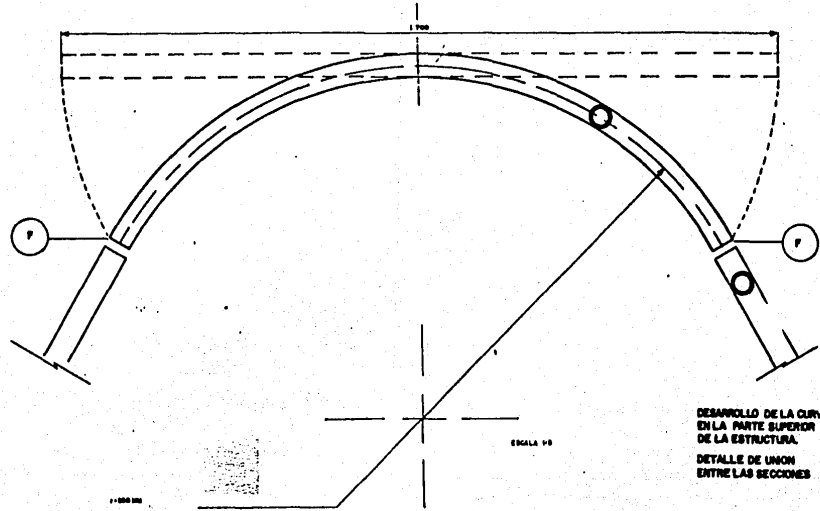


FIJACION ADHESIVO  
(ENTRE SECCIONES DE TUBO  
Y ELEMENTOS DE UNION)



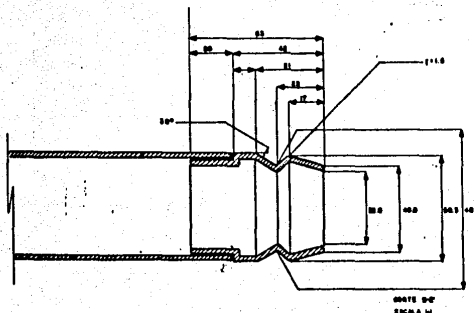
01	02	03
04	05	06
07	08	09
10	11	12
13	14	15
16	17	18
19	20	21
22	23	24
25	26	27
28	29	30
31	32	33
34	35	36
37	38	39
40	41	42
43	44	45
46	47	48
49	50	51
52	53	54
55	56	57
58	59	60
61	62	63
64	65	66
67	68	69
70	71	72
73	74	75
76	77	78
79	80	81
82	83	84
85	86	87
88	89	90
91	92	93
94	95	96
97	98	99
100		

ESCALA 1:0.5



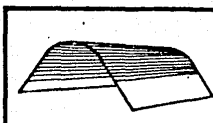
DESARROLLO DE LA CURVA EN LA PARTE SUPERIOR DE LA ESTRUCTURA.  
DETALLE DE UNION ENTRE LAS SECCIONES

ESCALA 1:0



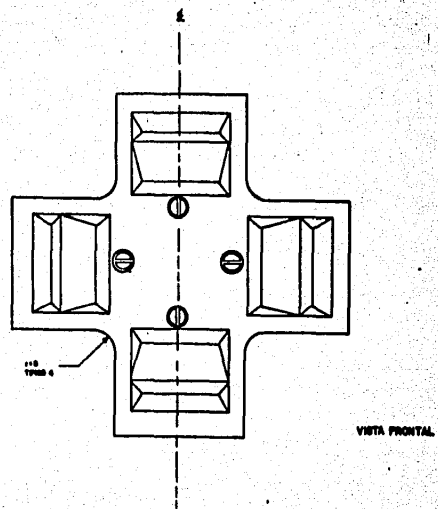
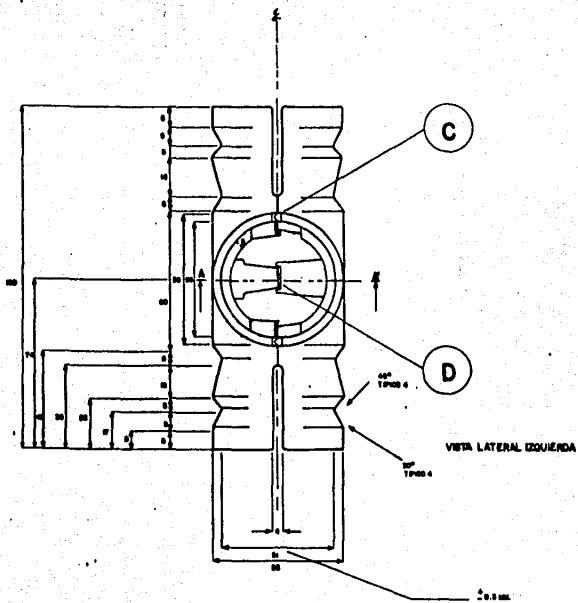
DETALLE "P"

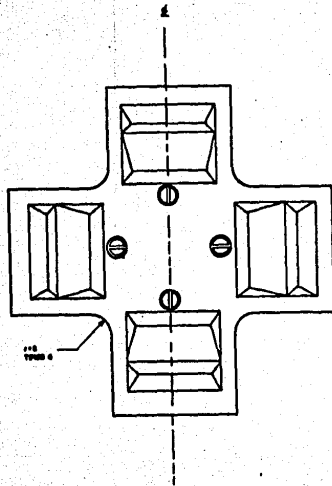
FIJACION ADHESIVO -  
(ENTRE SECCIONES DE TUBO  
Y ELEMENTOS DE UNION)



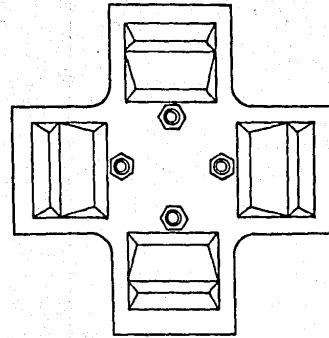
<b>INVERNADERO PARA LA OPTIMIZACION DEL CULTIVO DE HORTALIZAS EN TIERRAS DEBENTICAS Y SEMIDEBENTICAS</b>	
TESIS EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUADALAJARA
DISEÑO: JOSE ANTONIO GARCIA DE LA MORA	APROBO: D.L. ALFREDO MORENO DE LA COLINA
ESCALAS INDICADAS PLANO NUMERO 2/13	FECHA: JUNIO DE 1981
CONTENIDO: DIMENSIONAMIENTO - ELEMENTO DE UNION DE SECCIONES, DETALLE Y CORTE. CD/RS/SM.	





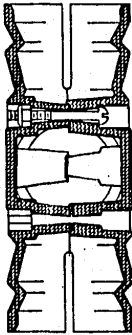


VISTA FRONTAL

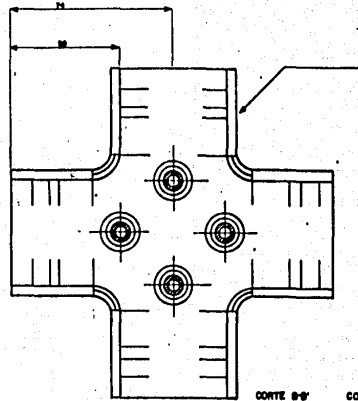


VISTA POSTERIOR

	<b>INVERNADERO PARA LA OPTIMIZACION DEL CULTIVO DE HORTALIZAS EN TIERRAS DESERTICAS Y SEMIDESERTICAS</b>	
	TESIS EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
	DISEÑO: JOSE ANTONIO GARCIA DE LA MORA	APROBO: EL ALFREDO MORENO DE LA COLINA
	ESCALA: 1/4	PLANO NUMERO: 1-3 / 18, 15
	CONTENIDO: VISTAS GENERALES DE CONECTOR. COTAS EN MIL.	



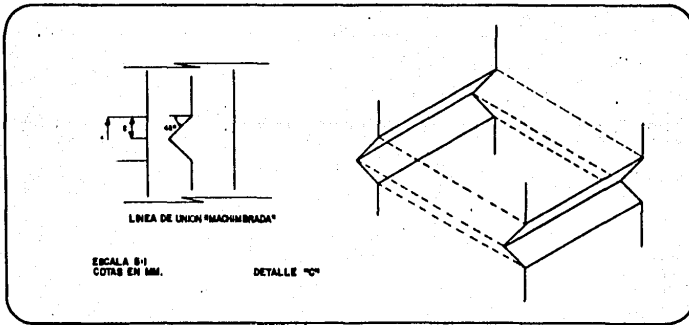
CORTE A-A



CORTE B-B

COTAS EN MM  
ESCALA 1/1

- ϕ 12 - 1000 (1/0")
- ϕ 8 - 1000 (5/16")
- ϕ 8 - 1000 (5/16")
- ϕ 12 - 1000 (1/0")

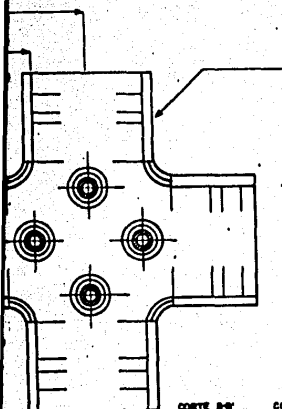


LÍNEA DE UNIÓN "MAGNIBRADA"

ESCALA 5/1  
COTAS EN MM.

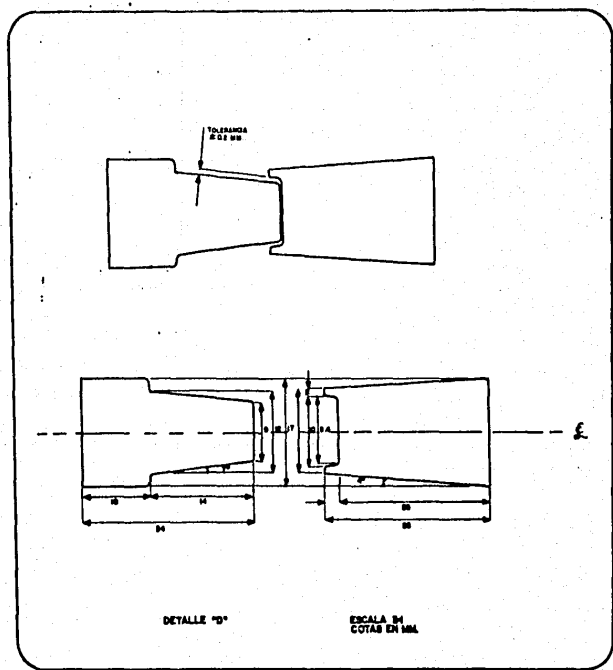
DETALLE 100



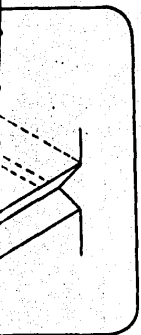


p1 = 4.7680 (1/8")  
 p2 = 8.7345 (1/4")  
 p3 = 8.7690 (1/4")  
 p4 = 17.4680 (1/2")

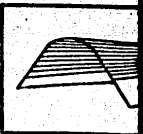
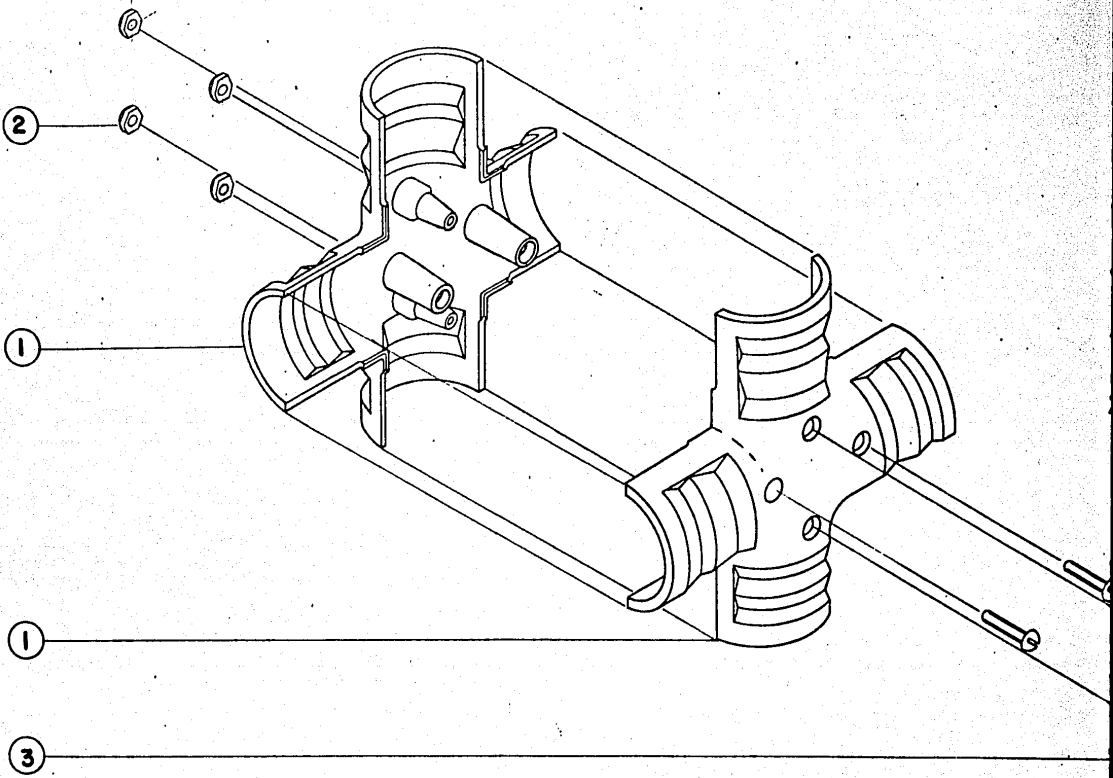
CORTE B-B'  
 COTAS EN MM  
 ESCALA 1:1

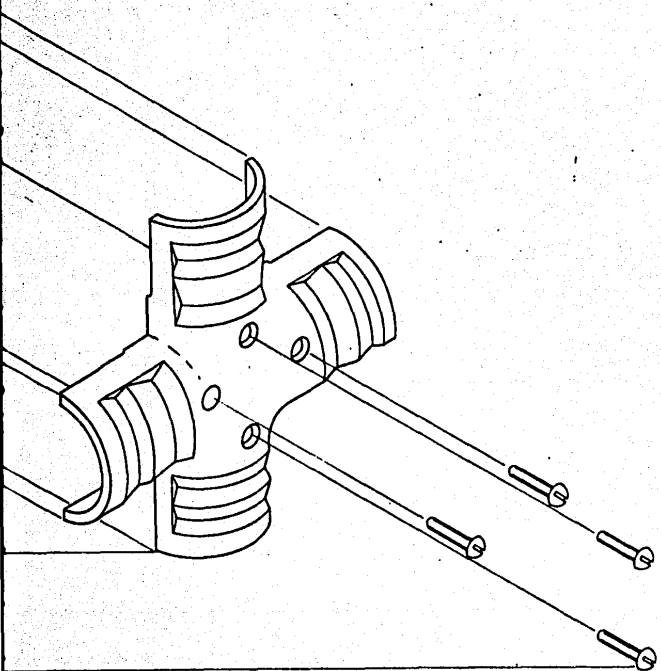


DETALLE D-D'  
 ESCALA 1:1  
 COTAS EN MM

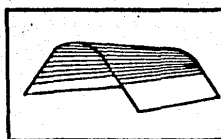


	<b>INVERNADERO PARA LA OPTIMIZACION DEL CULTIVO DE HORTALIZAS EN TIERRAS          DEBERTICAS Y SEMIDEBERTICAS</b>	
	TESIS EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
	DISEÑO: JOSE ANTONIO GARCIA DE LA MORA	APROBO: D.I. ALFREDO MORENO DE LA COLINA
	ESCALAS INDICADAS PLANO NUMERO 4/15	FECHA: JUNIO DE 1981
	CONTENIDO: CORTES Y DETALLES DEL CONECTOR	COTAS EN MM

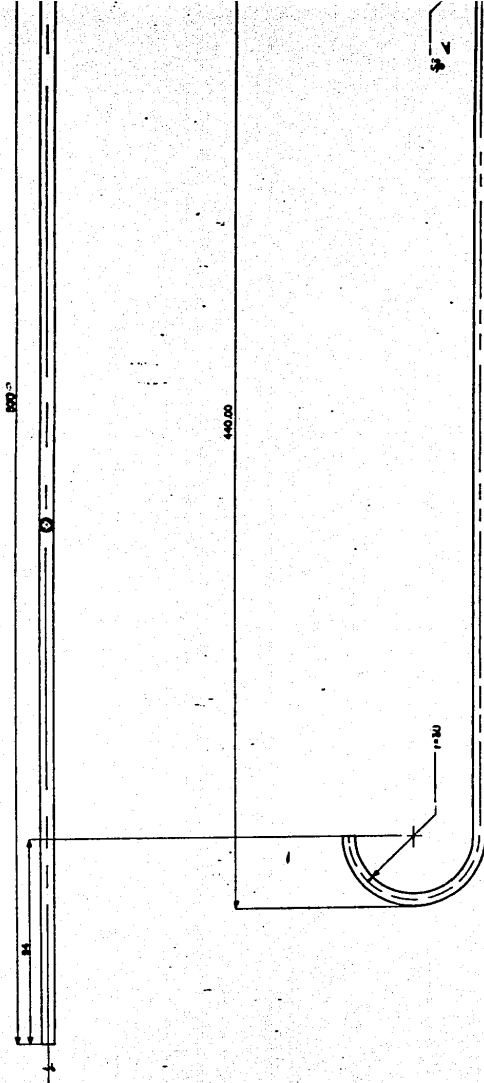
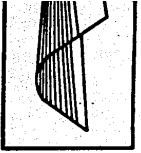


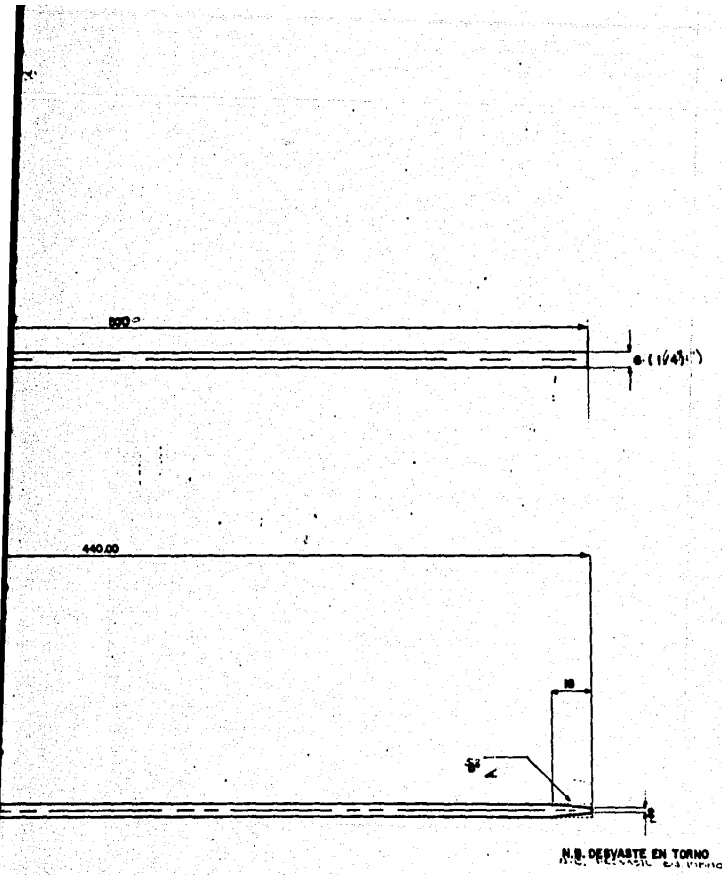


3	4	TORNILLO	ACERO INOX.	BRASA DE REBARA	NO. CATALOGO MAT. NIMBUNO
2	4	TUERCA	ACERO INOX.	NIMBUNO	NO. CATALOGO MAT. NIMBUNO
1	2	QUERPO	P.V.C.	NIMBUNO	FORMA Y TAMAÑO EJECUTIVO
Nº.	CTD.	DESCRIPCION	MATERIAL	ACABADO	OBSERVACIONES



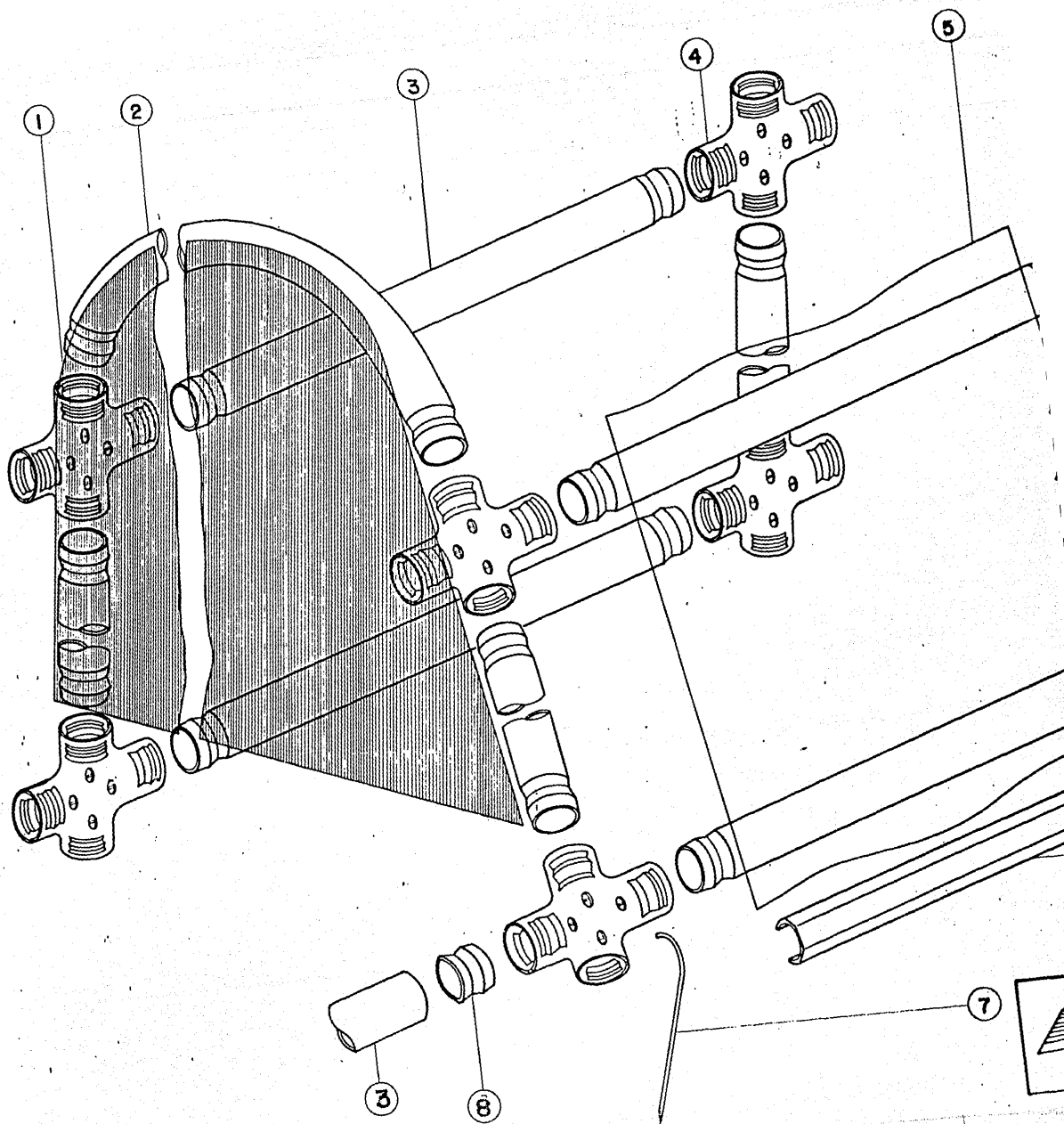
INVERNADERO PARA LA OPTIMIZACION DEL CULTIVO DE HORTALIZAS EN TIERRAS  
 DESERTICAS Y SEMIDESERTICAS  
 TESIS EN DISEÑO INDUSTRIAL      UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA  
 DISEÑO: JOSE ANTONIO GARCIA DE LA MORA      APROBÓ: DR. ALFREDO MORENO DE LA COLINA  
 ESCALA: 1:1      PLANO: 5/13      FECHA: JUNIO DE 1988  
 CONTENIDO: DESPIECE CONECTOR

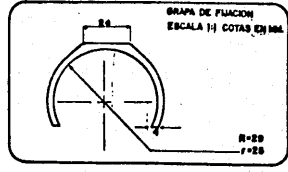
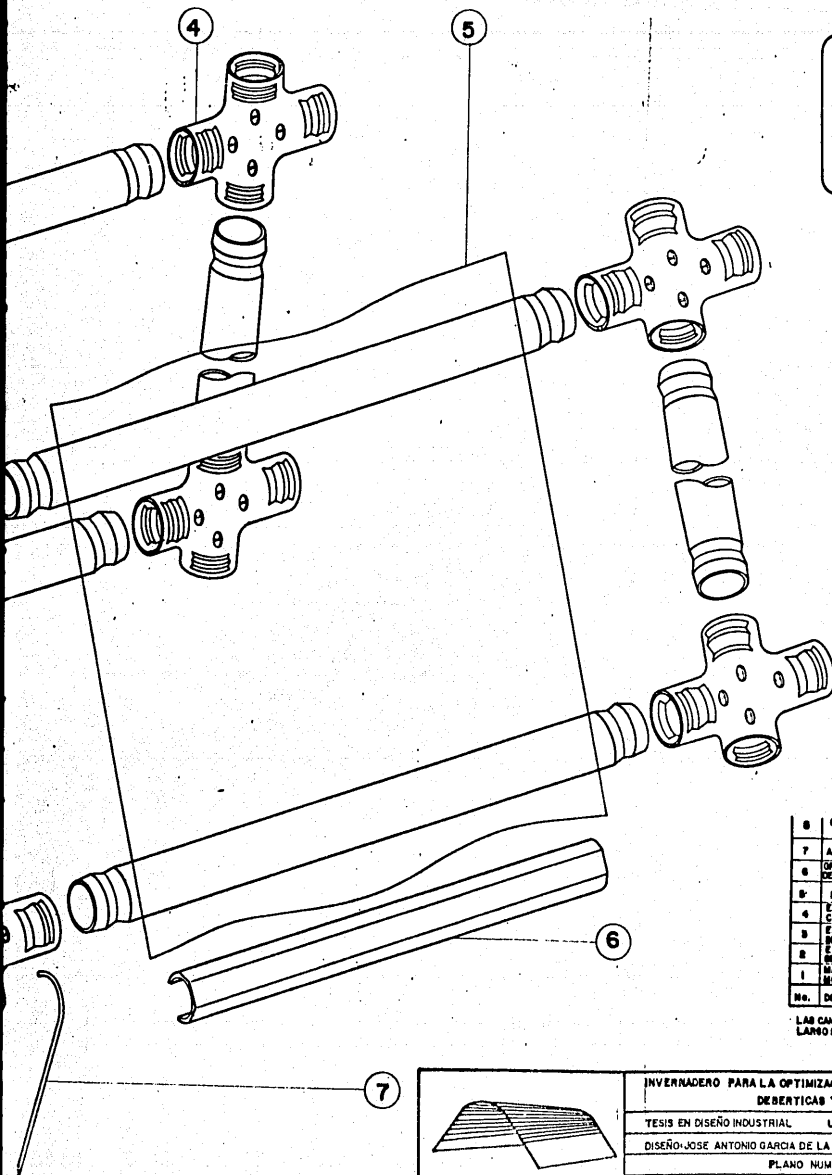




	<b>INVERNADERO PARA LA OPTIMIZACION DEL CULTIVO DE HORTALIZAS EN TIERRAS DESERTICAS Y SEMIDESERTICAS</b>	
	TESIS EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
	DISEÑO: JOSE ANTONIO GARCIA DE LA MORA	APROBO: DR. ALFREDO MORENO DE LA COLINA
	ESCALA: 1:1 COTAS EN: MM PLANO: 0/135	FECHA: JUNIO DE 1981
CONTENIDO: ANCLAJE - VISTAS - DESARROLLO		

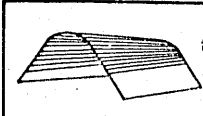






No.	DESCRIPCION	MATERIAL	ACABADO	OBSERVACION
6	CHUPON DE UNION	P.V.C.		PROCESO/ INYECCION
7	ANCLAJE	ACERO	CRUDO	
8	GRAN PLAZON DEL FILM YANILLA	P.V.C.		PROCESO/ EXTRUSION, FORMACION ESPECIAL
9	FILM	POLILETILENO	ESPESSOR MEDIANO	PROCESO/ INYECCION
4	ESTRUCTURA CONECTOR	P.V.C.		PROCESO/ INYECCION
5	ESTRUCTURA REG. RECTA	P.V.C.		
8	ESTRUCTURA REG. CURVA	P.V.C.		
1	MALLA MORDANTERO	FIBRA DE VIDRIO	MALLA-COLF. REG. MEDIANO	SE INSTALA EN LA ZONA EST.


LAS CANTIDADES NO SE ESPESIFICAN YA QUE DEPENDEN DE LO LARGO DEL INVERNADERO



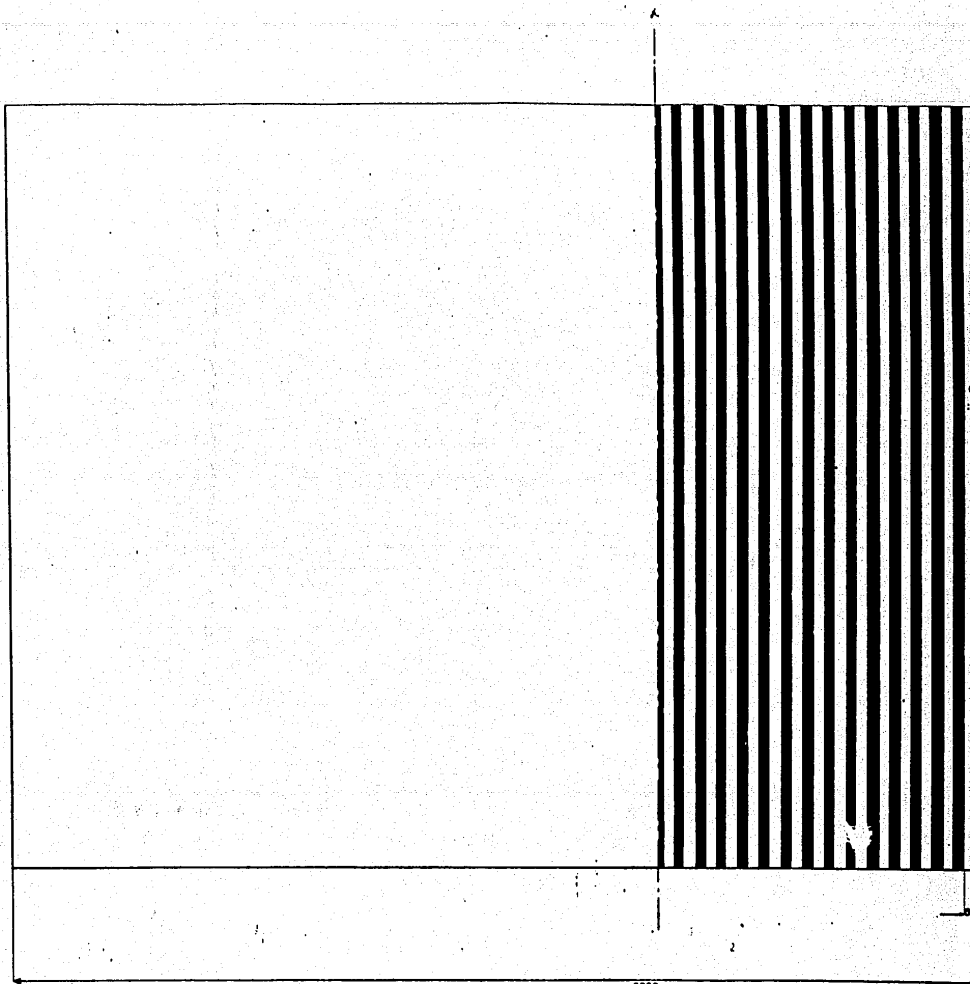
**INVERNADERO PARA LA OPTIMIZACION DEL CULTIVO DE HORTALIZAS EN TIERRAS DEBERTICAS Y SEMIDEBERTICAS**

TESIS EN DISEÑO INDUSTRIAL UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

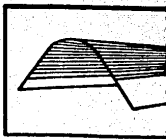
DISEÑO-JOSE ANTONIO GARCIA DE LA MORA APROBO D.I. ALFREDO MORENO DE LA COLINA

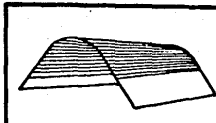
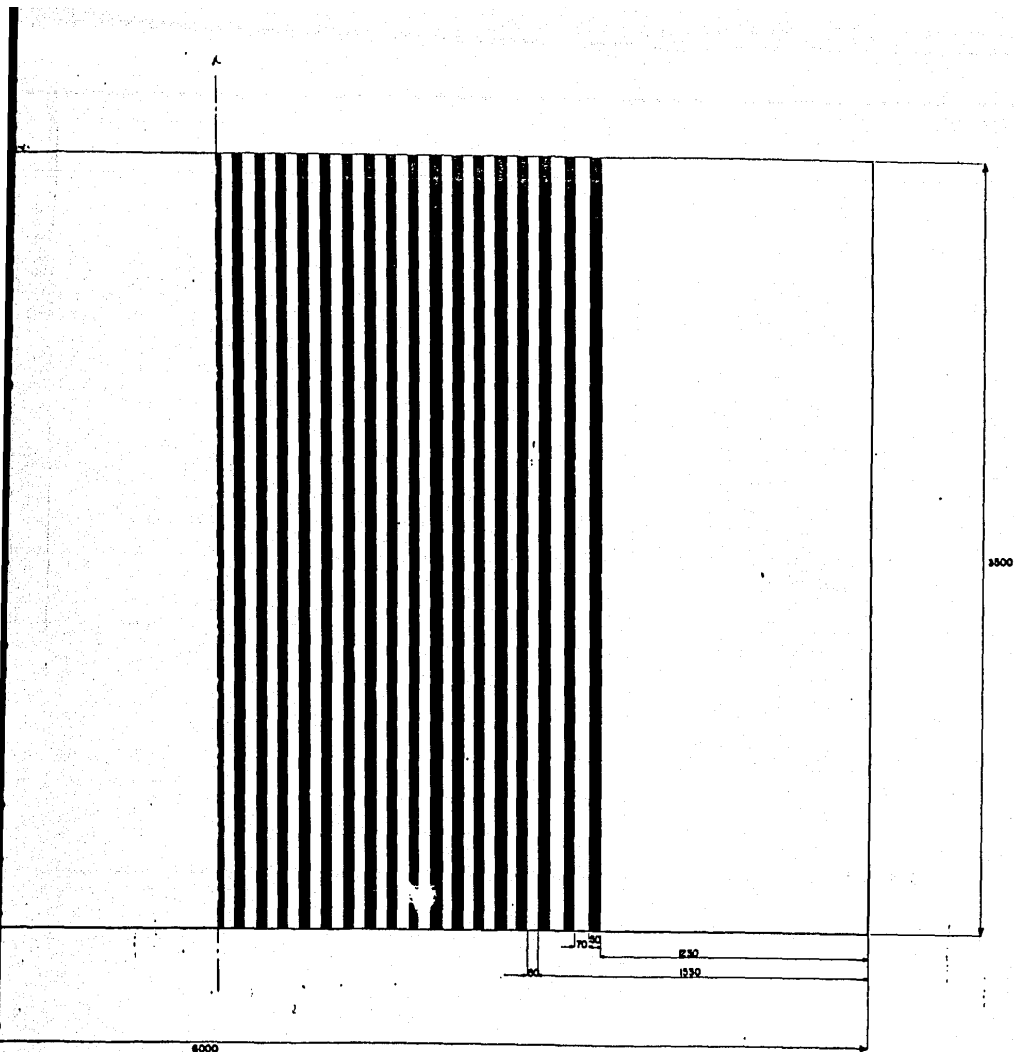
PLANO NUMERO 7/13  FECHA-JUNIO DE 1981

CONTENIDO: DESPIECE - INVERNADERO



8000



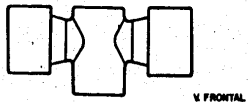


<b>INVERNADERO PARA LA OPTIMIZACION DEL CULTIVO DE HORTALIZAS EN TIERRAS DESERTICAS Y SEMIDESERTICAS</b>	
TESIS EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
DISEÑO: JOSE ANTONIO GARCIA DE LA MORA	APROBO: D. ALFREDO MORENO DE LA COLINA
ESCALA: 1/110	PLANO NUMERO 8 / 13
CONTENIDO: DIMENSIONAMIENTO DEL FILM E IMPRESION DE SOMBRADO. COTAS EN MM.	

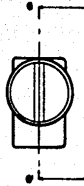
FECHA: JUNO DE 1981



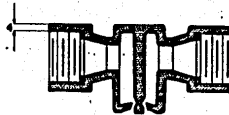
V.B.P.



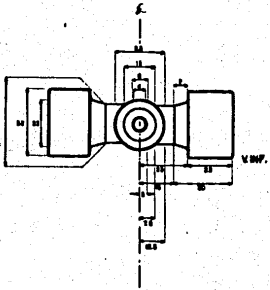
V.FRONTEL



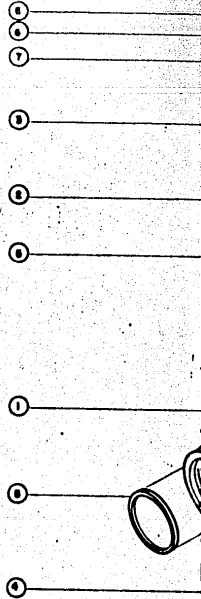
V.LAT.DER.



CORTE 00

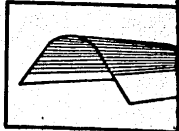


V.MP.



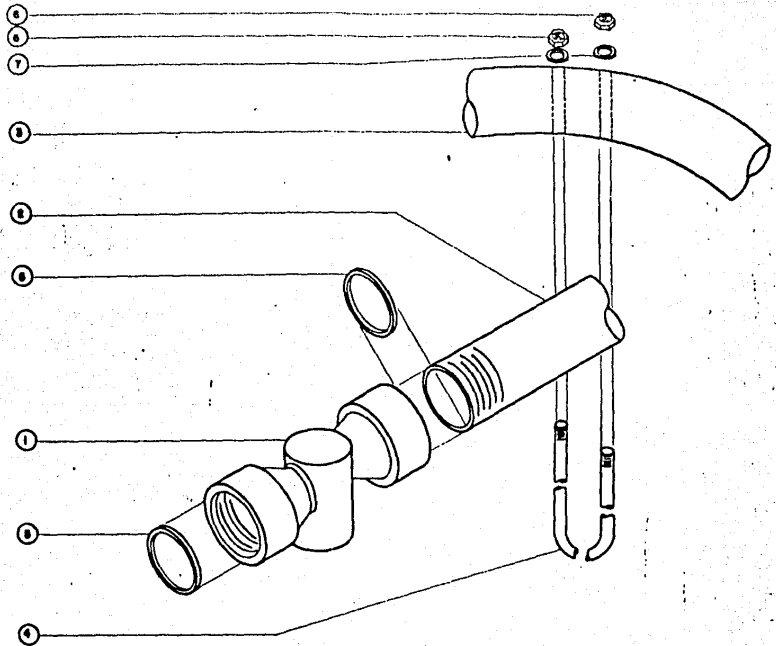
7	ROD
8	TUER
6	EM
5	SC
4	PARTE
3	LA
2	TUM
1	ASP
No.	CTD. DESCR

CANTIDADES DE  
DOS POR CAD



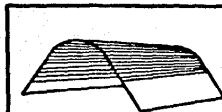


CORTE 99



7	HOJAS PLANAS	ALUMINO		
8	TUERCAS HEXAGONALES	ACERO	GALVANIZADO	JGO. DE LA ABRAZ. 20mm
6	EMPAQUE	HULE		
4	SOPORTE	ACERO AL CARBON	GALVANIZADO	ABRAZADERA 1/2" DEL DIAMETRO DEL TUBO
3	PARTE SUP. DE LA ESTRUCTURA	P.V.C.		PISO-ABRIBANADO
2	TUBO	ALUMINO	ROSCADO DE EXTENSOR	2 METROS DE LONGITUD
1	ASPERSOR	P.V.C.		PROCESOS INYECCION
No. CTD.	DESCRIPCION	MATERIAL	ACABADO	OBSERV.

CANTIDADES DEPENDIENTES DE LA LONGITUD DEL INVERNADERO  
DOS POR CADA ASPERSOR (1 1/2 METROS)



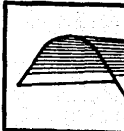
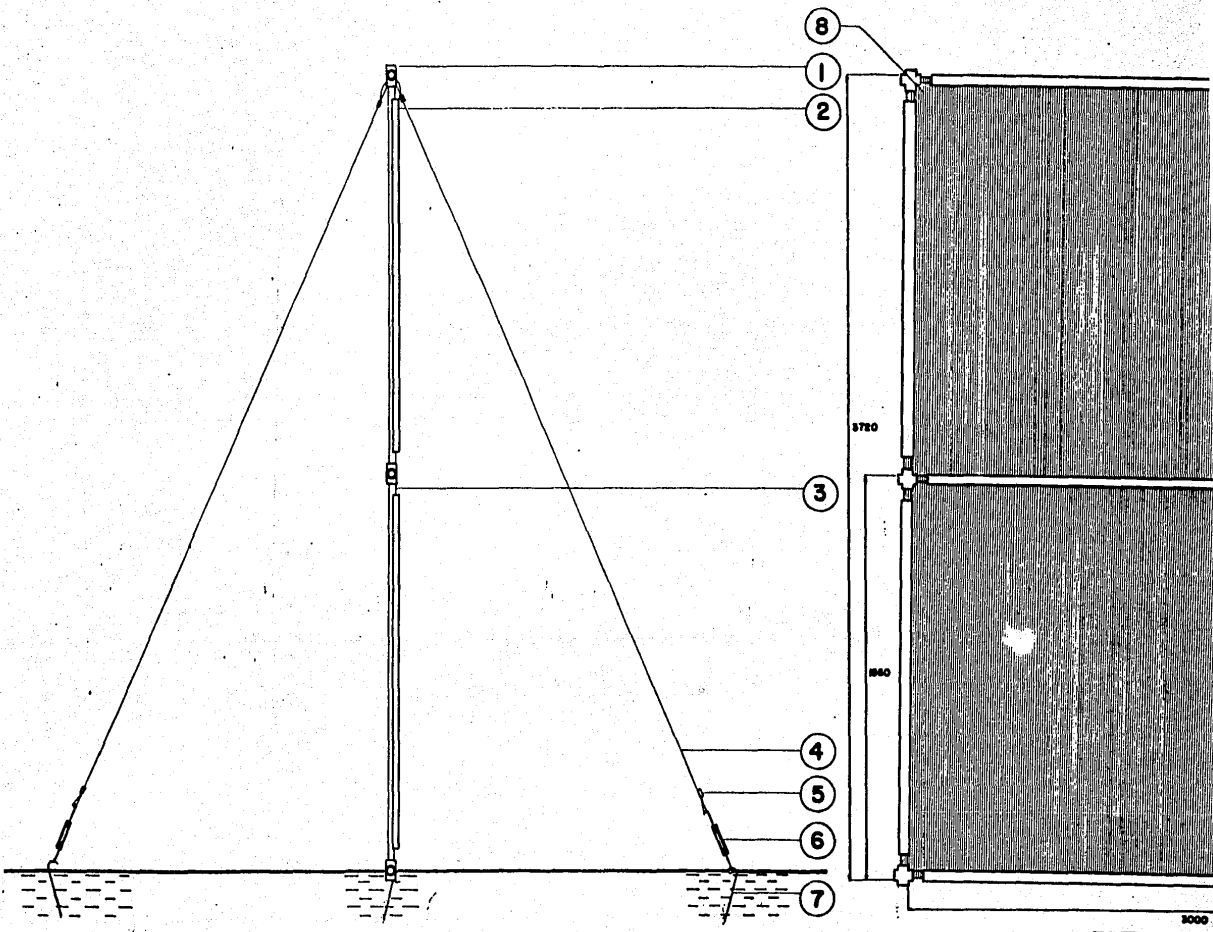
INVERNADERO PARA LA OPTIMIZACION DEL CULTIVO DE HORTALIZAS EN TIERRAS DESERTICAS Y SEMIDESERTICAS

TESIS EN INGENIERIA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

DISEÑO: JOSE ANTONIO GARCIA DE LA MORA APROBADO: ALFREDO MORENO DE LA COLINA

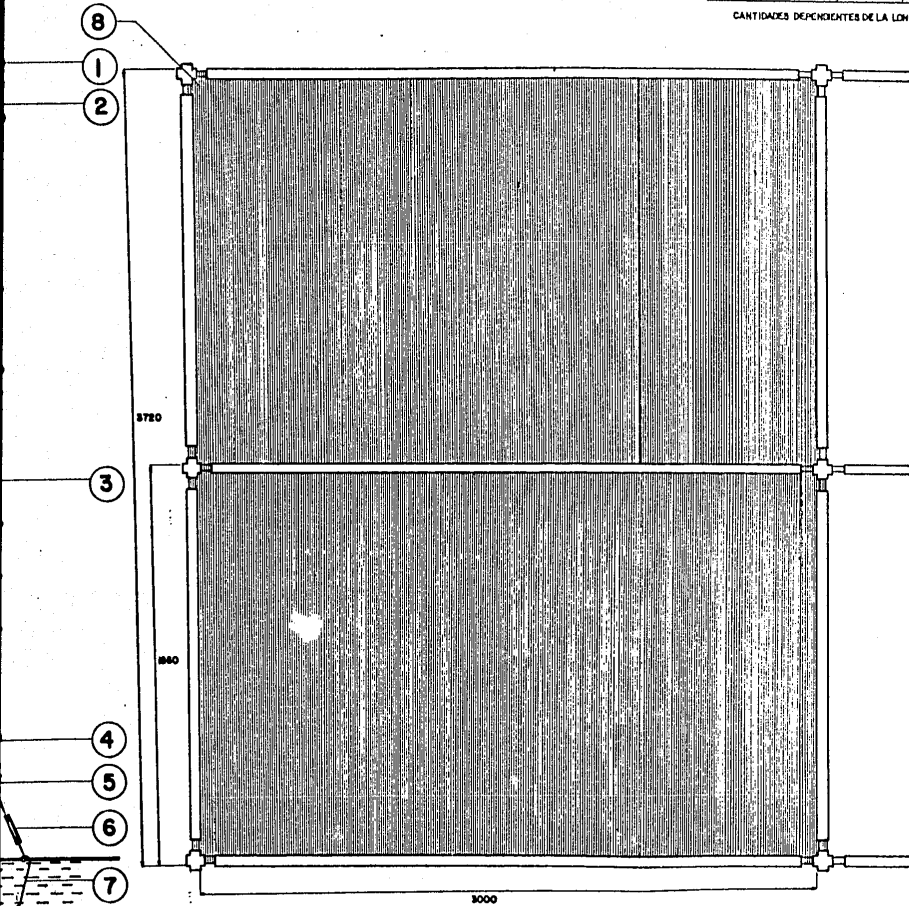
ESCALA: 1:1 PLANO NUMERO 9/13 FECHA: JUNIO DE 1981

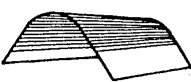
CONTENIDO: VISTAS DE ASPERSOR Y DESPIECE SISTEMA DE RIEGO COTAS EN MM.



8	MALLA	FERRA VENTOS		
7	ANCLAJE	ACERO	CROHADO	
6	TENSOR	ACERO	GALVANIZADO	CATALOGO NANMETR. 250
5	GRAPA	ACERO INOX.		
4	CABLE	ACERO	FORJADO DE P.V.C.	
3	TUBO ESTRUCTURAL	P.V.C.	MIDAS DIMEN TIGARAG RIVER	
2	GRAPA BUEJESION	P.V.C.		
1	CONECTOR	P.V.C.	FORMACION ESPECIAL	DEPENDIENTE DE LO LARGO
No. CTD.	DESCRIPCION	MATERIAL	ACABADO	OBSERV.

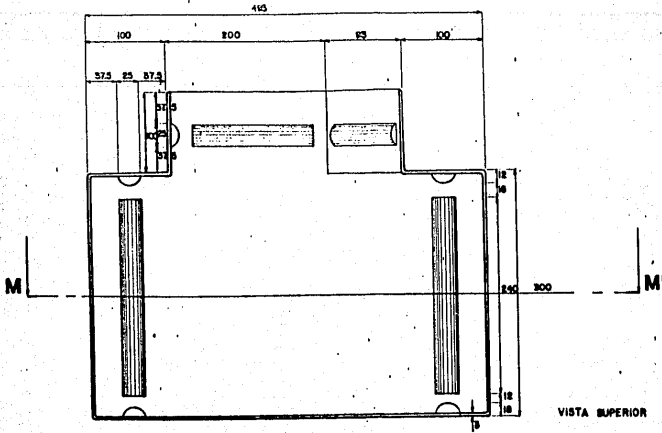
CANTIDADES DEPENDIENTES DE LA LONGITUD DEL INVERNADERO (CORTAVIENTOS)



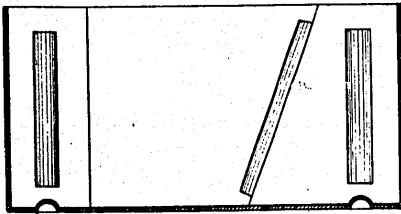


<b>INVERNADERO PARA LA OPTIMIZACION DEL CULTIVO DE HORTALIZAS EN TIERRAS DESERTICAS Y SEMIDESERTICAS</b>	
TESIS EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
DISEÑO: JOSE ANTONIO GARCIA DE LA MORA	APROBO: D. ALFREDO MORENO DE LA COLINA
ESCALA: 1:10	PLANO NUMERO 10/13
CONTENIDO: CORTA VIENTOS-VISTAS - ESPECIFICACION DE PIEZAS. COTAS EN MM.	FECHA: JUNIO DE 1981

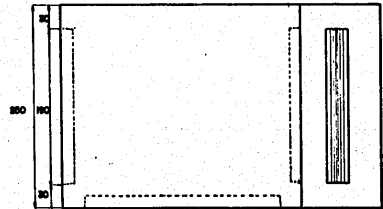




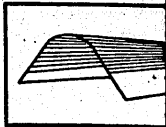
VISTA SUPERIOR

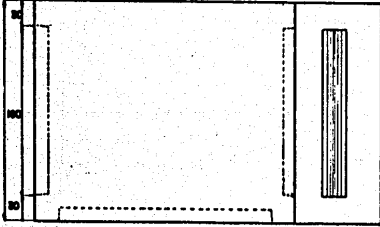
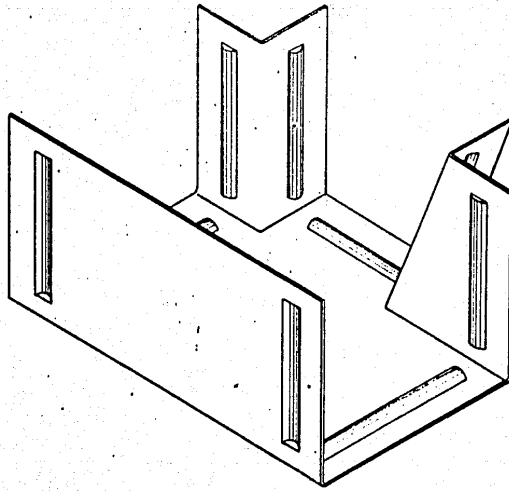


CORTE EN MM.

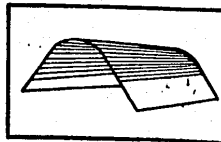


VISTA LATERAL DERECHA

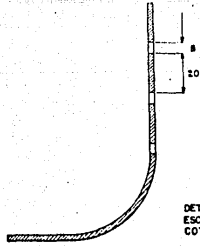




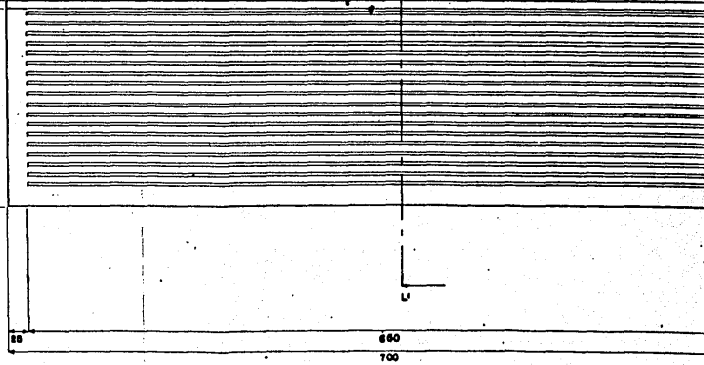
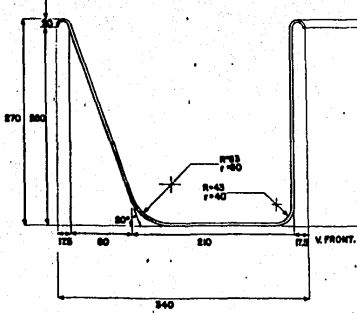
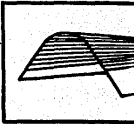
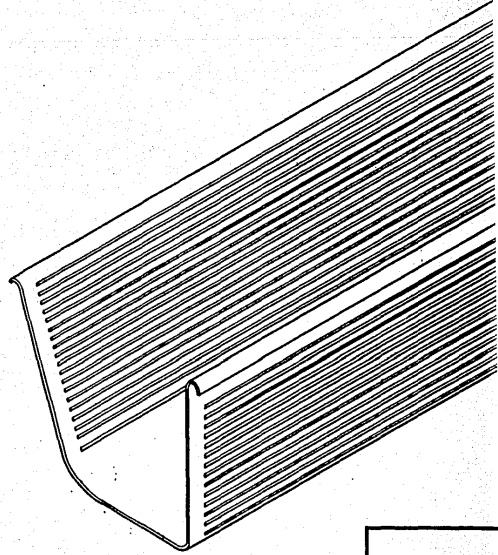
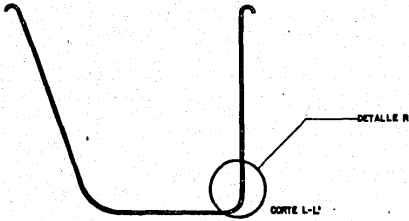
VISTA LATERAL DERECHA

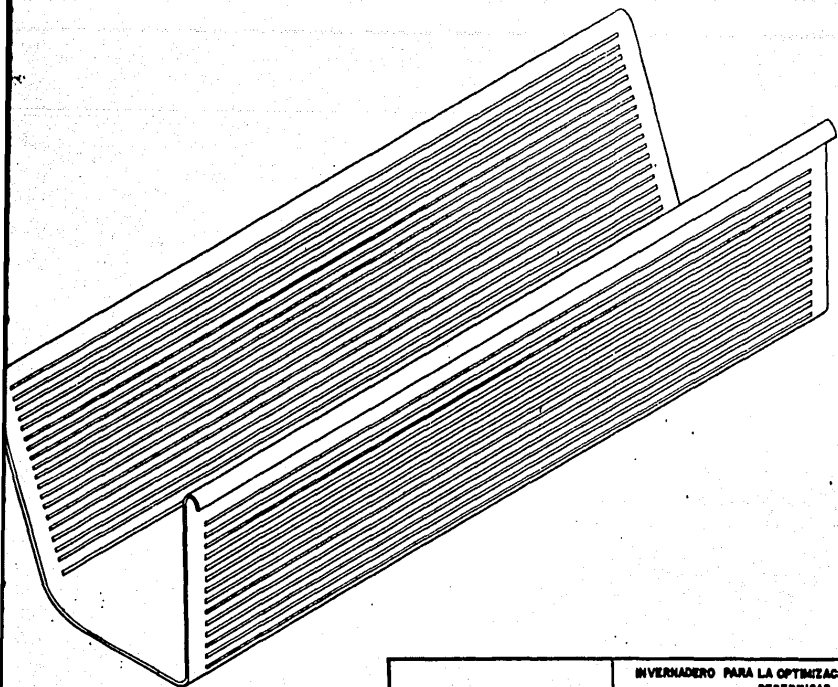



INVERNADERO PARA LA OPTIMIZACION DEL CULTIVO DE HORTALIZAS EN TIERRAS DESERTICAS Y SEMIDESERTICAS	
TEMA EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
DISEÑO: JOSE ANTONIO GARCIA DE LA MORA	APROBÓ D.E: ALFREDO MORENO DE LA COLINA
ESCALA: 1:2.5	PLANO NUMERO: 8/13
CONTENIDO: CANASTILLA EN "T", "VISTAS", "IMPLUVIUM"	FECHA: JUNIO DE 1988
	COTAS EN MM.

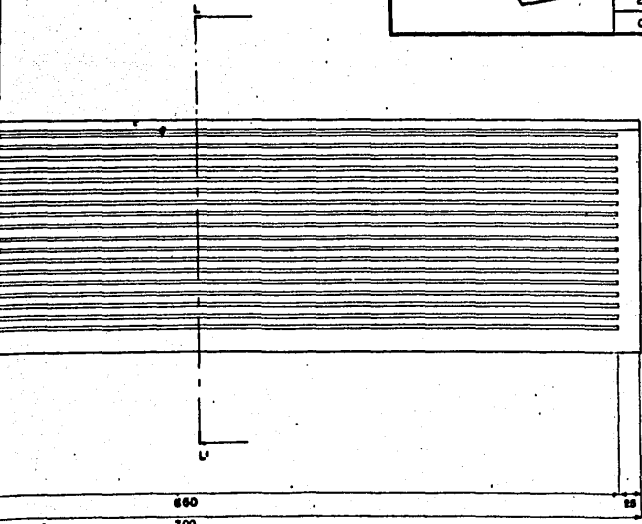


DETALLE R  
ESCALA 1:1  
COTAS EN MM





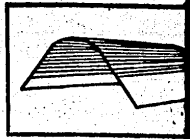
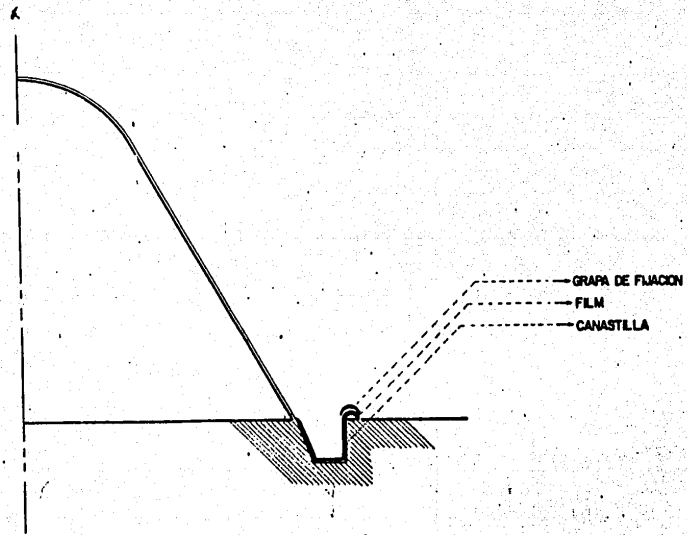
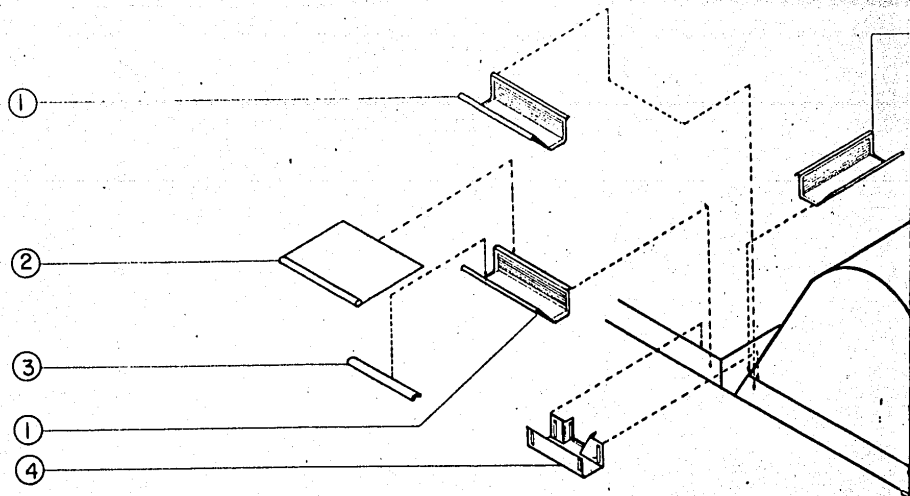
	<b>INVERNADERO PARA LA OPTIMIZACION DEL CULTIVO DE HORTALIZAS EN TIERRAS DESERTICAS Y SEMIDESERTICAS</b>	
	TESIS EN DISEÑO INDUSTRIAL	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
	DISEÑO: JOSE ANTONIO GARCIA DE LA MORA	APROBO: D.I. ALFREDO MORENO DE LA COLINA
	ESCALA: 1:2.5	PLANO NUMERO 12/13
CONTENIDO: CANASTILLA RECTA "IMPLUVIUM"		PROCESO: INYECCION DE POLIETILENO

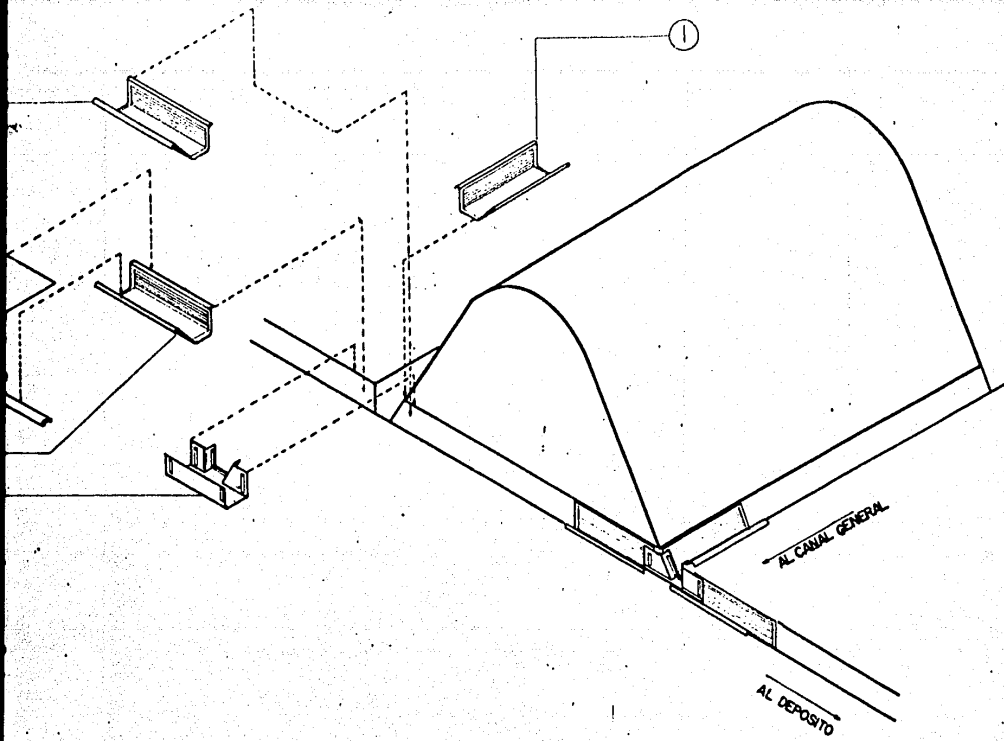


V.LAT. DER. COTAS EN MM

660  
700

53





GRAPA DE FIJACION  
FILM  
CANASTILLA

4	1°	CANASTILLA DE 1/2" EQ. O DER.	POLETILENO	INYECCION	Ø
3	1°	GRAPA DE SUJECION	P.V.C.		Ø
2	1°	FILM	POLETILENO	ESPERON-50 m	Ø
1	3°	CANASTILLA CANAL DEL RIVER	POLETILENO	INYECCION	PCANT. DOPOL DEL RIVER.
Nº	CTR.	DESCRIPCION	MATERIAL	ACABADO/ PROCESO	OBSEV.



INVERNADERO PARA LA OPTIMIZACION DEL CULTIVO DE HORTALIZAS EN TIERRAS DESERTICAS Y SEMIDESERTICAS

TESIS EN DISEÑO INDUSTRIAL UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

DISEÑO: JOSE ANTONIO GARCIA DE LA MORA APROBO: D.I. ALFREDO MORENO DE LA COLINA

ESCALA: 1:12.5 PLANO NUMERO 13/13

FECHA: JUNIO DE 1981

CONTENIDO: DESPIECE RECOLECTOR "IMPLUVIUM"...

IX.- C O S T O S

La siguiente evaluación de costos se establece y debe aclararse muy bien este hecho, de una manera estimativa dado que existen constantes cambios en los precios de todos los productos por el alto índice inflacionario que se presenta a nivel mundial en nuestros días (julio 1981).

Así mismo para que esta evaluación no sea ambigua, se planteará como el, o los, costos de un invernadero de 20 metros de longitud, ya que depende de ésta la cantidad de las partes utilizadas en su instalación.

#### Evaluación de Costos de las Partes Constitutivas:

##### 1.- CONECTORES

###### a) Molde de inyección.-

Este se ha de tomar en cuenta aunque el mismo costo se irá capitalizando con la venta del volumen de las piezas, su maquilado deberá ser de alta precisión para obtener piezas de excelente calidad.

COSTO ESTIMADO: \$ 80,000.00 M. N.

###### b) Piezas inyectadas.-

\$18.00 M. N. c/u. Por un total de 56 piezas: \$ 1,008.00 M.N.

##### 2.- TUBULARES RECTOR Y CURVOS

\$8.00 M. N. c/u. Por un total de 66 piezas: \$ 528.00 M. N.



### 3.- INSERTOS DE LOS TUBULARES

\$ 3.00 M. N. c/u. Por un total de 132 piezas: \$ 396.00 M. N.

### 4.- ANCLAS DE ACERO

\$ 10.00 M. N. c/u. Por un total de 48 piezas: \$ 480.00 M. N.

### 5.- FILME

El costo del filmé se ha calculado en base al costo en francos franceses en el año de 1966, polietileno de 4 a 7 F.(franceses) el kilogramo, en la actualidad aproximadamente su costo es de 9 a 12 francos, es decir, de \$39.69 M. N. el kilogramo y se necesitan aproximadamente 50 kilos para cubrir el módulo de 20 metros de longitud, siendo el peso del filme de  $120 \text{ m}^2$  lo que nos dá un peso exacto de 55.2 Kg.

Con este dato se calcula el costo del filme  $55.2 \text{ Kgs.} \times \$46.30$  (promedio)  
= \$ 2,556.03 M. N.

### 6.- GRAPA DE FIJACION

El costo dela grapa por metro es de: \$ 11.00 metro, por un total de 110 metros utilizados son \$ 1,210.00

### 7.- ASPERORES

Su costo es de \$19.00 ; por un total de 7 piezas son \$133.00

8.- LINEA DE RIEGO

20 metros a \$8.00 mt. son \$ 160.00

9.- MALLA DE FIBRA DE VIDRIO

Se utilizan 10 m<sup>2</sup> en el invernadero más 72 m<sup>2</sup> en el cortavientos son 82 m<sup>2</sup> a \$45.00 m<sup>2</sup> hacen un total de \$ 3,690.00

10.- TENSORES

Del cortavientos a \$180.00 c/u y se utilizan 6 es un total de \$ 1,080.00  
M. N.

11.- CABLE

Se utilizan 24 metros del cable para tensionar la estructura del cortavientos; el metro cuesta aproximadamente \$12.00, lo que hace un total de \$ 288.00

12.- CANASTILLAS DEL SISTEMA RECOLECTOR DE AGUA

La canastilla tipo "A" la receptora del filme \$100,000.00 molde y cada pieza \$90.00 y de la canastilla de unión entre canales \$55,000.00 molde y cada pieza \$30.00

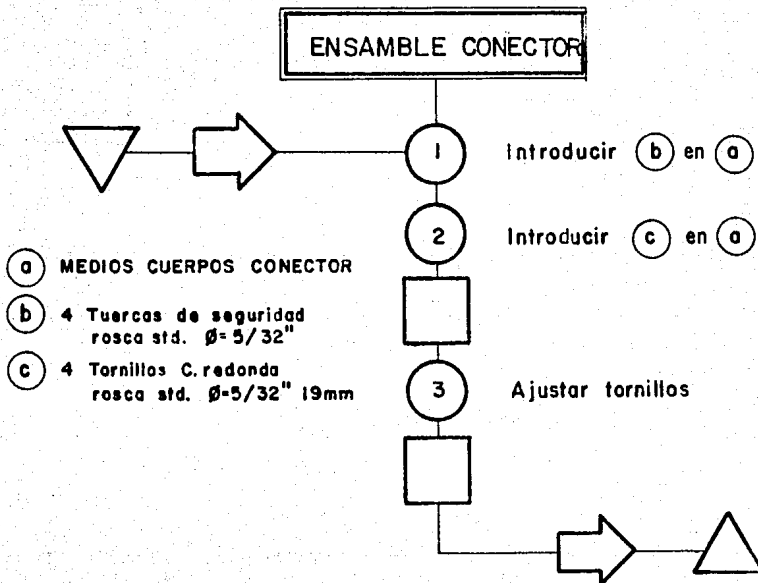
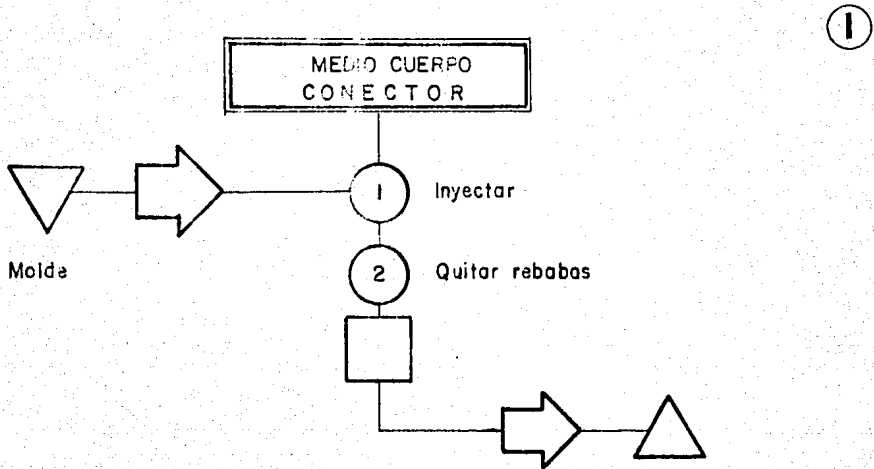
40 Canastillas tipo "A" dan un total de \$ 3,600.00

2 " " " " " " " " \$ 60.00

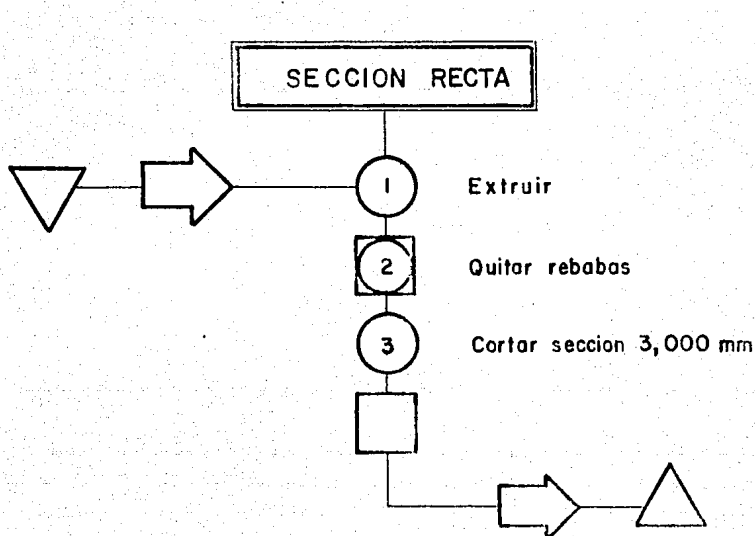
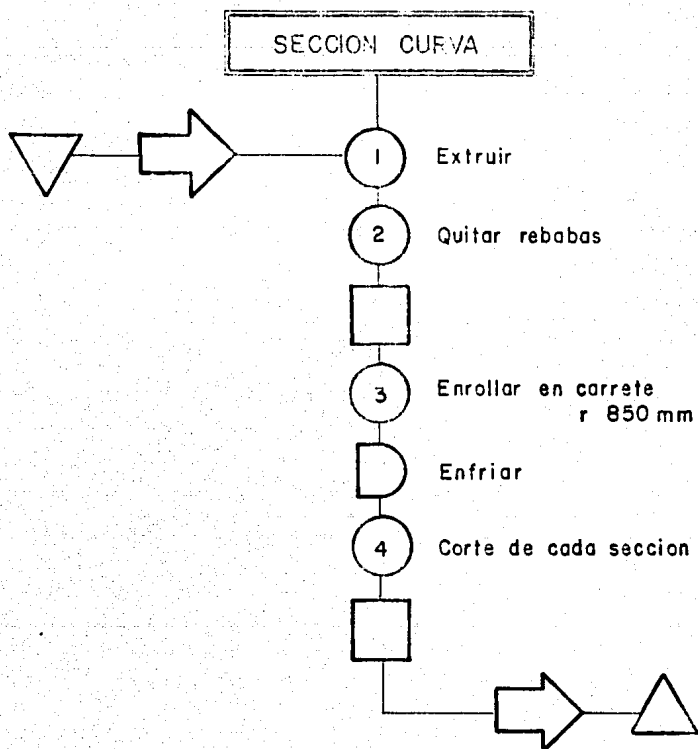
Totalizando esta evaluación obtenemos la siguiente relación:

<u>MOLDES</u>	\$ 235,000.00	
1.- CONECTORES	1,008.00	
2.- TUBULARES	528.00	
3.- INSERTOS	396.00	
4.- ANCLAS	480.00	
5.- FILME	2,556.03	
6.- GRAPA DE FIJACION	1,210.00	
7.- ASPERSORES	133.00	
8.- LINEA DE RIEGO	160.00	
9.- MALLA DE FIBRA DE VIDRIO	3,690.00	
10.- TENSORES	1,080.00	
11.- CABLE	288.00	
12.- CANASTILLAS	3,660.00	
	<hr/>	
TOTAL	\$ 15,189.03	M.N.

## X.- DIAGRAMAS DE FLUJO

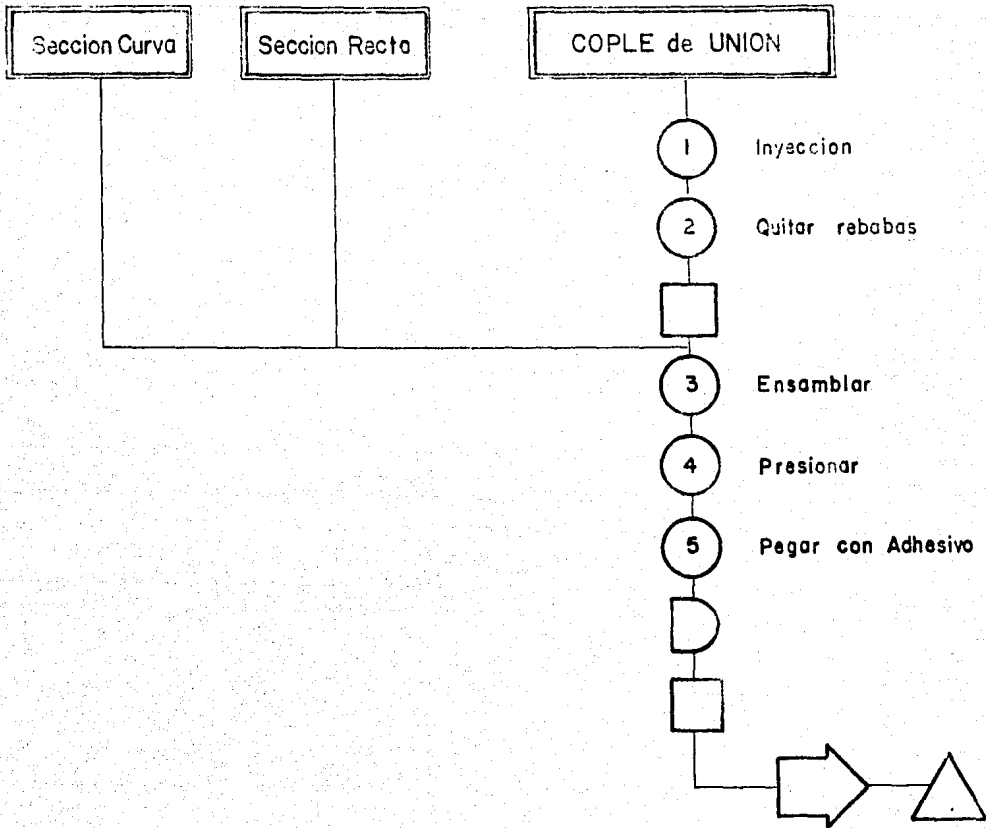


③

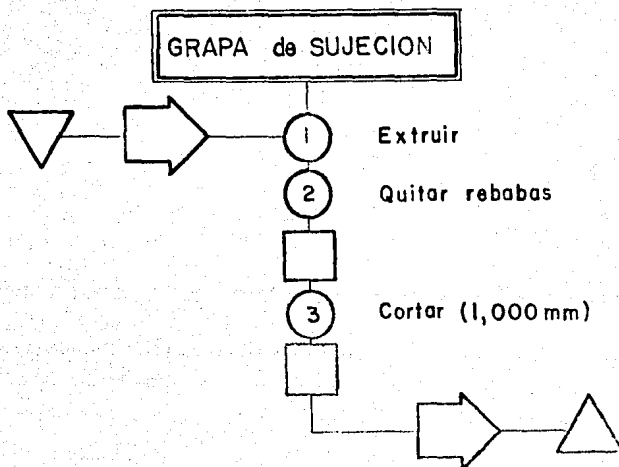


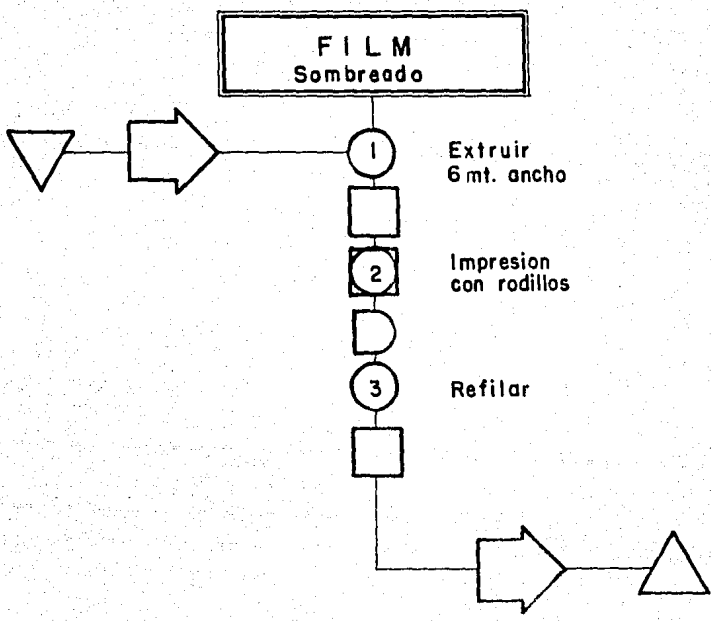
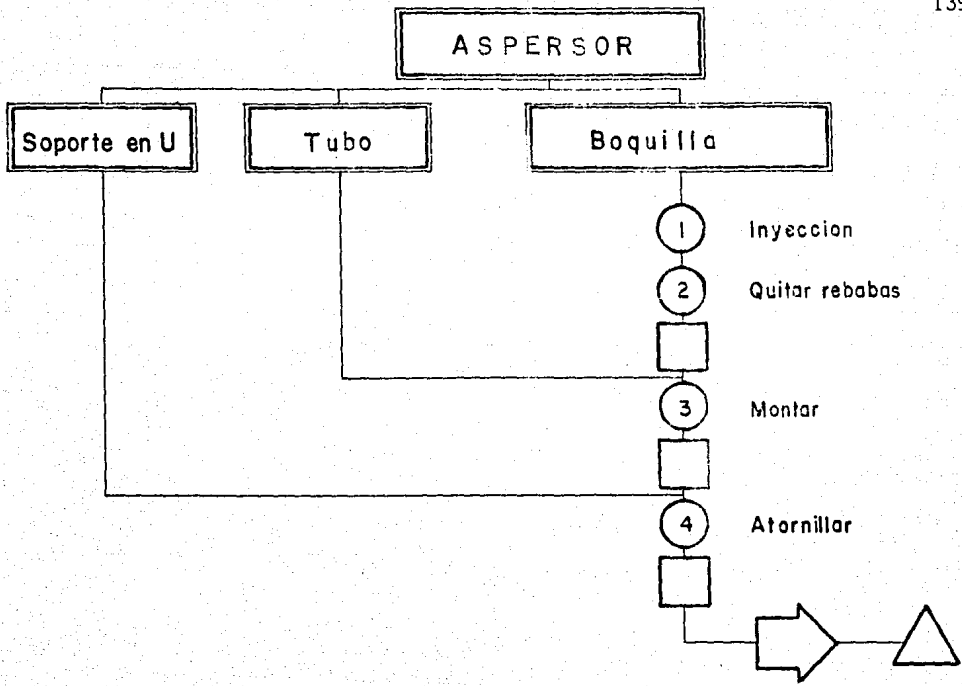
④

5

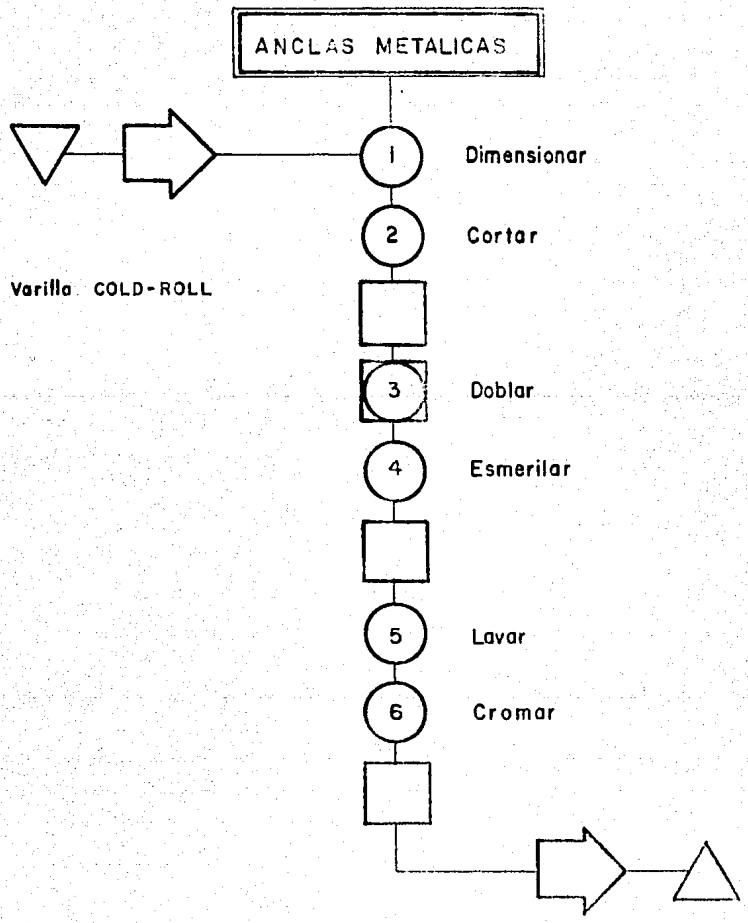
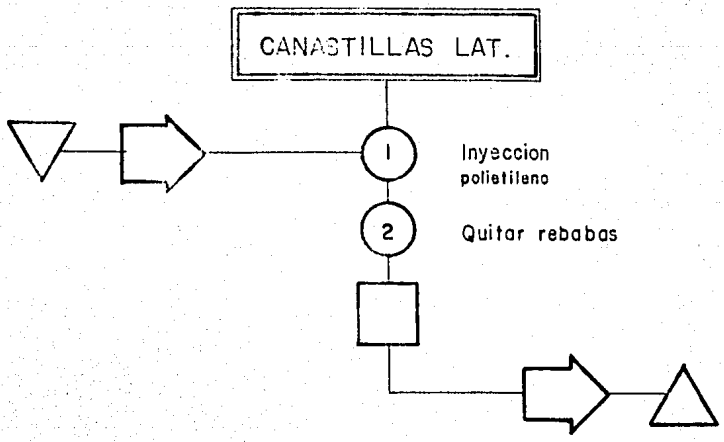


6

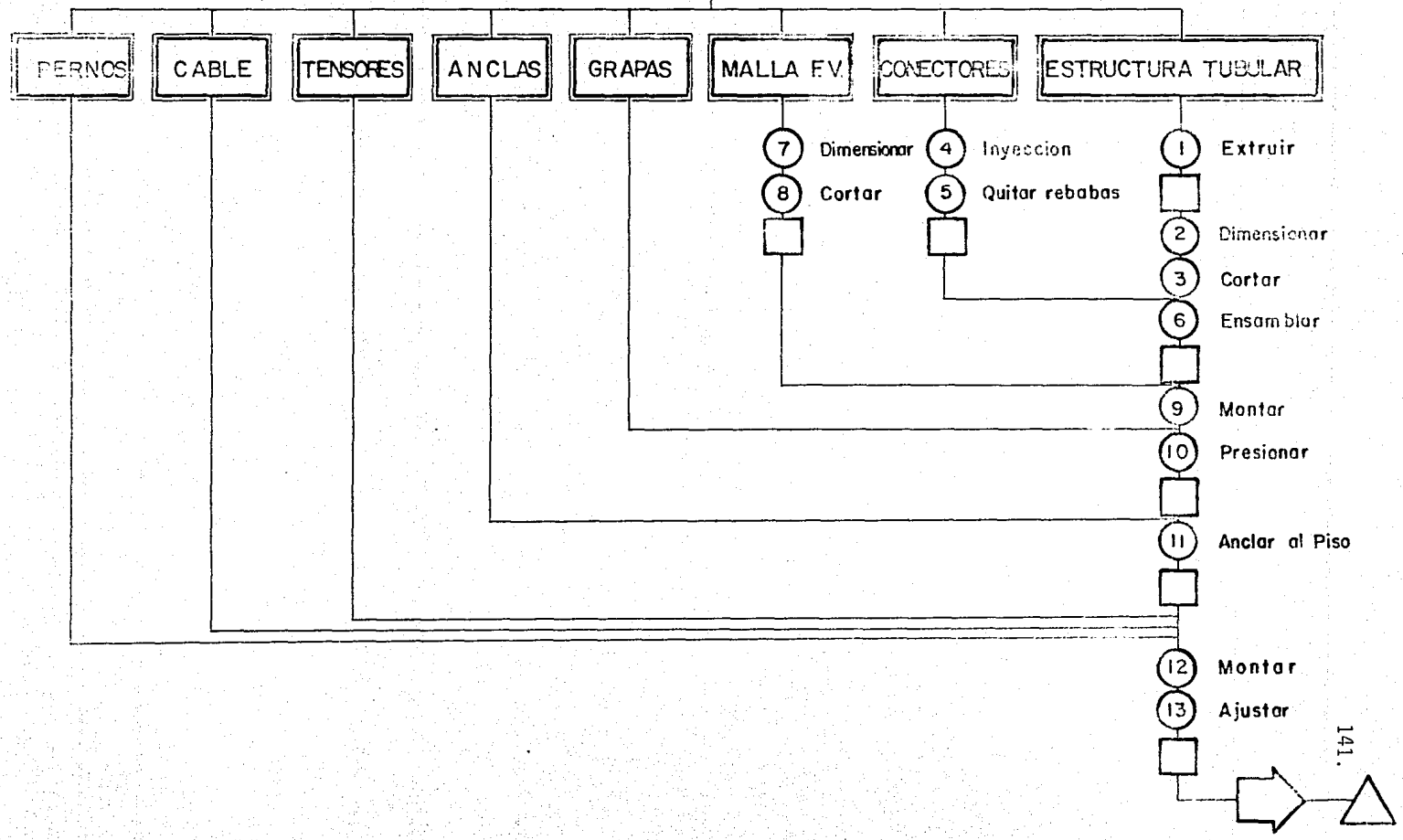








# CORTA - VIENTOS



CORTA - VIENTOS

PERNOS

CABLE

TENSORES

ANCLAS

GRAPAS

MALLA F.V.

CONECTORES

ESTRUCTURA TUBULAR

7

Dimensionar

8

Cortar

4

Inyeccion

5

Quitar rebabas

1

Extruir

2

Dimensionar

3

Cortar

6

Ensamblar

9

Montar

10

Presionar

11

Anclar al Piso

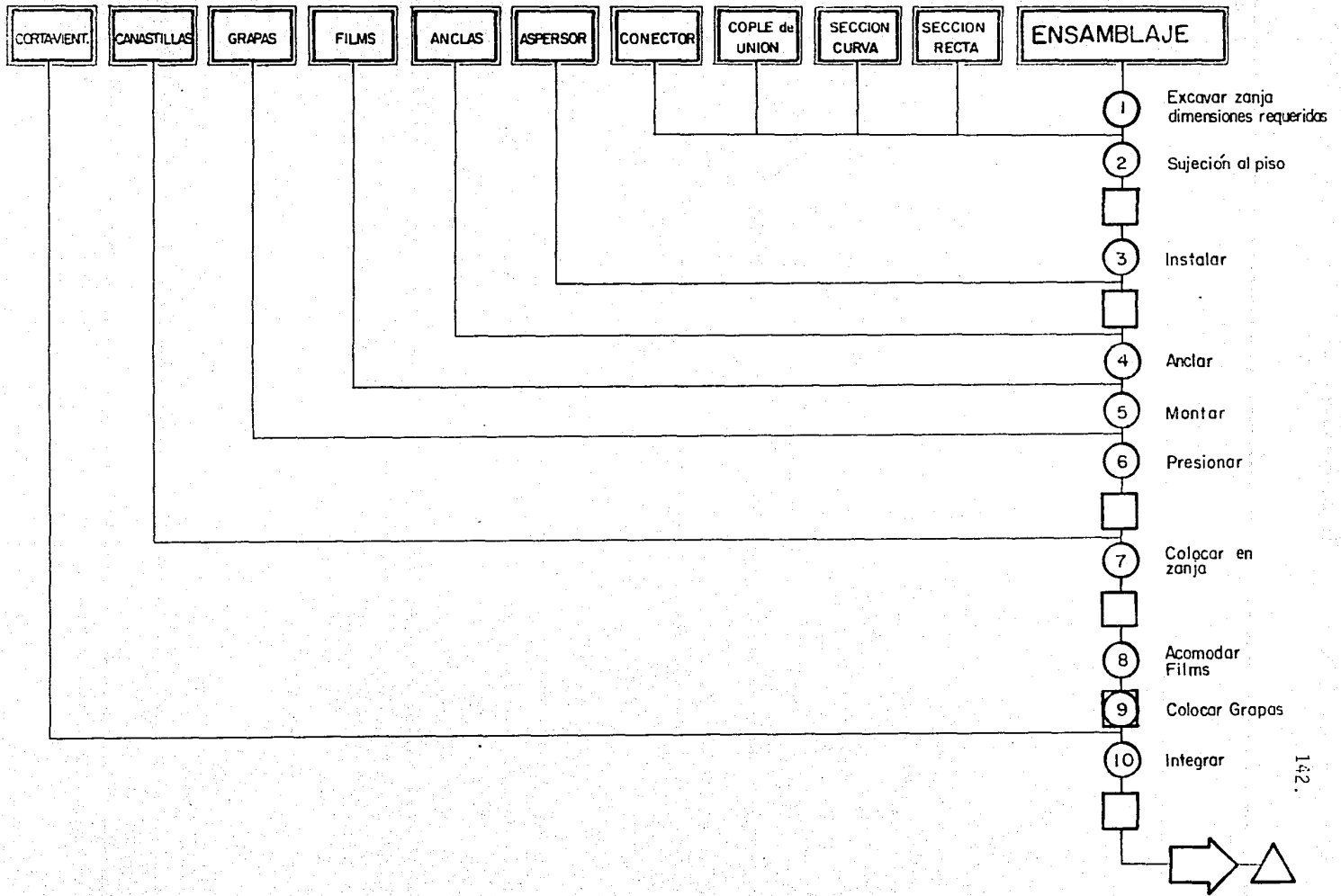
12

Montar

13

Ajustar

141.



## XI.- MEMORIA DESCRIPTIVA

En el mundo contemporáneo en que vivimos, el problema del incremento de la población es cada vez mayor, y por ende el de la alimentación.

En varios países este problema se ha ido solucionando mediante el aprovechamiento al máximo de la más pequeña y alejada extensión de tierra, ejemplo palpable lo es el Japón que contando con tan poca superficie es uno de los países con mayor población mundial. ¿Cómo ha podido este país aprovechar casi todo tipo de tierra y hacerla rendir más de lo normal?

Mediante la aplicación de los plásticos en la agricultura. Así es, Japón es el país que tiene mayor extensión en mts.<sup>2</sup> de tierra en la cual se utilizan los plásticos de diferente manera: Acolchamiento, túneles de semiforzado, invernaderos, sistemas de riego, etc.

Países como Estados Unidos, Francia, España y algunos otros potentados europeos han logrado que sus tierras en las que se aplican los plásticos rindan de un 250 a un 300% más de lo acostumbrado.

En España, y se hace referencia especial a este país por la siguiente razón: Una gran zona, que hasta hace pocos años había sido árida e improductiva se ha convertido en un territorio ambicionado por muchos para cultivar en él alguna especie hortícola u otras especies.

Ahora bien si éstos han hecho estos países, México tiene las posibilidades de hacer lo mismo con sus tierras áridas y con la expectativa no solo de eso, sino de que se hagan rendir aún más todas sus tierras mediante la agro-plasticultura.

Nuestro caso fue el de crear un invernadero, que mediante la aplicación de estos materiales se aprovechen las tierras desérticas y semi-desérticas del país. Sus dimensiones son: Tres metros de base, dos de altura y su largo es modular, esto es, puede extenderse muchos metros o hacerse desde tres metros, que es lo que miden las Secciones Rectas de su estructura; se especifica rec-tas ya que la parte superior de la misma, la forman unas secciones curvas que permiten un mayor paso de luz sin producir sombras internas, que serían perju-diciales al cultivo. Todas las secciones se unen entre sí por medio de conec-tores de cuatro puntas, el diseño de las cuales permite que la unión sea rápi-da y segura, pues se realiza por presión permitiendo que las secciones que son tubulares giren sobre su eje dentro del conector sin salirse de éste, dando así oportunidad de colocarse en el ángulo adecuado (  $60^{\circ}$  ) para formar la es-structura.

Ahora bien, esa unión a presión se logra por medio de una pieza inserta-da en las secciones tubulares cuyo diseño es la contra exacta de las puntas del conector, constituyendo así un "Machimbrado" (macho - hembra ).

El conector está formado por dos partes iguales, unidas entre sí por me-dio de cuatro tornillos y tuercas de seguridad, su proceso de fabricación es en inyección, exigiendo de ésta gran precisión por el diseño de su forma.

Tanto las secciones tubulares como los insertos en éstas y los conectores, están hechos en P. V. C. (cloruro de polivinilo) ya que es un material que se puede formular según las necesidades y que no presenta problemas en los méto-dos de producción.

El Filme que cubre al invernadero es de polietileno de formulación especial, ya que debe resistir las exposiciones prolongadas a los rayos ultravioleta, es de 150 micras de espesor, y lleva impresas unas líneas de cinco centímetros de ancho a lo largo, constituyendo éstas una "persiana" de sombreado. Sus dimensiones son: Seis metros de ancho y tres y medio de largo, lo que permite "traslaparse" con la siguiente sección impidiendo así posibles fugas de humedad.

El ancho cubre en su totalidad el perímetro de la estructura y además forma parte del Sistema Recolector de Aguas Pluviales, ya que cubre unos canales laterales al invernadero, que son excavados en el terreno, y que unas canastillas formadas en inyección reciben el filme impidiendo rasgaduras o deformaciones que impidan el paso del agua a un canal común donde desembocan todos los canales laterales de los invernaderos, la unión entre estos canales la constituye una canastilla en "T" que recibe al filme, el cual se fija a la anterior por medio de una grapa plástica, utilizada también en las otras canastillas y en la sujeción del filme a la estructura del invernadero. Este canal general desemboca a su vez, en un depósito subterráneo.

La unión a la canastilla en "T" se realiza por el lado interno de la misma, evitando así, filtraciones y pérdidas de agua.

Este sistema de fijación es utilizado también en un corta-vientos; constituido por secciones rectas y conectores, de una altura de seis metros de largo indefinido y que está sujeto al terreno por medio de unas anclas de acero con terminado cromo para evitar la corrosión, utilizadas, así mismo, para fijar la estructura del invernadero, y tensionado lateralmente por medio

de cable de acero forrado en P. V. C. y tensores comerciales, sujetos al piso por medio de las mismas anclas mencionadas anteriormente.

A la estructura de este corta-vientos se instala una malla de fibra de vidrio muy ligera y resistente, ésta debe dejar pasar el 50% del viento para que sea efectivo.

La Ventilación interna del invernadero se logra por medio de los extremos de éste ya que en los mismos se instala malla (de la utilizada en el corta-vientos), que permite la entrada y salida del aire, pero no grandes fugas de humedad.

Por último el Sistema de Riego es por aspersión simple y está constituido por una línea tendida longitudinalmente en el interior del invernadero y sujeta a la parte superior de la estructura de éste por medio de una "U" roscada y con tuercas hexagonales, en tramos de tres metros se une un aspersor que funciona por la presión dada por la bomba y por su diseño de la salida.

De esta forma, se cumple en todo, un círculo de soluciones a la problemática de como superar las adversidades del terreno, partiendo del principio de que el invernadero minimiza el consumo de agua para el desarrollo vegetal y además, problemas que se dan en otros invernaderos ya utilizados como lo es la degradación de los filmes o películas al contacto con las estructuras, la fijación del mismo, los sistemas de sombreado, el armado de la estructura y la durabilidad, la facilidad de transporte e instalación.



## XII.- EPILOGO

Como parte final de la presentación de este Proyecto de Tesis, deseo presentar primero en el Examen Profesional ante los señores sinodales y segundo a cualquier persona que lo desee por el interés mismo en el tema, una serie de fotografías, que en forma por demás gráfica y elocuente muestran el avance de la aplicación de los plásticos en invernaderos en México, concretamente en la Comisión Nacional de Fruticultura en la ciudad de México, que al visitarla fui atendido por los ingenieros Baltazar Cuevas Alemán y Francisco Canales, Directores de la Sub-Dirección de Aplicación, con quienes intercambiando ideas y opiniones coincidimos en que algunas instalaciones son muy precarias e inadecuadas y que sin embargo muestran buenos resultados en el desarrollo y producción vegetal, así como fotografías de la maqueta de este mismo proyecto.

Considero que si se trabaja en mancuerna con las dependencias oficiales o gubernamentales adecuadas (I.N.I.A. - CONAFRUT - CIQA), de las que se hace ya referencia en la fase de investigación de esta tesis, se lograrán resultados y avances muy satisfactorios del diseño industrial, la agro-plasticultura, y el progreso en sí de la agricultura nacional.

## XIII.- BIBLIOGRAFIA

<u>TITULO</u>	<u>AUTOR</u>	<u>EDITORIAL</u>
*) Naturaleza y Propiedades de los Suelos	Buckman y Brady	Ed. Uteha
*) Cultivos, Aclimatación y Distribución	Carroll P. Wilsie	Ed. Acribia (Barcelona, Esp.)
*) Teoría y Práctica del Diseño Industrial	Gui Bonsiepe	Gustavo Gili, S.A.
*) Diseño ¿Por qué?	André Ricard	Gustavo Gili, S.A.
*) Antropometría para Diseñadores	John Croney	Gustavo Gili, S.A.
*) Anthropometric Data	Henry Dreyfuss	
*) Biología del Trabajo	O.G. Edholm	Biblioteca para el Hombre Actual
*) Guía para la Aplicación de los Plásticos en la Agricultura	Comité Francais Des' Plastiques en Agriculture	Impredit, S. A. de C. V. (México)