



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

Aplicación y Desarrollo de los Plásticos en la Agricultura

169

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A N
ELIAS LAUFER Y DOROTINSKY
MAURICE ZAGHA J. ZAGA
PABLO BRIMAN EPELSTEIN
México, D. F. 1974



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CLAS. Tesis
ADQ. 1974
FECHA 1974
PROC. Met 41



QUIMIO

HONORABLE JURADO:

PRESIDENTE:	PROF. JULIO TERAN ZAVALAETA
VOCAL:	DR. ENRIQUE CAMPOS LOPEZ
SECRETARIO:	DR. HELIO FLORES RAMIREZ
1er. SUPLENTE:	PROF. FERNANDO ITURBE HERMANN
2do. SUPLENTE:	PROFA. MARGARITA GONZALEZ TERAN

ASESOR:	DR. ENRIQUE CAMPOS LOPEZ
SUPERVISOR TECNICO:	DR. HELIO FLORES RAMIREZ

SUSTENTANTES:	ELIAS LAUFER Y DOROTINSKY
	MAURICE ZAGHA J. ZAGA
	PABLO BRIMAN EPELSTEIN

CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, D.F.

Quién es sabio? El que de todos
los hombres aprende. Porque es-
tá dicho: "De todos mis maestros
obtuve ciencia".

(Ps. 119, 99)

A LA MEMORIA DE MIS QUERIDOS ABUELOS

Paternos Ruben y Laura

Maternos Max y Rosa

CON CARIÑO A MIS TIOS

José y Lea

Miguel y Fanny

Arcadio y Eva

CON AFECTO Y GRATITUD A MIS PADRES

CON APRECIO A MIS HERMANOS

A TODOS MIS MAESTROS Y COMPAÑEROS Y AMIGOS

ELIAS

A MIS QUERIDOS PADRES

Reciban mi gratitud por haber sido mi guía,
por haberme inspirado el concepto del bien.

A MIS ABUELOS Y TIOS CON TODO MI AFECTO Y
ESTIMACION

A MIS HERMANDOS

Rafael, Celia y David
a quienes aliento en el logro de sus metas

A TODOS MIS MAESTROS, COMPAÑEROS Y AMIGOS

MAURICE

A LA MEMORIA DE MIS ABUELOS

Elías, Paula y Rebeca

CON TODA MI GRATITUD Y CARIÑO A

Mis padres Rosa y David

que han sido guía y apoyo durante toda mi vida

CON AFECTO A MIS HERMANOS

Jaime y Enrique

a quienes les deseo el mayor de los éxitos

CON ESTIMACION Y RECONOCIMIENTO A

Mi abuelo Alfredo, mis tios y primos

A MIS MAESTROS, COMPAÑEROS Y AMIGOS

PABLO

De una manera muy especial deseamos hacer llegar nuestro más sincero agradecimiento al Dr. Enrique Campos L. y al Dr. Helio Flores R., por sus valiosas ideas y observaciones.

Además, expresamos nuestra admiración por su gran calidad humana manifestada durante el desarrollo de este trabajo.

En reconocimiento al Quím. Julio Terán Z., por
su constante interés para un mejor conocimiento
y difusión de los plásticos.

Deseamos patentizar nuestro reconocimiento por las facilidades otorgadas y por su valiosa colaboración a las siguientes instituciones:

FACULTAD DE QUIMICA, UNAM

CONACYT

ANIQ

ANIPAC

Así como a todas las personas que de alguna manera colaboraron para alcanzar esta meta, esperando que este trabajo sea un punto de partida para el desarrollo agrícola de nuestro país.

I N D I C E

Págs.

INTRODUCCION

CAPITULO I:

SITUACION MUNDIAL DE LOS PLASTICOS EN LA AGRICULTURA

I.1.	España	1
I.2.	Estados Unidos	8
I.3.	Francia	14
I.4.	Gran Bretaña	23
I.5.	Hungría	26
I.6.	Israel	29
I.7.	Italia	33
I.8.	Japón	39
I.9.	Conclusiones	40

CAPITULO II:

APLICACION DE LOS PLASTICOS EN LA AGRICULTURA

II.1.	Invernaderos de plástico	48
II.2.	Tuberías de plástico	79
II.3.	La protección en agricultura con materia- les plásticos	119

	Págs.
II.4. Impermeabilización de suelos	137
II.5. Acolchamiento de suelos con películas de plástico	153
II.6. Semilleros protegidos con materiales - plásticos	175
II.7. Sacos de gran capacidad para usos agrícolas	191
II.8. Ensilado de forrajes con materiales - plásticos	198
II.9. Drenaje de suelos con materiales plásticos	209
II.10. Túneles de plástico	222
II.11. Los materiales plásticos en el embalaje, conservación y transporte de los productos agrícolas	234
II.12. Mejoramiento de suelos con materiales plásticos	258
 CAPITULO III:	
<u>PROPIEDADES DE LOS PLASTICOS UTILIZADOS EN LA AGRICULTURA</u>	269
 CAPITULO IV:	
<u>INFORMACION NACIONAL</u>	303
 CONCLUSIONES	 313
BIBLIOGRAFIA	321

INTRODUCCION

Tanto desde el punto de vista económico, como desde el punto de vista social, uno de los problemas de más difícil solución con el que se han de enfrentar todos los gobiernos del mundo es el problema de la agricultura.

En todos los países se realizan grandes esfuerzos para llegar a la mejor solución de los diversos factores que intervienen: factores de producción, rendimiento, precocidad, comercialización, ahorro de mano de obra, lucha contra granizo y heladas, escasez de agua, etc.

Es un hecho, que a pesar de los grandes adelantos de la ciencia, el hombre moderno se halla casi inerme ante el comportamiento de la naturaleza; mientras que la industria realiza enormes progresos, la agricultura apenas ha cambiado. Indudablemente, los medios de que se dispone han mejorado, pero las leyes de crecimiento siguen siendo más o menos las mismas. El gran impulso que ha experimentado la mecanización, no ha hecho cambiar las técnicas de cultivo. Aunque se aumenten los rendimientos no se modifica el ritmo de la producción, ya que éste va íntimamente ligado al ciclo de las estaciones.

Se puede decir, que en la actualidad, el incrementar producciones, o el cosechar fuera de estación es más fácil que hace unos pocos años, y hay que reconocer que el empleo de los plásticos ha venido a ser una importante ayuda en el cotidiano laborar del hombre para conseguir más alimentos y un más elevado nivel de vida, y esto además con un aumento neto de beneficios para el agricultor e incluso en muchos casos, con una notable reducción de gastos.

Hoy en día que con tanta gravedad se plantea en todos los países el éxodo rural, esta nueva tecnología podrá otra vez fijar a la tierra a tantas familias que se iban de ella no por falta de afección y competencia, sino porque el trabajo era duro y la utilidad escasa.

El presente trabajo se encuentra dividido en tres partes: en la primera parte, se muestra cual es la situación mundial y nacional de los plásticos en la agricultura. También se muestra cual ha sido el desarrollo que éstos han tenido a través de los años. En la segunda parte se describen cuáles son las aplicaciones agrícolas, las cuales son muy numerosas: unas se refieren directamente a los métodos de cultivo (acolchamiento, túneles, invernaderos, etc.); otras a las cuestiones de: riego y drenaje, utilización de redes, cortavientos, etc. Estas aplicaciones y otras más, son tratadas en este capítulo. De esta segunda parte, no se debe obtener la idea de que los plásticos cons

tituyen la panacea universal de los cultivos agrícolas, ya que su empleo adecuado es función del tipo de cultivo, terreno y de la zona climática. Los excelentes resultados en cualquier país, son fruto de la investigación y la experiencia por lo cual se consideró conveniente desarrollar un capítulo en el cual se muestran las propiedades y características técnicas de los materiales plásticos.

I.1. ESPAÑA

A partir de 1965, se empezó en España a emplear plásticos para la agricultura, y se puede decir, que a partir de esa fecha a la actualidad han sufrido un incremento tal que permiten colocar a España en 5º lugar en la clasificación mundial respecto al uso de plásticos en la agricultura.

El principal termoplástico utilizado es el polietileno, el PVC y el poliéster estratificado, se van introduciendo poco a poco.

En la tabla I se muestra el número de hectáreas cubiertas con polietileno, en el año de 1967 y las registradas en 1969.

TABLA I
APLICACION DEL POLIETILENO

	1967 (Has)	1969 (Has)
- Acolchamiento	453	2,000
- Túneles	487	1,125
- Invernaderos	353	750
T o t a l:	1,283	2,592

Como se puede observar, las diferentes aplicaciones han experimentado un fuerte crecimiento.

En la tabla II se muestran los consumos aproximados de lámina de polietileno, por aplicaciones, para el año de 1969.

TABLA II
CONSUMO DE PELICULA DE POLIETILENO SEGUN APLICACIONES

	Toneladas
- Acolchamiento	500-600
- Túneles	900-1,100
- Invernaderos	1,300-1,500
- Silos	400-500
- Embalses	80-100
- Toldos protección	100-150
T o t a l:	3,280-3,950

PRINCIPALES APLICACIONES AGRICOLAS:

- Acolchamiento.- En el año de 1967, la superficie total acolchada con polietileno en España, fue de aproximadamente 400 Has. y en el año de 1969, fue de 2,000 Has. El acolchamiento es la aplicación del polietileno más extendida y corresponde al 52% de la superficie total cubierta con plásticos.

El tipo de película normalmente empleado, es el polietileno transparente, variando su ancho entre 0.60 y 0.80 metros, lo cual supone un

consumo de polietileno de 165 a 185 kg. por ha.

El acolchamiento, trae como ventajas un incremento en los rendimientos de los productos y un ahorro de agua según lo demuestran estudios efectuados para cultivo de melón.

- Túneles de cultivo.- El material más utilizado es el polietileno, estimándose que en 1960, se cubrieron de 900 - 1,100 has., lo cual representa un 29% de la superficie total cubierta con polietileno.

Generalmente, las dimensiones de los túneles son 40 cm. de ancho por 50 cm. de alto aproximadamente, ya que únicamente se emplean al comienzo del desarrollo de los cultivos, para protegerlos de las bajas temperaturas. Con ello se asegura buena germinación y un buen enraizamiento de las plantas, además de cierta precocidad (15 a 20 días) en la recolección de los frutos.

El grosor de las películas de polietileno varía según la zona, siendo de menor espesor para zonas costeras, que para las zonas frías. Los soportes o arquillos empleados suelen ser de caña o mimbre o alambre.

El sistema más generalizado para el anclaje de plástico que cubre los túneles, es el enterramiento de sus bordes. Cuando son túneles de -

grandes dimensiones, el anclaje del filme se realiza utilizando hilos de tensión.

- Invernaderos.- En el año de 1969 existían unas 800 has. cubiertas de invernaderos para cultivos hortícolas y unas 80 has. para floricultura, lo cual representa un 19% de la superficie total cubierta con polietileno, significando un consumo de unas 1,500 ton. de dicho material.

El PVC y el poliéster son menos empleados y se puede decir que existen unas 12 has. de los mismos dedicados a floricultura.

Las principales estructuras empleadas en los invernaderos son las metálicas, aunque también existen en madera y alambre galvanizado.

Las películas empleadas para los invernaderos son de 100 a 150 micrones de espesor y se les da un tratamiento antiultravioleta, para aumentar la vida de estas películas.

Gran número de invernaderos, cuentan con instalaciones de riego por aspersión, lo cual representa un ahorro del 40 al 50% del agua.

- Tuberías y mangueras de plástico.- Las tuberías y mangueras de plástico, han experimentado en el sector agrícola, un notable incremento durante los últimos años, lo cual se debe a los bajos costos, y a

la simplicidad de montaje.

En la tabla III se muestran materiales empleados en las tuberías y consumos para el año de 1969 y el pronosticado para 1975.

TABLA III

Tipo de tubería	1969 (Ton.)	1975 (Ton.)
PVC	7,500-8,000	33,000-35,000
Polietileno (Baja densidad)	1,200-1,300	4,500-5,000
Polietileno (Alta densidad)	500-600	2,000-2,500
Media total	9,500	41,000

Las mangueras de PVC y PE se emplean en riego por aspersión las primeras, y en conducciones de agua a baja presión las segundas.

- Mallas y redes.- Actualmente su consumo es reducido debido al desconocimiento de los agricultores de las ventajas que ofrece. Se puede decir que en la actualidad cubren unas 20 has., siendo el principal empleo en redes antigranizo. Los materiales empleados son polietileno y polipropileno. Las dimensiones más comunes de las mallas son de 4 x 4 m., lo cual supone un peso de 350 kg/ha.

- Embalses.- El objetivo de los embalses es el de almacenar el agua en las regiones en donde la precipitación pluvial es mala. El material empleado es polietileno de baja densidad, y las capacidades de los -- embalses oscilan entre 1,000 y 500,000 m³. Se puede estimar que un embalse de 100,000 m³ requiere de 5.5 a 6.0 ton. de polietileno.

El consumo aproximado de polietileno para esta aplicación en 1969 fue de 80 a 100 ton.

- Otras aplicaciones.- Entre las aplicaciones varias, tenemos el empleo de polietileno para la construcción de silos a vacío, para el almacenamiento de forrajes.

Se está empezando a utilizar el hilo de rafia de polipropileno como sustituto del alambre para el empacado de paja y forrajes henificados, El consumo de este plástico en 1969 fue de 300 ton. y se estiman para 1975 - un consumo de 2,000 ton.

En la protección de maquinaria, fardos de paja y alfalfa, se em-- plean toldos de polietileno, y se estima para 1969 un consumo de unas - 150 ton.

Las aplicaciones de materiales plásticos para envasado de productos agrícolas, es el que registra el mayor consumo, según se muestra en la tabla IV.

TABLA IV

Saco Polietileno

Aplicación:	1969 (Ton.)	1975 (Ton.)
Fertilizantes	8,200	25,000
Piensos compuestos	600	1,800
Cereales	400	1,300
Patatas, hortalizas	200	900
T o t a l:	9,400	29,000

Saco Polipropileno

Aplicación		
Fertilizantes	720	1,800
Patatas, hortalizas	468	1,170
Varios	12	30
T o t a l:	1,200	3,000

I.2. ESTADOS UNIDOS

En el año de 1960 se utilizaron 34,000 ton. de plásticos en agricultura; el aumento registrado en los últimos cinco años ha sido a razón de un 15% por año, a tal grado que en el año de 1971 el consumo fue de -- -- 130,000 ton.; esta cifra incluye 60,000 ton. para el empaque de productos agrícolas. Se prevee para el año de 1975 un volumen de plásticos superior de 225,000 ton.

En lo que respecta al consumo específico de cada material, se -- muestra en la tabla V.

TABLA V

	<u>1966</u>	<u>1968-70</u>	<u>1975 (Previsión)</u>
Polietileno	85%	58%	50%
PVC	7%	12%	15%
Poliéster/vidrio	8%	18%	20%
Polipropileno	--	7%	--
Poliestireno	--	3%	15%
Otros	--	2%	--

Para el año de 1975 el consumo de plásticos se orientará princi-- palmente a las siguientes aplicaciones:

- a) Acolchamiento y Fumigación
- b) Invernaderos y Túneles
- c) Riego, embalses, drenaje
- d) Almacenamiento de granos y forrajes y Ensilado
- e) Pequeños recipientes

PRINCIPALES APLICACIONES AGRICOLAS:

- Acolchamiento y fumigación.- En el año de 1971 fueron utilizadas 18,000 ton. de plásticos para fumigación y acolchamiento; esto demuestra el aumento registrado desde 1959 cuando el consumo fue de 500 y en 1966 de 10,000, utilizando películas de polietileno en su mayoría.

Estados Unidos ha alcanzado la técnica más desarrollada en la mecanización del acolchamiento, ya que existe maquinaria que en una sola operación realiza el tendido de la película, su perforación, siembra y aplicación de un fertilizante; tiene su uso principal en los cultivos del melón, tomate, algodón, tabaco, etc.

La mayor parte de las películas empleadas en acolchamiento se destinan al cultivo de la fresa en California y a la piña en Hawai.

Varios plásticos degradables experimentales han sido desarrollados, y es bastante probable que reemplacen las películas actuales.

- Irrigación, Tubería y Embalses.- El consumo total de plásticos para estas aplicaciones se ha incrementado de 700 ton. en 1959 a 1,300 ton. en 1971.

El uso de la tubería de plástico ha tenido un gran aumento durante los últimos 2 años; este aumento se debe a los siguientes usos:

- Riego por goteo y
- Tubería para drenaje

La utilización del riego por goteo se ha extendido rápidamente de los invernaderos a la producción intensiva de cosechas de vegetales y flores; esta aplicación se traduce en un ahorro de agua y un menor requerimiento de trabajo para su aplicación.

El uso de tubería de plástico para drenaje se ha incrementado también rápidamente y es de esperarse un incremento marcado en los próximos 5 años.

En lo que respecta a embalses, existen un gran número empleando polietileno de 0.5 mm de espesor o PVC de 0.2 mm.

El consumo de película para embalses es de 1,000 a 2,000 ton. anuales.

- Túneles.- Esta aplicación de los plásticos se efectúa intensivamente en el Sur de California, solamente en San Diego se utilizaron en el año de 1966, 640 ha. dedicadas al tomate y al pepino. Es de esperarse un aumento aún en los climas moderados como los de California, Texas y Florida. Aproximadamente 4,000 ton. de materiales plásticos se utilizaron para túneles en el año de 1971, de los cuales 3,600 fueron de polietileno - y el resto de PVC.

- Invernaderos.- El consumo de plásticos para esta aplicación fue de 900 ton. en 1959 y se ha incrementado hasta 8,000 ton. en el año de - - 1971. Las películas utilizadas en 1966 fueron: 88% de polietileno, 10% de PVC, 10% poliéster y otros.

De los 20,000 invernaderos existentes en los Estados Unidos, un porcentaje cada vez mayor son cubiertos con polietileno, poliéster y PVC.

Las investigaciones recientes han desarrollado recubrimientos líquidos para plásticos que permiten el control de condensado y luz en invernaderos, es eliminado el goteo en el invernadero y un aumento de más del 50% de luz se transmite a través del plástico tratado.

El uso de plásticos rígidos, en base de poliéster-fibra de vidrio, ha tenido un incremento acelerado durante los dos últimos años.

Así, en la región de Colorado, en los invernaderos construidos de 1962 a 1967 el 80% se efectuó con este tipo de materiales.

En los últimos años se ha experimentado con éxito el recubrimiento de planchas de poliéster-fibra de vidrio utilizadas en la construcción de invernaderos con una película de polifluoruro de vinilo. El efecto de esta película consiste en evitar la erosión y coloración de las planchas por lo que no se pierde la permeabilidad a la luz.

Esta nueva película se aplica a la plancha durante su fabricación, es opaco a los rayos ultravioleta y muy resistente a la intemperie, además permite el 90% del paso de las radiaciones necesarias para las reacciones fotoquímicas de las plantas.

- Otros usos.- Se ha registrado un aumento en el uso de plásticos en los Estados Unidos para locales de almacenaje y para almacenamiento de forrajes y granos. Estos consumos han crecido de 1,300 ton. en 1959 a 8,600 ton. en 1971.

Se emplearon en el año de 1971, 7.300 ton. de plásticos para producir maquinaria agrícola, recipientes para crecimiento de plantas y reciipientes para el manejo de productos agrícolas. Es de esperarse en el futuro una mayor participación de los plásticos reforzados en la maqui-

naria agrícola principalmente debido a su resistencia a la corrosión.

En la tabla VI se muestran las superficies cubiertas con plásticos en los Estados Unidos en hectáreas desde el año de 1959.

TABLA VI

Aplicación:	1959	1963	1964-65	1965-66	1966-67
Acolchamiento	3,000	12,000	15,000	18,000	21,000
Invernaderos	400	1,200	1,400	1,600	1,800
Túneles	200	400	600	700	800

1.3. FRANCIA

La plasticultura frances ocupa un lugar preponderante en muchas de las técnicas de cultivo. El consumo de plásticos, a partir del año de 1960, se muestra en la tabla VII.

TABLA VII

A ñ o	Consumo Toneladas	A ñ o	Consumo Toneladas
1960	300-400	1965	8,000
1961	700-800	1966	16,000
1962	1,000	1967-68	30,000
1963	3,500	1970-71	40,000
1964	6,000		

En el año de 1971 se utilizaron para las diversas técnicas de cultivo los materiales plásticos, que se mencionan a continuación:

a).- Película . Utilizando polietileno de baja densidad, PVC y Acetato de Vinilo-Etileno, con un consumo de 31-35,000 ton.; se prevee para el año de 1976 un consumo de 56-62,000 ton. de pelí cula para usos - agrícolas.

b).- Tubería. Empleando los materiales antes mencionados con un consumo aproximado de 11-12,000 ton. y se calcula para el año de 1976 un consumo de 20,000 toneladas.

c).- Recipientes. En cuya elaboración se emplean polipropileno, poliestireno y polietileno de alta densidad dando un consumo de -- 3,000 ton., con una demanda esperada de 5,000 ton. para el año de 1976. Esta cantidad corresponde al 8% del consumo total de plásticos en Francia.

En lo referente al uso de los materiales plásticos es de interés mencionar lo siguiente:

El polietileno de baja densidad es el más ampliamente utilizado en la agricultura, pero es de esperarse que su importancia decrezca en el futuro, de un 67% en 1971 a un 61% en 1976.

El polietileno de alta densidad que se emplea principalmente en empaque y recipientes ocupa el segundo lugar en consumo y se prevee que aumente de un 14% a un 15% en 1976.

En tercer sitio se encuentra el PVC, del cual se espera que se mantenga el consumo actual de un 9%. Es de interés notar que el PVC se emplea para propósitos de irrigación y drenaje, así como para empaque, que

puede verse desplazado en las técnicas de cultivo por el copolímero de Acetato de Vinilo-Etileno, del cual se estiman que se producirá 4,000 ton. en el año de 1976.

El poliéster reforzado con fibra de vidrio ocupa el cuarto lugar con el 5% y es de esperarse que ocupe este sitio en los próximos 5 años o quizá sea desplazado en cuanto a tanques se refiere por el polietileno de baja y alta densidad.

El poliestireno se mantendrá dentro de un rango del 3 al 3.5% al menos que en el empaque y especialmente en el caso de la fruta se logre un desarrollo relevante. En todos los casos, es factible que sea substituido por el polipropileno.

El consumo del polipropileno se encuentra en un 2% y se emplea - principalmente para sacos tejidos, es de esperar que aumente a un 4% en el futuro.

- Técnicas de cultivo

1.- Acolchamiento.- Se utiliza principalmente para los cultivos siguientes:

TABLA VIII

Cultivo	Superficie (Ha.) 1969
Melón	9,000
Espárragos	3,000 - 3,500
Tomate	2,000 - 2,500
Varios (Fresa, etc.)	4,000 - 5,000

Dentro de estos datos se incluye el consumo de plásticos en la fumigación de suelos; esta técnica ha comenzado a adquirir preponderancia en la agricultura francesa debido a que ha desaparecido la prohibición de emplear cloropicrina.

El acolchamiento en Francia se ha desarrollado en forma sorprendente, ocupando el segundo lugar mundial en valor absoluto y el primero tomando en cuenta el consumo por número de habitantes.

2.- Semi-forzado. Túneles.- En esta técnica Francia ocupa junto con Italia el segundo lugar (después del Japón) sin lograr el desarrollo tan grande obtenido en acolchamiento.

La limitación más importante estriba en el costo de la mano de obra, ya que aunque el tendido de la película es realizado mecánicamente es necesario airear en las horas de más calor durante el día.

Se emplean como materiales principales polietileno y PVC (armado o no) liso o perforado.

Es de interés destacar el tunel tipo "Nantais" que utiliza un dispositivo para levantar la película y cuyo uso se ha generalizado en el mundo.

3.- Invernaderos.- Esta técnica de cultivo no se ha desarrollado en Francia con el impulso que debiera tener. En el año de 1969 solamente existían 500 ha. de invernaderos de plástico, representando el 25% del total existente en el país.

Las causas de que el desarrollo haya sido bajo son las siguientes:

- a) Registro de pocas jornadas de sol, principalmente en invierno, factor adverso a los invernaderos de plástico puesto que son menos luminosos que los de vidrio y sólo pueden desarrollarse en las regiones meridionales.
- b) Fuertes vientos que tienen origen en los Alpes y Pirineos.

4.- Riego y Drenaje.- Este campo ha experimentado un gran avance en los últimos años, en lo que respecta a riego se ha registrado un ligero retroceso. En cambio el drenaje ha tomado un mayor impulso, en el año de 1969 fueron drenadas 8,000 ha. que corresponden a un consumo de 1,300-1,500 ton. de tubería de PVC y polietileno.

5.- Recipientes.- La aparición de los cultivos en recipientes dió lugar a un aumento espectacular en este campo. Se trata de recipientes de tamaño variable que son utilizados para la venta de arbustos ornamentales en Centros de Jardinería.

6.- Ensilado de Forrajes.- En esta técnica de cultivo Francia está a la par con los Estados Unidos en lo que respecta al consumo de plásticos por año y por habitante.

En los últimos años se han registrado ciertos avances en algunos campos de los plásticos utilizados para fines agrícolas, tal es el caso de película, acolchamiento y conservación de frutas.

- Película

Se efectúan estudios que tienden a mejorar la calidad de la película de plástico, estos estudios son orientados a la obtención de:

a) Películas anti-condensación, que se destinan sobre todo al acolchamiento de espárragos.

b) Películas "térmicas" empleadas en acolchamiento que permiten el calentamiento del suelo y hacen posible efectuar un control del desarrollo de las malas hierbas, reuniendo las características de una película transparente y negra.

- c) Películas de alta resistencia mecánica, larga duración y grandes anchuras. Actualmente Francia utiliza películas de polietileno que soportan al menos dos años de exposición continua en la región de Marsella y películas de PVC (la mayor parte armado) cuyo tiempo de vida varía entre dos y cuatro años.
- d) Película "infrarroja" que se destina a cultivos semiforzados, este tipo de película tiene la particularidad de impedir la pérdida de calor nocturno por radiación.
- e) Películas de degradación controlable para acolchamiento que tienen como finalidad suprimir los trabajos de recuperación.

- Conservación de Frutas

Dentro de la conservación de frutas los embalajes con ventana de difusión están adquiriendo importancia, por medio de esta técnica es posible fabricar unidades de capacidad variable, especialmente manzanas y peras, para esto se usa debido a la permeabilidad específica de membranas de caucho de silicona.

Debido a la relativa facilidad de manipulación de las resinas de poliéster reforzadas con fibra de vidrio, ha dado lugar en Francia la -

aplicación de piezas de formas variadas. Las aplicaciones más importantes son:

- Cubas de pulverizadores para fertilizantes líquidos
- Silos para forrajes o granos
- Carrocerías de máquinas agrícolas
- Cámaras frías para conservación de frutos
- Cisternas para recoger y transportar leche

Acolchamiento de Viñas

Los estudios efectuados en esta área se orientan hacia la implementación de un sistema que permita un rápido crecimiento de las vides recién plantadas, ésta técnica adelanta la fecha de producción.

El sistema consiste en la instalación de una película negra sobre las líneas de cepas que da lugar a un mayor crecimiento en las ramas y a un sistema radicular muy superior al registrado en las cepas cultivadas tradicionalmente.

A continuación se muestra la tabla IX con la superficie cultivada, y el consumo de plásticos para las diversas técnicas de cultivo.

TABLA IX

	1959	1963	1967	1969
Acolchamiento ha.	0	400/500	7/8,000	20,000
Túneles ha.	Algunas	800/1,000	3,500	5,000
Invernaderos ha.				500
Ensilado, ton.	Algunas	500/600	2,500	4/4,500
Protección, ton.	100/150	1,000	4/5,000	8/8,500
Riego y drenaje, ton.	100	5/800	2/2,500	3/3,500
Recipientes, ton.	Algunas	100	1,000	1.5/2,000

I.4. GRAN BRETAÑA

En el año de 1969 el consumo de plásticos en agricultura la Gran Bretaña alcanzó una cifra de 55,000 ton., de las cuales 27,000 ton. fueron utilizadas para fines hortícolas y el resto para empaque de fertilizantes.

El consumo de estimado de los diferentes materiales plásticos utilizados en horticultura en el año de 1969, se muestra en la tabla X.

TABLA X

Polietileno de baja densidad	14,000 ton.
Cloruro de polivinilo	7,000 ton.
Polipropileno	3,000 ton.
Poliestireno	2,000 ton.
Otros (incluyendo Poliester-Fibra de vidrio)	1,000 ton.

La mayor parte de las aplicaciones de los plásticos mencionados fue en forma de películas y tuberías. En lo que respecta a películas, su consumo fue de 9,500 ton. en el año de 1969 y se destinó para acolchamiento, túneles, cubiertas para cosechas, etc.

Se utilizaron en el mismo año 9,500 ton. de tubería de plástico, en su mayor parte polietileno de baja densidad y PVC para drenaje, irrigación, abastecimiento de agua y para equipo agrícola.

Se consumieron 5,000 ton. principalmente de poliestireno y polipropileno para Moldeo en diversas aplicaciones.

Las estadísticas indican un aumento anual de 36% para el consumo de plásticos en horticultura en la Gran Bretaña como se muestra en la tabla XI.

TABLA XI

AÑO	CONSUMO DE TONELADAS
1966	10,500
1967	15,000
1968	20,500
1969	27,000

En cuanto respecta a empaque es de estimarse un consumo de 27-28,000 ton. de plásticos en 1969, de las cuales el 65% fue en forma de película de la cual se destina a sacos para fertilizantes y semillas, un 20 a 25% se destinó para película para bolsas, envolturas usadas para empaque de verduras congeladas y frutos y de un 10 a 15% para recipientes y cajas.

La expansión del mercado existente en 1966 hasta el año de 1969 fue de un 12% global por año.

Actualmente, la expansión en el uso de películas plásticas para acolchamiento y túneles e invernaderos ha tenido un avance lento en la

Gran Bretaña comparado con el progreso registrado en otros países que tienen climas más apropiados.

En el área de control de plagas se utilizan tanques de polietileno de baja densidad de cerca de 2,000 litros de volumen para equipo de rociado y para recipientes para almacenamiento de insecticidas y soluciones químicas.

Para el suministro de agua y tanques de almacenamiento se emplean tubos flexibles de polietileno de baja densidad y de PVC. Se utiliza también tubería de paredes delgadas de polietileno de baja densidad - para invernaderos para ductos de aire caliente y dióxido de carbono.

Existe también la tendencia de reemplazar tanques metálicos de almacenamiento de agua por tanques de polietileno de baja densidad moldeado. Se espera en los próximos años un crecimiento general en la mayoría de las áreas de aplicación consideradas anteriormente, en particular para el caso de cubiertas de película para cultivos, recipientes moldeados para almacenamiento de agua y soluciones para rocío.

I.5. HUNGRÍA

En el año de 1960 se empezaron a usar plásticos para usos agrícolas en Hungría, siendo las aplicaciones de éstos muy pobres, ya que solamente se concentraban en pruebas de tubería de plástico y películas de plástico.

En el año de 1970 ocurre un cambio muy significativo en la utilización de plásticos en la agricultura, ya que se invirtió más tiempo en investigación y en trabajo experimental.

Los consumos de plástico en la agricultura para el año de 1971 fueron los siguientes:

TABLA XII

Producto	Toneladas
Tubería	819
Película	4,222
Hojas y otros elementos para construcción	2,275
Espumas	1,329
Otros	1,871
T o t a l:	10,516

En cuanto a materiales se puede decir que el consumo para el

año de 1971 fue el siguiente:

TABLA XIII

Tipo de Plástico	Toneladas
Polietileno	3,907
Fibra de vidrio ⁺	4,708
PVC no plastificado	1,315
Polipropileno	676
Poliamida	543
Poliestireno expandido	944
Espuma de poliuretano	381
Plásticos fenólicos	20
Dispersión plástica	22
Otros	- - - -
T o t a l:	10,516

+ 35% Resina poliester no saturada

65% Resina de vidrio

En la tabla XIV, que se muestra a continuación, se tienen los consumos de plásticos en cuanto a usos en el año de 1971, y los consumos - pronosticados para el año de 1975.

TABLA XIV

Producto	1971	1975
	Toneladas	
Películas de plástico y empaques	4,222	7,200
Tubería	819	2,360
Hojas, espumas y elementos de construcción	3,504	6,300
Otros	1,949	5,790
T o t a l:	10,516	23,500

De la tabla anterior se puede ver que para un período de cuatro años se ha pronosticado un aumento de un 100% en el consumo de plásticos para la agricultura.

1.6. ISRAEL

En el año de 1958 se hicieron los primeros ensayos de aplicar los plásticos en la agricultura, los cuales fueron hechos sobre una superficie de unas 6 ha. Desde ese entonces, y teniendo en cuenta la pequeña extensión de este país que es de 20,000 km², la plasticultura ha experimentado un gran desarrollo, prueba de ello es la situación de la aplicación de los materiales plásticos durante el año de 1962, fue la siguiente:

TABLA XV

Túneles	300 has.
Invernaderos	2 has.
Acolchamiento	Fase experimental
Riego	300 ton. de PE y 150 ton. de PVC
Consumo de Filme de PE	300 ton. (2/3 del consumo total del país)
Consumo de Filme de PVC	20-30 ton.

Si ya en esta época el avance era notable más lo es en la actualidad, puesto que en la campaña 1969-1970 los plásticos cubrieron en Israel una superficie de 2,300 ha. desglosadas de la siguiente manera:

TABLA XVI

Túneles	2,200 ha.
Invernaderos hortícolas	25 ha.
Invernaderos y flores	75 ha.

y el consumo ascendió a 3,000 ton. de plástico distribuido de la siguiente manera:

TABLA XVII

Película	2,000 ton.
Tubería de PE y PVC (riego)	600 - 700 ton.
Embalaje para productos de exportación	250 ton.
Protección	200 - 400

Túneles.- Dentro de los túneles pequeños hay dos tipos, según la época del año:

1.- Para cultivos de invierno se emplean túneles de 0.80 a 1.10 metros de anchura utilizándolos durante un período de 4 a 6 meses.

2.- En cultivos primaverales sólo se emplean los túneles de 1 a 3 meses.

Riego.- Además de las condiciones climatológicas de Israel, que lo obligan a efectuar riegos durante un período de entre 7 y 8 meses, al

año, por lo cual puede pronosticarse un gran aumento en el consumo de tuberías de plástico, es menester mencionar que ha tenido un gran desarrollo en sus sistemas de riego; en el pasado, se usaban aspersores y tubería de aluminio. Actualmente ha tenido mucha aceptación el uso de tubería de PVC, a tal grado que año con año los consumos son mayores.

El riego se realiza por dos métodos:

1.- Tubería de plástico, la cual sustituye a la de aluminio. Estas tuberías pueden ser usadas como instalaciones permanentes o ser movidas por tractor.

2.- Riego por goteo. Este es un método el cual fue desarrollado para el uso de agua salada en zonas áridas y después fue usado para el uso en la ciudad por sus ventajas agrícolas. Usando este método, el riego se puede llevar a cabo ya sea por áreas o por subáreas.

En los próximos años se prevee un uso aún mayor de tubería.

Invernaderos.- Hay dos tipos, según su uso:

- Invernaderos de Vegetales
- Invernaderos de Flores

Invernaderos de Vegetales.- La técnica para el crecimiento acelerado de los vegetales está limitado a una pequeña cantidad de ellos, debido a que tiene un costo de producción alto en comparación con los túneles pequeños y además es necesario de una inversión elevada.

Invernaderos de Flores.- El desarrollo de plástico para recubrimiento de invernaderos para crecimiento de flores ha sido mayor con mucho a los de vegetales debido a la ausencia de túneles pequeños para este uso. Las cosechas más importantes son de rosas y claveles.

La mayoría de los invernaderos están equipados con ventilación - automática, calor y sistemas de riego. En los planes para el futuro, es el de incrementar el uso de invernaderos en flores.

Acolchamiento de tierra.- El acolchamiento ha sido usado para tener mejores condiciones para acelerar el crecimiento, control de enfermedades, para mejorar la nutrición y uso de agua, para tal efecto, se -- usa película negra.

La instalación de la lámina de plástico para el acolchamiento es hecha mecánicamente. Hay máquinas que efectúan las operaciones de instalar la película, poner los soportes dentro de la tierra y cubrir los huevecillos en una sola operación, esto es usado primordialmente para melones y sandías en túneles angostos.

I.7. ITALIA

El desarrollo de los materiales plásticos en la agricultura italiana ha corrido la misma suerte que la industria de los plásticos en general. En 1960, su producción fue de 300,000 ton., frente a 1'250,000 ton en 1967, superado únicamente por Estados Unidos, Japón y Alemania Federal.

La tabla XVIII ilustra la distribución de la superficie cubierta por materiales plásticos y vidrio para usos agrícolas.

TABLA XVIII

	M ²	Vidrio %	Poliétileno %	PVC	Poliéster y otros %
Piamonte	87,500	88,500	10.5	0.7	0.3
Liguria	11'185,400	89.5	2.7	6.8	1.0
Lombardia	295,122	79.1	12.6	4.3	4.0
Trentino A.A.	14,900	100.0	---	--	--
Veneto	57,170	83.1	12.1	4.4	0.4
Venecia	32,170	81.7	11.5	1.6	5.2
Emilia Romagna	242,600	26.8	71.0	1.8	0.4
Marche	26,890	98.8	0.2	--	1.0
Toscana	701,440	32.5	58.7	8.8	--
Umbria	20,060	90.8	4.7	1.9	2.6
Lazio	4'357,850	11.2	87.0	0.3	1.5
Campania	117,780	43.0	54.1	2.1	0.8
Abruzzi e Molise	11,900	100.0	---	--	--
Puglie	83,100	77.1	15.4	5.5	2.0
Basilicata	82,898	100.0	---	--	--
Calabria	189,970	100.0	---	--	--
Sicilia	6'312,400	12.4	87.5	0.1	--
Cerdeña	302,990	94.3	8.0	0.7	--
Nord	11'914,862	87.8	4.6	6.5	1.1
Centro	5'106,240	14.9	82.4	1.4	1.3
Sud	485,648	81.8	16.2	1.5	0.5
Lsole	6'615,390	16.0	83.9	0.1	--
Italia	24'122,140	52.6	43.0	3.6	0.8

La tabla XIX muestra las cantidades anteriores desglosadas por los usos más comunes.

TABLA XIX

SUPERFICIE CULTIVADA Y CONSUMO DE PLÁSTICOS EN LA PLASTI-
CULTURA ITALIANA

Aplicaciones	1960	1965	1967	1969
Invernaderos, ha.	12	1,150	5,500	6,500
Tuneles, ha.		900	3,000	4,500
Acolchamiento, ha.		67	4,000	4,000
Campanas, ha.		376	450/500	
Embalaje de fruta (millones de piezas)	10	20	45	50
Sacos (PVC y Polietileno) (millones)	8	75	105	
Tubería riego (hectáreas regadas)	10,000	20,000	45,000	50,000
Defensa anti-granizo (hectáreas)			1,500	2,000
Conducción agua, km.		635	1,000	
Ensilado forrajes (aplicaciones)				20,000
Mallas recogida aceituna (aplicaciones)				22,000
Avicultura (gallineros, jaulas, etc.)(Unidades)				60,000

Invernaderos.- En casi todas las zonas se utilizan principalmente estructuras de madera cubierta de polietileno, si bien han comenzado ya a desarrollarse los de estructura metálica y cubierta de PVC con mejor

efecto de invernadero en general. Últimamente han experimentado un interesante progreso las cubiertas de poliéster-fibra de vidrio, de polimetacrilato de metilo, de PVC, PVC reforzado por Nylon.

El PVC puede usarse hasta dos años en las regiones meridionales y tres o más años en las zonas del Norte. También se utilizan algunas veces películas de plástico para mejorar el aislamiento de invernaderos de vidrio en cultivos de flores, ya que se trata de un cultivo que es muy exigente en uniformidad de temperatura. Actualmente se están realizando experiencias con películas de fotoselectividad específica, existiendo en el mercado los colores azul y violeta; se aplican al cultivo de fresa, berenjenas, etc., y también a flores como rosas, tulipán, gladiolo, etc.

Túneles.- Su estudio se ha enfocado fundamentalmente al cultivo de melón y fresa, aunque cabe aclarar que se han ido extendiendo y los han aplicado a: pimiento, berenjena, tomate, pepino y calabacín.

Los primeros túneles se hacían de sauce u otros materiales de origen vegetal, fácilmente curvables. La cubierta era de polietileno con alambre de hierro galvanizado; en la actualidad los más efectivos son de película de PVC perforada.

Acolchamiento.- Este es una de las técnicas en donde más han progresado ya que en 1965 se acolcharon sólo unas cuantas hectáreas y para 1967 ya se acolcharon no menos de 4,000 hectáreas de las cuales el 75% lo fue con película negra, el 24% con transparente y un 1% con gris-humo. De la superficie total acolchada, el 80% se dedicó a fresa, el 15% a cucurbitáceas y el otro 5% a berenjena, flores, viveros, etc. Actualmente se ha obtenido gran éxito en el acolchamiento de patatas.

Campanas.- Existen actualmente entre 450 y 500 has. cubiertas con campanas de diversos tipos. El tipo tradicional es de hierro galvanizado, de varias formas y cubierto con polietileno o PVC. Actualmente hay ya otro tipo: es de PVC de altura variable, de color gris o azul y cuya tonalidad decrece desde la base hacia arriba; además, una apertura asimétrica permite un buen aeramiento.

Embalaje y conservación de productos hort-frutícolas.- Es otro de los campos de gran auge en Italia; prueba de ello es el hecho de que en 1967 se llegaron a 80 millones de piezas para embalaje, de las cuales el 50% se destinó a melocotón y albaricoque; el 24% a manzanas; el 20% a peras; el 4% a ciruelas y el 2% a uvas y algunas hortalizas, pudiéndose decir que toda la fruta que exporta Italia en la actualidad, va protegida con embalajes alveolares de plástico. En la conservación fisiológica, se

utilizan cajas de polietileno, de 0.05 mm de espesor o bien bolsas de este mismo material, utilizándose anualmente cerca de un millón de estos embalajes fisiológicos principalmente en manzanas, fresa, peras, col de bruselas, zanahoria, lechuga, etc.

En la tabla XX se aprecia el incremento tan notable que han tenido en un tiempo relativamente corto como lo es de 1968 a 1971.

TABLA XX

Uso	1968	1971	Diferencia 1971-1968
	T o n e l a d a s		
Cajas de embalaje retornables	2,000	4,500	2,500
Cajas de embalaje no retornables	500	6,500	6,000
Cajas para vegetales y frutas	1,000	3,000	2,000
Envases para usos avícolas	400	1,400	1,000
Caparazones alveolares y tinas o cubas	4,000	7,000	3,000
Otros productos manufacturados	500	2,000	1,500

Sacos de Plástico.- Este tipo de aplicación se inició en Italia con PVC, siguiendo poco después con polietileno.

En la tabla XXI se puede apreciar el consumo de polietileno y -- PVC en sacos de plástico.

TABLA XXI

AÑO	Sacos de Polietileno en millones	Sacos de PVC en millones	Total en millones
1960	7	1	8
1965	64.5	10.5	75
1967	80	25	105

También es menester el mencionar que posteriormente aparecieron en el mercado sacos de rafia de polipropileno.

Riego con tubería de plástico.- Esta es otra de las aplicaciones que han tenido gran desarrollo, prueba de ello son las 50,000 ha. regadas en 1969; para lo cual, se utilizaban tubos de polietileno y de PVC que en el caso de grandes diámetros o altas presiones se revisten con poliester-fibra de vidrio.

Defensa antigranizo.- Este tipo de aplicación se originó debido a las grandes pérdidas anuales que son del orden de 3 millones de pesos. - Para este efecto, los agricultores italianos suelen emplear redes de polietileno de baja densidad. Actualmente existen unas 2,000 ha. cubiertas con estos materiales plásticos. Esta defensa sólo se considera rentable en zonas de mucho peligro y en cultivos de alto rendimiento.

Acueductos y Lacteoductos.- La conducción de agua con tubería de plástico que apenas era conocida en 1960, alcanzó los 635 kilómetros

en 1965 y llegó a los mil kilómetros en 1967. Los materiales empleados fueron:

1.- PVC atóxico en un 55%

2.- Polietileno 45%

I.8. JAPON

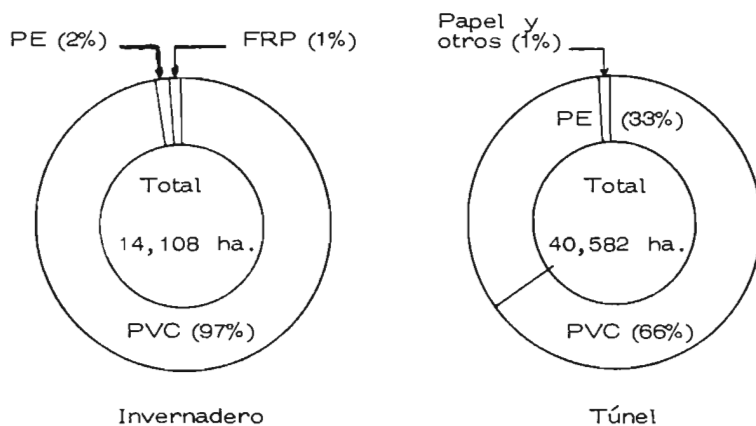
Los primeros materiales plásticos utilizados en la agricultura japonesa fueron:

a) la película de PVC en el año de 1950

b) la película de Polietileno en 1955

El ritmo de aplicación de los plásticos en la agricultura japonesa ha seguido la carrera ascendente de la producción de materiales plásticos como se muestra en las siguientes tablas.

La tabla XXII muestra la demanda reciente de las películas de - - PVC y Polietileno para usos agrícolas.

AREAS Y MATERIALES EMPLEADOS EN INVERNADEROS Y
TUNELES (1971)

Las películas de PVC se emplean para invernaderos y túneles de larga duración; mientras que las películas de polietileno se utilizan cuando no se requiere conservación de calor y durabilidad.

TABLA XXII
CONSUMO DE PELICULAS DE AGRICULTURA

Año	PVC (ton.)	PE (ton.)
1955	3,000	500
1960	12,000	4,500
1965	26,000	15,000
1970	60,000	47,000
1971	72,000	48,000

La tabla XXIII muestra cómo se han ido incrementando las superficies cubiertas en Japón, con película de plástico.

TABLA XXIII
SUPERFICIES CUBIERTAS EN JAPON CON FILMES DE PLASTICO

Años	Túneles, Ha.			Invernaderos, Ha.			Semilleros arroz, Ha.		
	PVC	PE	Total	PVC	PE	Total	PVC	PE	Total
1965	13,837	8,732	22,569	3,732	475	4,207	8,743	19,294	28,037
1967	18,559	9,326	27,885	6,132	360	6,492	8,235	23,207	31,442
1969			30,000			9,300			34,000

La tabla XXIV indica el consumo de productos plásticos para usos en la agricultura y la industria del pescado.

TABLA XXIV

CONSUMO DE PRODUCTOS PLASTICOS PARA USOS EN LA AGRICULTURA
Y LA INDUSTRIA DEL PESCADO

<u>Tipo</u>	<u>Resina</u>	<u>Consumo (Tons.)</u>
Película y lámina para recubrimiento	PVC	72,000
	PE	48,000
	EVA	3,000
	FRP	1,000
Tubería para irriga- ción y drenaje	PVC	40,000
	PE	250
Lámina rígida para diques	PVC	12,000
Recipientes	PE	22,000
	PP	22,000
Cuerdas y redes pa- ra la industria pes- quera	PE	22,000
	PP	15,000
Película para empa- que	PE	15,000
	PVC	15,000
Varios		24,000
	TOTAL:	<u><u>351,650</u></u>

Además de las películas citadas, se están haciendo experiencias con películas de acetato de vinilo-etileno y PVC biorientado.

En el año de 1969, se consumieron en el Japón unas 53,000 ton. de películas de PVC y 40,000 ton. de polietileno. La mayor cantidad de película de PVC utilizada en Japón, si se compara con el polietileno (al contrario con lo que suele ocurrir en el resto del mundo) es debido a las causas siguientes:

- a) Precios bajos en relación con otros países.
- b) Posibilidad de aplicar películas muy anchas, ya que los fabricantes japoneses pueden llegar hasta 3 metros.
- c) Como se demuestra en las curvas de transmitancia de longitud de onda de la luz de ambos materiales, la transmitancia de ondas en un rango largo (16-15) en relación con la radiación nocturna, es menor para películas de PVC que para películas de polietileno.

Por lo cual, si comparamos la película de polietileno con la de PVC, ésta última tiende a guardar la temperatura por un tiempo mayor dentro de los invernaderos.

- d) La película de PVC es más empleada debido a su resistencia al intemperismo, resistencia a la tensión, esfuerzo constante y a la elongación, por lo cual es adaptable a la horti-

cultura (invernaderos y túneles) y puede ser empleada por un gran período de tiempo.

- e) La película de PVC es superior debido al calentamiento producido por las radiaciones de alta frecuencia, sellado y soldadura, es fácil de procesar películas anchas, por ejemplo las que se usan para cubrir invernaderos.

No obstante en aplicaciones que no necesitan un control riguroso de la temperatura existe la tendencia hacia el polietileno por ser más barato.

En las 9,300 ha. dedicadas en 1969 a invernaderos se cultivaron:

- | | |
|-----------------------|-----|
| - Cultivos hortícolas | 80% |
| - Floricultura | 17% |
| - Fruticultura | 3% |

El 75% de la película de PVC utilizada en invernaderos tienen un espesor mayor de 0.075 mm y su distribución, según tipo de cultivos es la siguiente:

- | | |
|--|--------|
| - Horticultura, floricultura y arboricultura | 82-85% |
| - Semilleros de arroz | 10-12% |
| - Semilleros de tabaco | 4-5 % |
| - Diversos | 1-2 % |

De las 40,000 ton. de polietileno consumidas en 1969 por la agricultura japonesa, 24,000 se destinaron al cultivo del arroz y 16,000 al acolchamiento. El espesor de las películas de polietileno suele ser menor que el de PVC (60%: 0.020 y 0.030 mm; 34: 0.050 y 0.075 mm y 6% superior a 0.100 mm).

Actualmente se están realizando estudios para lograr películas de PVC anti-polvo y de fotoselectividad específica, así como para mejorar las películas de polietileno y acetato de vinilo-etileno.

En Japón se utilizan también plásticos rígidos, especialmente en la construcción de invernaderos; debido a que su transparencia es inferior a la de las películas; se aplican fundamentalmente en secaderos de tabaco que no exigen un gran luminosidad, así como en regiones de fuertes vientos y grandes nevadas. En la actualidad, representan el 1% del total de superficie cubierta de invernaderos.

Otras aplicaciones de plásticos en la agricultura japonesa son:

- 1) Embalaje de frutas y hortalizas; en 1968, se consumieron 50,000 ton. de película de PVC y 30,000 de polietileno.
- 2) Sacos de gran contenido; seis millones de sacos de rafia de polietileno y polipropileno.
- 3) Tuberías de plástico; de las 23,000 ton. de tubería de PVC consumidas en 1969, sólo 3,000 fueron dedicadas a la agricultura.

I.9. CONCLUSIONES

La utilización de los materiales plásticos en las diversas técnicas de cultivo, van adquiriendo un desarrollo gradual en diversos países. Este desarrollo va íntimamente relacionado con la climatología, lo cual explica que países tan desarrollados industrialmente como Gran Bretaña y Alemania Federal, no se encuentren a la misma altura en lo que a plásticultura se refiere. Para ilustrar esto último, tenemos la siguiente tabla la cual muestra la superficie cubierta, por aplicaciones y países durante el año de 1969.

	Acolchamiento	Túneles	Invernaderos	Total
Japón	1,000	30,000	9,300	40,300
EE.UU.	25,000	2,000	3,000	30,000
Francia	18/20,000	5,000	400/500	23/25,500
Italia	4,000	4,500	6,500	15,000
España	2,000	1,100	750	3,850
Israel	- - -	2,200	100	2,300
Rumanía	- - -	900	1,200	2,100
Bélgica	1,300	500	200	2,000
Rusia	- - -	1,100	600	1,600
Grecia				1,300
Bulgaria	- - -	750	120	870

Hungría				700
Checoslovaquia	15	5	100	120
Portugal	- - -	15	15	30

Como se ha podido apreciar, durante este capítulo constantemente nacen nuevas técnicas de aplicación y se incrementan las ya conocidas; y es de preocupación constante por parte de todos los países puesto que los resultados hablan por sí solos en lo que respecta a la aplicación de los -- materiales en la agricultura y cada uno de acuerdo a sus necesidades y limitaciones trata de ir desarrollándose cada vez más. La trayectoria - seguida por los materiales plásticos y de acuerdo a los datos reportados por los países anteriormente tratados, hace suponer que el consumo en poco tiempo será mayor y países que actualmente no los utilizan tratarán de aplicarlos, claro está, de acuerdo a sus necesidades y sus limitaciones.

II.1. INVERNADEROS DE PLASTICO

La palabra invernadero, en el sentido agronómico, es aplicable a los lugares cubiertos y abrigados por métodos artificiales cuya función - primordial es defender las plantas de la acción del frío.

Hasta hace poco tiempo, las producciones semiforzadas o forzadas de productos hortícolas tales como el pepino, pimiento, lechuga, tomate, etc. y de flores, eran consideradas productos de lujo y se destinaban a un sector consumidor minoritario ya que sus condiciones de producción eran restringidas. Esta idea ha cambiado en la época actual ante la noción de la producción en masa, que permite el consumo de ciertos productos hortícolas a lo largo del año como consecuencia del aumento de nivel de vida. Por todas las causas enumeradas, se ha investigado buscando rendimientos más elevados a precios bajos de fabricación para obtener beneficios altos.

El invernadero tiene por objeto la producción sistemática y fuera de estación de estos productos hortifrutícolas, convirtiéndose en instrumento de trabajo que hace posible el control eficaz de los rendimientos en calidad y cantidad.

Algunos países de la cuenca mediterránea, tales como Francia e Italia y otros centroeuropeos como Bélgica, Holanda y Alemania, disponen de grandes superficies cubiertas de invernaderos para poder aten-

der la demanda de determinados productos en épocas fuera de estación, no disfrutan de un clima como el español, por ejemplo, para la obtención de productos extratemperáneos; debido a lo antes expuesto, la mayor parte de los invernaderos utilizan sistemas de calefacción para protección de los cultivos de las bajas temperaturas, y en su mayoría utilizan cubiertas de materiales plásticos, rígidos o semirígidos; este factor hace que las instalaciones sean más costosas y por ende las cosechas que se obtienen alcanzan precios elevados.

En países de clima como el español además de obtenerse cosechas más económicos que las europeas, el número de cosechas anuales es mayor, debido al mayor número de horas anuales de sol, que es un factor - muy importante para el crecimiento vegetativo de las plantas y a la vez existe un ahorro ya que no es necesario el uso de estructuras complicadas y costosas, empleándose para su cobertura películas de espesor medio.

Finalidad de los Invernaderos. Ventajas que aportan.

Todas las plantas tienen unas exigencias muy concretas en cuanto a límite de temperatura para su desarrollo vegetativo, que va desde su germinación hasta la fructificación; es por esto que en los cultivos al aire libre es necesario realizar la siembra o plantación en épocas en las que la temperatura del exterior sea la más adecuada para que germinen las semillas o para el desarrollo de las plantas. Si por otro lado, las siem-

bras se realizan en un medio artificial, en el que la temperatura ambiente es la adecuada para el nacimiento o desarrollo de los cultivos, éstos crecerán con toda normalidad y fructificarán cuando alcancen su constante térmica.

Los invernaderos crean ese clima artificial elevando las temperaturas del exterior, defendiendo a las plantas de los fríos y acelerando la precocidad de recolección de frutos, puesto que los cultivos alcanzarán su constante térmica con más rapidez.

Además de la precocidad de los cultivos, se logra un aumento de rendimientos y se obtienen productos de alta calidad.

El aumento de producción en invernaderos, en cultivos tales como el del pepino superan el 400%, es consecuencia del control de temperatura y humedad en que se desarrolla la planta; por otro lado, si a esto unimos la siembra de variedades adecuadas para invernaderos y unas prácticas de cultivo controladas tales como riegos, fertilizantes, control de plagas, etc., los rendimientos que se obtengan superan con creces los obtenidos en pleno campo.

Los invernaderos contribuyen de una manera notoria a la obtención de cosechas de gran calidad como consecuencia de la protección que ejercen contra ciertos agentes del clima, tales como sequías, heladas, vientos y granizos, que alteran la calidad de los frutos. Esta característica

ofrece un gran interés en cultivos destinados a mercados internacionales y nacionales.

Las principales ventajas que aportan los invernaderos son las siguientes:

- 1) Precocidad de cosechas
- 2) Aumento de rendimientos (de 3 a 5 veces mayor que las obtenidas en cultivos al aire libre)
- 3) Posibilidad de obtener cosechas fuera de época
- 4) Frutos de mayor calidad
- 5) Ahorro de agua (ya que la evaporación es mínima)
- 6) Mejor control de enfermedades y plagas
- 7) Posibilidad de instalación de riegos automáticos

Las ventajas posibles en cultivos bajo invernaderos deben de ser explotadas al máximo, para poder sacar de ellos el mayor beneficio; el agricultor debe tener presente los tres principios fundamentales siguientes:

- 1) Empleo de variedades selectivas propias para su cultivo bajo invernadero
- 2) Control del medio ambiente (temperatura y humedad)
- 3) Técnicas de cultivo adecuadas

Factores esenciales que deben respetarse para la implantación de Invernaderos

Entre los muchos factores que debe tener presente el agricultor a la hora de instalar un invernadero, cabe destacar los siguientes:

- 1) Suelos. Abonos
- 2) Vientos
- 3) Riegos
- 4) Ligereza y estanqueidad
- 5) Dimensiones. Forma y Orientación
- 6) Insolación

1) Suelos. Abono .- El suelo debe estar bien nivelado con el fin de que el invernadero tenga una temperatura homogénea. En un invernadero en los Pirineos, se ha comprobado una diferencia de 2°C de temperatura por la noche entre la parte alta y baja del mismo. Durante el día, en este mismo invernadero, se han llegado a registrar diferencias de temperatura de 8-10°C. Cuando el sistema de riego sea por gravedad, deberá dotarse al terreno de la mínima pendiente necesaria para que el agua llegue con facilidad a todas las plantas.

El terreno debe ser fértil, rico en materia orgánica, preferiblemente de textura ligera, exento de piedras y de mala hierba, y sobre todo debe ser homogéneo, tanto en su superficie como en profundidad con el -

fin de que las necesidades de agua y abonado sean las mismas. También deben de estar provistos de un buen drenaje ya que a veces puede ser necesaria la lixiviación del suelo para paliar salinidades excesivas.

En Holanda, los suelos de los invernaderos hortícolas son muy diversos: su textura varía entre los ligeros de arenas de dunas a los arcillosos. Sin embargo, en Francia los invernaderos se instalan generalmente sobre terrenos de huerta con textura media-ligera. En España, la mayor parte de los invernaderos hortícolas se hallan sobre terrenos enarenados.

En general, la textura más adecuada para el suelo de un invernadero con fines hortícolas, es la siguiente:

- Arena gruesa	200-2,000 micras	40-50%
- Arena fina	50- 200 micras	8-12%
- Limo grueso	20- 50 micras	5-10%
- Limo	2- 20 micras	8-12%
- Arcilla	2 micras	10-15%
- Materia orgánica		6- 8%
- Caliza		0- 4%

Cuando el nivel de materia orgánica es de 6-8% se considera que el régimen de aportaciones a un invernadero debe ser de 70 a 90 Tm. de

estiércol/Ha/año. Sin embargo, si se quiere efectuar una corrección, dichas aportaciones deben ser superiores. Para mantener un nivel adecuado de fertilización, en el terreno, durante su cultivo es preciso aportar elementos fertilizantes a medida que son absorbidos por la planta. Dado que los agricultores, por lo general, tienen tendencia a forzar los riegos en los invernaderos, el análisis de las aguas de drenaje en los mismos puede resultar de gran interés, porque permite comprobar los desequilibrios del abonado.

A continuación se muestra una tabla del Ministerio de Agricultura de Francia que expone para diversos cultivos, el rendimiento obtenido y las cantidades de diversos minerales en el suelo del invernadero.

TABLA XXV

Especie	Rendimiento Tm./Ha.	Kg/Ha				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Pepino	247	388	210	790	611	112
Pepino	300	480	216	792	304	43
Tomate	150	570	90	1,150	--	--
Melón	33	247	104	352	338	61
Melón	67	283	137	503	412	77
Lechuga	24.3	67	28	127	29	9.7

2) Vientos .- En zonas de fuertes vientos, es importante que los invernaderos estén protegidos contra la acción de los mismos, ya que pueden ocasionar grandes daños a las láminas de plástico, acortando su vida y encareciendo los gastos de cultivo. La instalación de cortavientos permeables con porosidad del 50% es una medida eficaz para protegerlos de los vientos huracanados. La altura normal de éstos es de 2.5 a 3 metros, por lo que su acción protectora se dejará sentir a lo largo de una extensión a partir del mismo, de 40 a 60 metros. Los cortavientos conviene que es tén separados de los invernaderos a una distancia mínima de 6 a 8 metros con el fin de que no resten insolación al invernadero. En la confección de los cortavientos, se emplean cañas largas con una duración útil estimada de cuatro años, debido a que al ir enterradas en parte para su anclaje, - se pudren y hay que volverlas a clavar; así va perdiendo altura y eficacia el cortaviento. En sustitución de la caña, últimamente se viene empleando malla de plástico que es fácil de colocar, tiene larga duración y no pre cisa más gastos que los originados por su instalación.

3) Riego.- Las hortalizas cultivadas en invernaderos precisan a lo largo de su ciclo vegetativo de agua para satisfacer sus necesidades. Los riesgos son, generalmente, más frecuentes que si las mismas hortalizas se cultivaran al aire libre, pero son caudales más reducidos, por existir en el interior del invernadero menor evaporación; por ello es preciso dis

poner cerca del mismo de una fuente de suministro de agua, bien sea continua o bien embalsamada, cuya capacidad satisfaga las necesidades de la superficie cubierta por el invernadero.

4) Ligereza y Estanqueidad .- La ligereza y estanqueidad son dos condiciones importantes que debe reunir todo invernadero. El almacón que lo constituye debe ser lo más ligero posible para no restar luminosidad a las plantas cultivadas en su interior. Se ha comprobado que con estructuras pesadas, hay proyecciones de grandes zonas de sombra y las plantas afectadas por las mismas han experimentado un crecimiento más lento, re--trasando su fructificación; esto provoca una pérdida de precocidad y por tanto, de beneficio para el agricultor. Por otro lado, la construcción de invernaderos con estructuras ligeras abaratan las instalaciones, factor importante que debe tenerse en cuenta por la elevada inversión del capital que se requiere.

5) Dimensiones. Forma y Orientación de los Invernaderos.- Las di--mensiones de los invernaderos están un poco condicionadas a la climatología de la zona. No existe por tanto una medida ideal que deba respetarse a la hora de construirlos; sin embargo, en la práctica, los invernaderos tipo capilla, se construyen con anchuras múltiplo de tres metros. En cuanto a su longitud, ocurre un tanto igual; suele ser múltiplo de tres.

Es lógico pensar que cuanto mayores sean las dimensiones de un invernadero, los factores climáticos -temperatura y humedad- serán más difíciles de controlar. En atención a ésto, será más conveniente construir varios invernaderos de pequeñas y medianas dimensiones, que uno que cubra una gran superficie; de todas formas, la superficie cubierta dependerá de la climatología de la zona.

La altura del invernadero debe ser aquella que permita que las plantas alcancen un desarrollo óptimo, entendiéndose por tal los dos o tres metros que con frecuencia alcanzan algunos cultivos, tales como el pepino, etc. Así pues, y con arreglo a ésto, el techo del invernadero deberá tener una altura próxima a los 3 - 3.5 metros y los aleros o correas laterales de 2 - 2.5. No convienen los invernaderos con techos altos, pues se encarece considerablemente el costo de los mismos.

Generalmente, los invernaderos con vertientes o techos desiguales, registran durante los meses de invierno una iluminación interior superior a los construídos con techos iguales o simétricos. Esto es realmente interesante debido a que durante la estación invernal, la iluminación es débil. Así, por ejemplo, un invernadero cuya vertiente norte tiene una pendiente de 55° y la del Sur 25° , deja pasar un 10 - 12% más de luz que otro con techo simétrico, cuyos planos de inclinación forman con la horizontal un ángulo de 35° . Este porcentaje es aún mayor en inverna

deros con techo de 65° de pendiente en su vertiente norte y de 25° en la - del sur.

El ángulo de inclinación del techo, así como la forma del mismo (circular, semielíptico, plano, etc.), debe ser elegido de acuerdo con la climatología de la zona. Los techos planos con ángulos de inclinación menores de 15° , permiten gran luminosidad al invernadero, pero la evacuación de las aguas de lluvia y de la nieve resulta dificultosa, pudiendo provocar el derrumbamiento del techo.

Estas instalaciones ofrecen gran resistencia al viento y son recomendables para zonas luminosas de escasa precipitación.

Cuanto mayor pendiente tiene el techo, más fácilmente se evacuará el agua de lluvia y la nieve, pero son menos resistentes al viento; por ello es preciso protegerlos con cortavientos. Los invernaderos con cubiertas curvas (circulares elípticas, etc.) gozan de una gran iluminación interior, evacúan bien el agua y ofrecen poca resistencia al viento.

A la hora de instalar los invernaderos hay que tener presente la orientación que hay que dar a éstos para defenderlos de los vientos huracanados que pueden arruinar las instalaciones. Nunca deberá orientarse un invernadero en dirección perpendicular a éstos vientos; hay que procurar que el invernadero le frene lo menos posible, cosa que se consigue al situar sus fachadas más estrechas frente a la dirección de los vientos huracanados.

6) Insolación. - El sol es la principal fuente de energía que proporciona calor a las plantas el cual es necesario acumular en el interior del invernadero a lo largo del día para defenderlas durante la noche. Las posibilidades térmicas de un invernadero serán mayores cuanto mayor iluminación reciban. Durante el invierno la máxima iluminación se obtiene cuando se sitúan estos en las laderas orientadas al sur. Las laderas de los valles profundos no son recomendables, por acumularse en ellos, con frecuencia, nieblas, polvo, humos, etc, que enturbian la atmósfera, restándole insolación a los invernaderos.

Las siembras o plantaciones en el interior del invernadero deben hacerse de tal forma que unas plantas no den sombra a otras.

Propiedades Generales de los Invernaderos de Plástico

Entre las propiedades que presentan los invernaderos de plástico, cabe destacar las siguientes:

- a) Gran transparencia
- b) Estanqueidad
- c) Ligereza
- d) Facilidad de adaptación al terreno
- e) Economía
- f) Resistencia a los agentes climáticos (viento, lluvia, granizo)

g) Fácil control del medio ambiente (temperatura, humedad)

La transparencia a las radiaciones solares de los materiales plásticos utilizados para cobertura de invernaderos es variable, no obstante y en cualquier, el invernadero se calienta rápidamente por el día, acumulando calorías suficientes para defender a las plantas de las bajas temperaturas nocturnas.

La estanqueidad es una cualidad importante en éstos invernaderos, especialmente en aquellos recubiertos con láminas flexibles, las cuales se adaptan fácilmente a cualquier tipo de estructura.

Los materiales plásticos, por su ligereza, no precisan de armazones pesados que encarecen considerablemente las instalaciones de invernaderos y restan luminosidad a los cultivos al proyectar sombras sobre los mismos. Los materiales plásticos, por tener una gran flexibilidad, permiten construir invernaderos de formas geométricas múltiples (capilla, circular, poligonal, etc.). Los techos curvos que se consiguen gracias a esta flexibilidad, permiten una mayor penetración de la radiación solar; ésto se ha comprobado comparando las temperaturas interiores de dos invernaderos recubiertos de poliéster, uno de estructura circular y otro con techo a dos vertientes, el primero resultó más caliente que el segundo.

Los invernaderos de plástico tienen una gran facilidad de adaptación al terreno, por irregular que sea, ya que los materiales empleados para la confección de los armazones son ligeros y fáciles de instalar, y las láminas o películas de PVC o polietileno, al ser flexibles, se adaptan perfectamente a estas estructuras. Por otro lado, los materiales plásticos permiten la construcción de estructuras móviles que pueden ser trasladados de unos cultivos que ya no necesitan protección a otros menos adelantados que la requieren.

Los invernaderos recubiertos con materiales plásticos, especialmente aquellos en que se utilizan láminas flexibles de polietileno o PVC resultan poco costosos por precisar estructuras ligeras y sencillas de instalar. A pesar de ser ligeras, resisten a los vientos, lluvias, granizos, etc., no existiendo prácticamente gasto alguno a lo largo del año en reparaciones por desperfectos causados por los mismos, siempre y cuando el invernadero reúna las características adecuadas, propias de cada región y protegidos por cortavientos si existen vientos huracanados.

El control del medio (temperatura, humedad), es fácil de realizar ya que puede dotarse al invernadero de la ventilación, calefacción y riego adecuados, bien sea por medios manuales o automáticos.

Materiales utilizados para la Construcción de Armaduras de Invernaderos

En la construcción de la armadura de un invernadero, se utilizan los siguientes materiales: hierro, madera, hormigón o construcciones mixtas de estos materiales. Las estructuras deben ser lo más ligeras posible con la finalidad de no restar luminosidad a las plantas.

Hierro .- Los tubos y perfiles de hierro son los materiales más utilizados actualmente en la construcción de armazones; se emplean para confeccionar los pilares sobre los que descansan los entramados que constituyen las techumbres; los entramados, a su vez están formados por tubos y perfiles de madera.

Las armaduras de hierro son ligeras y proporcionan gran luminosidad al invernadero; sin embargo, tienen el inconveniente de que el ser buenas conductoras de calor absorben calorías del interior del invernadero que transmiten luego hacia el exterior; por otro lado, las secciones del plástico, ya sea PVC o polietileno, al apoyarse sobre las partes metálicas de la estructura se degradan con facilidad a consecuencia del calor continuo a que están sometidas, esto da lugar a zonas débiles por donde sufren rupturas las películas. Para evitar esto, es aconsejable interponer entre el plástico y las partes metálicas de apoyo un elemento aislante que puede ser listoncillos de madera, o cintas de plástico negro semirrígido.

Madera. - La madera ha sido el material primitivo usado para la construcción de invernaderos, en la actualidad se emplea gracias a sus propiedades térmicas, ya que es un buen material aislante del frío y del calor, evitando registros de pérdidas de calor.

Los mayores inconvenientes que presentan las estructuras realizadas en madera son: duración más corta que las formadas a base de tubos o perfiles de hierro galvanizado y menor iluminación en el interior del invernadero. Estos defectos pueden evitarse en parte si las maderas son tratadas previamente con productos conservadores del material, ya sea por remojo o pintadas con adecuados barnices y mediante un estudio detallado de la estructura con el fin de utilizar la menor cantidad de material para que no reste luminosidad a la estructura.

Hormigón. - Las viguetas de hormigón pueden tener interés en aquellos invernaderos que requieren techos elevados, ya sea por así exigirlo las condiciones climáticas de la región. Los gastos de mantenimiento de estos invernaderos son menores que en los dos anteriores.

Materiales Plásticos utilizados para Cobertura de Invernaderos

Los materiales plásticos que se emplean para el recubrimiento de invernaderos pueden clasificarse en la siguiente forma:

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Láminas rígidas: | Poliéster estratificado con fibra de vidrio
Policloruro de vinilo
Polimetacrilato de metilo |
| 2. Láminas semirrígidas: | Polietilentereftalato |
| 3. Láminas flexibles: | PVC plastificado
Polietileno |

Los materiales mencionados deben permitir el paso de las radiaciones solares con el fin de calentar al máximo durante el día el invernadero, es decir, deben tener una gran transparencia a esas radiaciones, también es de importancia que sean poco transparentes a las radiaciones nocturnas emitidas por el suelo hacia el exterior, con el fin de evitar el enfriamiento del invernadero. En este punto, el poliéster estratificado y las planchas rígidas de PVC de 1 milímetro de espesor tienen una transparencia similar produciendo un efecto de "abrigo" superior que el conseguido por láminas flexibles de PVC o polietileno.

En la tabla XXVI se demuestran las transparencias a la radiación solar de algunos materiales plásticos.

TABLA XXVI

Material	Rayos ultravioleta	Rayos visibles	Rayos infrarrojos	Total 0.3-2 micras
Vidrio de 2 mm	53	90	88	86,5
Poliéster estratificado 1 mm	15	76	80	74
Polivinilo de 0.25 mm	72	88	90	88
Polimetacrilato de metilo 3 mm	68	92	80	84,5
Polietileno de 0.1 mm	68	80	83	80

Poliéster.- La propiedad principal del poliéster es su gran poder de difusión lumínica, creando en el interior del invernadero una iluminación - uniforme. Su elevada proporción de resistencia al peso los convierte en excelentes substitutos del vidrio, como materiales transparentes. Su rigidez cuando se trata de paneles acanalados, permite alcanzar distancias tan grandes como el acero de igual espesor. Otra propiedad de gran valor para este tipo de construcción es la de resistir golpes fuertes sin quebrarse. Así pues, las propiedades más significativas de este material son:

- a) Posibilidad de alcanzar largas distancias sin soportes intermedios
- b) Flexibilidad suficiente para permitir innovaciones de diseño.

c) Resistencia a los golpes y a los daños del granizo

Los rayos ultravioleta atacan a las resinas poliéster, manifestándose estos ataques por los cambios de color que van experimentando las placas, de este modo, la tonalidad suave amarilla que tienen al principio va adquiriendo tonos más fuertes de amarillo, pasando a ser tostado y por último marrón. Esta acción degradante puede ser amortiguada si las planchas de poliéster llevan incorporados agentes absorbentes y protectores de rayos ultravioletas.

Debido a su flexibilidad, las planchas de poliéster pueden adaptarse a estructuras curvas, a las cuales van sujetas por medio de tornillos que las atraviesan.

Las planchas de poliéster son poco transparentes a las radiaciones nocturnas, lo que da lugar a producir en el invernadero un gran efecto de "abrigo".

Las planchas de poliéster son poco transparentes a las radiaciones de onda larga, lo que produce un gran efecto de "abrigo". La transparencia del poliéster a los rayos infrarrojos es normal; sin embargo, es poco transparente a los rayos ultravioleta. La luz visible directa tiene una baja penetración llegando apenas al 80%, pero esto queda compensado por la gran difusión de luz que produce.

Policloruro de Vinilo. - El PVC se presenta en el mercado en láminas flexibles y rígidas con espesores comprendidos entre 0.01 a 0.25 mm las primeras y superiores a 0.25 las segundas.

Las láminas rígidas son muy resistentes al uso y son de una larga duración. Su precio, en el espesor de 1 mm es un poco superior al del vidrio, pero la conveniencia de su empleo se deriva de la reducida estructura de sostenimiento que requieren y también del menor costo de mantenimiento de la cobertura.

Al contrario del polietileno, que en forma de película de poco espesor es flexible por naturaleza, el PVC se requiere asociar con sustancias plastificantes para obtener láminas flexibles.

Las láminas de PVC son bastante permeables a la radiación solar, permitiendo el paso del 80-85% de las mismas; sin embargo, son poco permeables a la irradiación nocturna del suelo, produciendo por lo tanto un buen efecto de "abrigo", siendo muy recomendables para coberturas de invernaderos.

Polietileno. - Es el material plástico más utilizado en horticultura en todos aquellos países donde la plásticultura ha alcanzado cierto desarrollo, ya que a sus características se une un precio menor que el de cualquier otro material en el mercado.

Los espesores de lámina o películas de polietileno más convenientes

tes oscilan entre 2 - 3 mm, dependiendo dichos espesores de la climatología de la zona.

El polietileno presenta buena transparencia a los rayos ultravioleta, visibles e infrarrojos, por lo que el calentamiento diurno del invernadero es grande. Tiene el inconveniente de ser algo permeable a la radiación nocturna del suelo, y por tanto, las pérdidas de calor por radiación en el interior del invernadero pueden ser mayores que en los de PVC y poliéster; pero este fenómeno queda en parte compensado por la condensación de agua que se forma en la parte interior de la lámina de polietileno, que impide la salida de las radiaciones con longitud de onda comprendida entre 7 y 25 micras, que son las radiaciones de los rayos calóricos.

Polimetacrilato de Metilo.- Las láminas de polimetacrilato de metilo - poseen un peso inferior a la resina poliéster y presentan una gran resistencia al envejecimiento, además de que se mantienen inalteradas sus características físicas a pesar de los largos períodos de exposición a la luz y a los agentes atmosféricos, por lo que su duración se calcula en cerca de 20 años.

Su precio es elevado actualmente, lo que no ha permitido su difusión en la agricultura. Se han realizado pruebas de mezclas de este producto con otros materiales plásticos que reducen notablemente su costo.

La transparencia en estos materiales obtenidos de mezclas son comparables a la del vidrio tradicional, la transmisión a las radiaciones del infrarrojo cercano son óptimas, esto determina un buen efecto "invernadero", ayudado en este aspecto por una mayor impermeabilidad a las radiaciones infrarrojas lejanas emitidas por el terreno y de las plantas durante la noche.

Tipos de Invernaderos. - Para establecer una clasificación correcta de invernaderos se debe tomar en cuenta el tipo de estructura, ya sea de madera, hierro, hormigón y los materiales empleados en cada uno de ellos, en la tabla XXVII se clasifican de una forma sencilla:

TABLA XXVII

	a) Túnel-Invernadero:	Circular Poligonal
I. Invernaderos recubiertos con láminas de plástico flexible (polietileno, PVC)	b) Invernaderos tipo capilla:	A una vertiente A dos vertiente
	c) Invernaderos diente de sierra	
	d) Invernaderos con techo curvo	
	e) Invernaderos burbuja	
II. Invernaderos recubiertos con planchas rígidas (poliéster, PVC - rígido, polimetacrilato de metilo).	a) Invernaderos capilla	
	b) Invernaderos con techo curvo	Semicircular Ojival Semielíptico

I. Invernaderos con Cubierta Flexible

a) Túneles-Invernadero

Estos abrigos ocupan un lugar intermedio entre el invernadero y el túnel; suelen ser estrechos, ya que nunca sobrepasan los cuatro metros de anchura y su altura es más bien baja, inferior a la altura normal de un hombre.

Para su construcción se emplean varillas, tubos o perfiles de hierro, adoptando formas o estructuras poligonales o circulares. Estos soportes van clavados al suelo y distanciados entre sí unos dos metros. Normalmente, para la cobertura de estos túneles se emplean láminas de polietileno de espesores comprendidos entre 2 - 3 mm, pero igualmente pueden utilizarse las de PVC.

Estos túneles son abrigos económicos de fácil instalación y resistentes al viento. Se utilizan para producción de plantas de porte bajo, tales como: lechuga, zanahoria, semilleros, etc. y también para flores. El efecto de abrigo que producen es menor que el conseguido en invernaderos clásicos y mayor que en túneles.

La aireación se practica por el lateral opuesto a los vientos dominantes, levantando el plástico de tramo en tramo, de idéntica forma a la seguida para la aireación de túneles.

En el mercado existe un tipo de invernadero-túnel movable formado por elementos que se fijan unos a otros por presión y amarre y con sistema de ventilación apropiado.

Debido a su forma cilíndrica, tienen un gran poder de recepción de los rayos solares y buena resistencia a los fuertes vientos. Son fáciles de montar y desmontar, por lo que son recomendables para los agricultores que inician sus experiencias con plásticos. Su comodidad de montaje y desmontaje y su fácil almacenamiento hacen que sea un abrigo de grandes posibilidades en horticultura.

b) Invernaderos Capilla

Los invernaderos capilla, cuya forma exterior se asemeja a una caseta, son uno de los tipos de construcción más antiguos, empleados para el forzado de cultivos con o sin calefacción. Se emplea principalmente la madera para la construcción de las armaduras, aunque últimamente los tubos de hierro galvanizado o las construcciones mixtas de madera-hierro son las más generalizadas.

El techo de este invernadero está formado por dos vertientes cuyo plano de inclinación forma con el horizontal un ángulo menor de 35° . Esta inclinación variará según las regiones, de tal forma que dicho ángulo se va aproximando a cero en regiones de gran iluminación y escasa precipitación de lluvia.

Estos invernaderos se construyen en anchos de 3 ó 6 metros e incluso mayores, pero como regla general siempre con anchuras múltiplos de tres; la longitud es arbitraria, aunque normalmente no sobrepasan los 50 metros. La altura de las fachadas laterales varía de 2 - 2.5 metros y la de la cumbre, de 3 a 3.5 metros.

Su ventilación en unidades sueltas no ofrece dificultad, ya que llevan instaladas una serie de ventanas en sus respectivos techos o en las fachadas laterales. Se presentan ciertos problemas cuando varios de estos invernaderos se agrupan, formando baterías, que es otra modalidad que emplean los agricultores para cubrir mayores superficies, consiguiendo rebajar los precios de instalación por metro cuadrado de suelo cubierto.

Los pilares verticales que soporta el techo pueden ser de madera o de hierro, en sus perfiles y tubos, y se disponen sobre el terreno a un marco de 3 X 3, pudiendo variar esta disposición en algunos casos. Sobre las correas que van apoyadas en estos pilares se instalan las tablas de madera, distanciados unos de otros aproximadamente 1.5 metros y entrecruzados por alambres galvanizados. El plástico se fija a las tablas por medio de listoncillos de madera que se clavan a los mismos, y son protegidos a su vez con un entramado sencillo de alambre. Esta protección evita los aleteos en el plástico.

c) Invernaderos en Diente de Sierra

La agrupación de varios invernaderos a una vertiente constituyen estos tipos de invernaderos; su denominación obedece a que su aspecto exterior, visto de perfil, recuerda los dientes de una sierra.

Son invernaderos de gran iluminación y en su interior se registran elevadas temperaturas, por lo que representan un buen sistema de protección para las plantas. En su fachada norte, y por encima de la cumbrera del invernadero siguiente, se disponen grandes ventanales practicables, por donde se efectúa la ventilación del mismo.

La mayor dificultad que ofrecen a primera vista es la evacuación de las aguas de lluvia, pero con la instalación adecuada de un canal puede quedar resuelto este problema. Presentan un pequeño inconveniente, y es que, al tener mayor altura su cara norte, produce zonas menos iluminadas en la parte sur del invernadero adyacente; a simple vista puede observarse en los cultivos este fenómeno por tener menor desarrollo que aquellos otros en que la insolación es mayor. Estos invernaderos se utilizan tanto en horticultura como en floricultura.

d) Invernaderos con Techo Curvo

Los invernaderos con techo curvo tienen su origen en los invernaderos-túneles. Su acabado es más perfecto y se construyen con armaduras metálicas o de madera de grandes proporciones.

Los tipos más corrientes son los que sus techos adoptan formas circulares, aunque se construyen en forma semielíptica y ojival de manera aislada, ya que estas formas son más apropiadas cuando se emplean para su cobertura materiales plásticos rígidos o semirrígidos (poliéster, - PVC rígido, etc.).

La gran característica de estos invernaderos consiste en permitir el paso de los rayos solares, proporcionando a las plantas una gran luminosidad. Para su cobertura puede emplearse polietileno o PVC.

e) Invernaderos Burbuja

Su aspecto exterior se asemeja a un globo inflado, presentando múltiples aplicaciones. Para la construcción de este tipo de invernadero se requiere película de polietileno o de PVC transparente, cuyo grosor sea de 2.5 - 3 mm y un pequeño ventilador de 300 Watts para conseguir su inflado.

La lámina de plástico que se emplea en este tipo de invernadero debe tener un ancho mínimo de 8 a 10 metros, con el fin de evitar al máximo el número de soldaduras. Para sujetarla al suelo, se efectúa a lo largo de la zona que se desea proteger una pequeña zanja de sección de 30 X 30 cm., en la cual se entierran los bordes del plástico. La burbuja debe orientarse de Este a Oeste, ya que de esta manera recibe la máxima iluminación.

El acceso a estos invernaderos se verifica a través de una cámara de doble puerta, la cual impide que cuando se abra la del exterior, pierda presión el invernadero y se mantenga inflado.

En el extremo opuesto va instalado un ventilador movido por corriente eléctrica, por medio del cual se mantiene la presión interior merced a la introducción continua de aire. La puerta y el ventilador se instalan en la dirección Este - Oeste.

Las principales ventajas de éstos invernaderos son las de facilitar una gran luminosidad a las plantas y elevar considerablemente la temperatura del interior durante el día. Presenta varios inconvenientes, tales como precisar una fuente de energía eléctrica para mantener permanentemente inflado al invernadero; para casos de emergencia, como en caso de pérdida de energía, suelen instalarse unas baterías que automáticamente se ponen en funcionamiento si se origina un cese de energía eléctrica. El otro inconveniente que presentan es la poca renovación de aire, conteniendo éste gran humedad; por otro lado, el aire continuo que introduce el ventilador es frío, por proceder del exterior, lo que rebaja la temperatura - del invernadero, especialmente durante la noche.

En Inglaterra, Francia y los Estados Unidos, este tipo de invernadero tiene utilización en horticultura y como almacén de materiales. Es de esperar que se investigue más acerca del mismo, ya que actualmente presenta algunos problemas no resueltos.

II. Invernaderos con Cubiertas de Plástico Rígido

a) Invernaderos Capilla con Cubiertas Rígidas

Los materiales plásticos rígidos utilizados como cubiertas para invernaderos son: poliéster estratificado, policloruro de vinilo rígido y metacrilato de metilo; los dos primeros son los que más se emplean y se caracterizan por ser materiales que producen un gran efecto de "abrigo". El inconveniente mayor estriba en su precio, en comparación con los materiales flexibles.

El tipo de construcción de estos invernaderos se asemeja mucho a la de invernaderos "capilla" con cubiertas flexibles; sus estructuras son más perfectas, por lo que normalmente se emplea para su confección perfiles de hierro galvanizado. Los pilares que soportan el techo tienen una separación de tres metros. El frente de estos invernaderos suele tener una anchura de 6 metros, aunque también se construyen en otras dimensiones mayores y menores, pero casi siempre alcanzan unas medidas - múltiplos de 3 metros.

Normalmente las estructuras de estos invernaderos descansan sobre una pequeña base de 25 cm. de ancho, construido a lo largo del perímetro de la superficie del terreno que se va a proteger, teniendo una altura media aproximada de 30 a 50 cm.

La aireación de estos invernaderos se realiza mediante ventanas instaladas en las fachadas laterales o en las cubrereras.

En estos invernaderos se ha obtenido una mejora en la luminosidad aumentando la pendiente del techo. Entre otras formas, existen invernaderos asimétricos con vertientes que tienen 25° y 55° de inclinación y que, según ciertos investigadores, reciben un 11% más de luz que un techo de vertientes simétricas, cuyo plano de inclinación forma con la horizontal un ángulo de 35° .

b) Invernaderos con Techo Curvo

Se han mencionado con anterioridad tres tipos de invernaderos - conocidos que presentan sus techos en forma curva, siendo éstos el Circular, Semielíptico y el ojival. El material empleado para la construcción de armaduras, suele ser con preferencia los perfiles metálicos, aunque también se utiliza la madera laminada. Las planchas de poliéster se fijan a estos armazones por medio de tornillos.

Estos tipos de invernaderos suelen construirse en un ancho de 15 a 20 metros y en longitudes variables que llegan a veces hasta 400 m.

Las principales ventajas que presentan estos invernaderos son:

1. **Máxima difusión de luz:** Los invernaderos con techos curvos - son especialmente adecuados para la penetración de la luz. Son muy luminosos a condición de dar a las techumbres una curva-

tura adecuada y emplear planchas que sean lo más lisas posibles. No es recomendable, por tanto, para las techumbres utilizar planchas onduladas que dificulten la penetración luminosa y pierdan calor por irradiación. Las planchas con perfiles en forma de "escalera" son adecuadas para recubrir los costados, ya que facilitan la penetración de los rayos solares.

2. Armaduras ligeras: Las planchas de poliéster permiten utilizar armaduras ligeras aumentando considerablemente la superficie translúcida o transparente de la techumbre, aumentando, por lo tanto la luminosidad en el interior del invernadero.

II.2. TUBERIAS DE PLASTICO

En una buena política agrícola, uno de los objetivos fundamentales consiste en lograr la paridad entre la agricultura y el resto de los sectores de la economía.

Desde hace más de un siglo, se realizan esfuerzos para mejorar la producción agrícola seleccionando las especies vegetales, mejorando las técnicas de cultivo, agregándole fertilizante a las tierras, etc., los progresos que pueden suponer el perfeccionamiento de estos factores, - quedarán siempre limitados por otro factor, que tiene gran influencia en



la producción y que es causa principal de su irregularidad: la falta de --
agua.

El exceso de agua en el suelo se percibe fácilmente y se resuelve mediante las técnicas de drenaje; sin embargo, la necesidad de comple--
mentar mediante riegos artificiales el defecto de aporte de agua mediante la lluvia, no se ha puesto de manifiesto hasta hace relativamente pocos -
años. Esto ha sido debido al conocimiento de las necesidades de agua por parte de las plantas; este conocimiento ha mostrado, que incluso en regiones húmedas, los déficits de agua en las plantas alcanzan una importancia que antes no se podía sospechar, y que en realidad, la variabilidad en la producción tenía como causa esencial la irregularidad en las precipita--
ciones.

Hoy día, no se pueden hacer nuevos e importantes progresos, sin haber dominado el régimen de alimentación de las plantas.

En la tabla XXVIII, que se muestra a continuación, pueden obser--
varse las exigencias de agua de algunas de las plantas.

TABLA XXVIII

NECESIDADES DE AGUA EN ALGUNOS CULTIVOS AGRICOLAS

Cultivo	Por día mm	Por mes mm	Durante el período de vegetación mm.
Alfalfa	3-7	90-120	540-1,260
Maíz	3-5	90-150	510-880
Viña	0,6-1,3	18-39	100-234
Remolacha	1,6-4	48-120	288-720
Papas	1-4	30-120	180-720
Cultivos hortícolas	3-8	90-240	540-1,440
Arboles frutales	2-4	60-120	360-720

Desde los tiempos más remotos, se viene empleando cualquier tipo de riego para compensar la escasez de lluvia y aumentar así la producción.

Las formas de riego tradicionales (escurrimiento, acequías, etc.) se emplean en todo el mundo. Estas técnicas tradicionales se están modificando y perfeccionando gracias a los materiales plásticos.

Actualmente, se están imponiendo métodos de riego más racionales y económicos, en los que también los materiales plásticos participan ampliamente; tal es el caso de riego por aspersion, riego por goteo, etc., los cuales se describirán posteriormente.

Los materiales plásticos más comunmente usados en tuberías para riego, son el polietileno, el cloruro de polivinilo y el propileno.

Propiedades Mecánicas de Tubería de PVC y de PE

1.- Relación esfuerzo-tiempo

El valor de la resistencia a la rotura por tensión del polietileno, de pende del tiempo durante el cual el material está sometido a dicha tensión. Así, por ejemplo, bajo un esfuerzo de 450 kg/cm^2 la rotura de una tubería de PVC se obtiene al cabo de 3 min. mientras que a 335 Kg/cm^2 , se logra a los 1,000 min. Por consiguiente, el problema consiste en determinar la ley "tensión de rotura-tiempo" a una temperatura constante. Para determinar la ley "tensión de rotura-tiempo" se efectúan numerosos ensayos, graficando en ordenadas el esfuerzo de tensión, y en las abscisas los tiempos en min.

Al graficar los valores, vemos que la curva se hace asintótica al eje correspondiente a una tensión de 200 Kg/cm^2 , a este valor se le llama límite de solidez para el PVC.

Esto quiere decir, que en condiciones normales un PVC rígido, sometido a un esfuerzo de tensión de 100 Kg/cm^2 no se rompería jamás.

Ensayos análogos realizados con PE han demostrado que su límite de solidez está comprendido entre 50 y 60 Kg/cm^2 .

2.- Deformación

Cuando se proyecta una instalación con tubería de plástico, es muy importante prever las deformaciones que se producirán en servicio. Se puede decir, que para un esfuerzo constante de 200 y de 50 Kg/cm² para el PVC y PE respectivamente, no se producirán deformaciones permanentes.

3.- Coefficiente de seguridad

El coeficiente de seguridad de una tubería se define como la relación entre el límite de solidez y la tensión límite inducida, o sea:

$$\frac{\text{Límite de solidez}}{\text{Tensión límite inducida}}$$

El valor del límite de solidez se obtiene de las gráficas de relación esfuerzo tiempo, para un material determinado.

La tensión límite inducida se obtiene mediante la fórmula de Lamé:

$$n = P \frac{D^2 + d^2}{D^2 - d^2}$$

n = Esfuerzo de tensión inducido Kg/cm²

D = Diámetro exterior del tubo cm.

d = Diámetro interior del tubo cm.

P = Presión interior de servicio Kg/cm²

En los primeros tiempos de la normalización de PVC se acordó no someter los tubos, en servicio continuo, a una tensión inducida superior a

60 Kg/cm² (de aquí la denominación de PVC 60). En función de este valor y mediante el empleo de la fórmula de Lamé, se determinaron los valores de los espesores de los tubos, de modo que sometidos a una presión interior P, la tensión inducida fuera 60 Kg/cm². En el caso del polietileno de alta densidad, la tensión máxima inducida admisible es de 50 Kg/cm², y para el polietileno de baja densidad, la tensión límite admisible es de 30 Kg/cm².

A medida que se ha ido teniendo experiencia con las tuberías de PVC, se ha visto que podían soportar en servicio, presiones que indujeran una tensión límite de 100 Kg/cm². (PVC 100). Este tipo de tubería es el normalizado actualmente en casi todos los países europeos.

4.- Golpe de ariete

Existen varias fórmulas para calcular la onda de presión o golpe de ariete en función del diámetro de la tubería, propiedades y velocidad del fluido que se maneja.

Estudios realizados con una velocidad del agua en el interior del tubo de un metro/segundo han demostrado, en el caso del PVC, que en ningún caso la suma de la tensión inducida por el golpe de ariete y la debida a la presión de servicio, han sobrepasado el valor de 106 Kg/cm²; este valor equivale algo más de la mitad del valor del límite de solidez, que corresponde a un tiempo de rotura prácticamente infinito.

Del mismo modo se han efectuado pruebas con tuberías de PE, y se ha visto que la tensión límite inducida en ningún caso ha sido superior a $3/5$ del límite de solidez.

Se puede concluir, que tanto las tuberías de PVC como las de PE resisten el golpe de ariete.

También se han efectuado experimentos para determinar las velocidades de circulación a las que se debería someter el agua, en el interior de tuberías de PVC o PE, para que la tensión local inducida, en el caso de golpes de ariete, igualará al límite de solidez. Dichos valores son superiores a 4 m/seg. en el caso del PVC, y de 3,2m/seg. en el caso de PE de baja densidad.

La velocidad de circulación de agua, para la cual el golpe de ariete produciría una tensión capaz de rotura instantánea (480 Kg/cm^2 para PVC, 90 Kg/cm^2 para PE de baja densidad) sería del orden de 9-12 m/seg.

Características hidráulicas de las tuberías de plástico

Todos los ensayos realizados con tuberías de plástico, permiten - llegar a la conclusión de que son "igualmente lisas". Esta propiedad confiere a los plásticos la ventaja con respecto a las tuberías rugosas, de que en igualdad de condiciones poseen una capacidad de transporte mayor, o - sea una caída de presión menor.

Por otro lado, las tuberías rugosas, lo son ya en estado nuevo, o llegan a serlo después de un período de tiempo en servicio, lo cual se debe a las incrustaciones que se forman, lo cual no acontece en las tuberías de plástico.

De todo lo anterior, se puede concluir que las tuberías de plástico:

- A igualdad de diámetro y pérdida de presión, transportan mayor cantidad de agua.

- A igualdad de diámetro y de gasto, la caída de presión es menor.

Para un gasto y caída de presión dados, se requiere un menor diámetro.

No se presentan problemas de pérdidas de presión debido a la formación de incrustaciones.

Resistencia de aguas y terrenos agresivos

Tanto el PVC como el PE, son materiales químicamente inerte - frente a un gran número de sustancias; esta inercia tiene gran importancia no sólo en la industria, sino también en la distribución de agua a núcleos urbanos y rurales en el tendido de redes de riego para la agricultura.

Con frecuencia hay que tender canalizaciones en terrenos arcillosos, arenosos, salinos, etc., que como es conocido, atacan a las tuberías metálicas. El PVC y el PE resisten perfectamente todas los agentes de -

corrosión, y por tanto no necesitan de protección de ningún tipo.

Corrientes vagabundas y telúricas

Este tipo de corrientes, sobre todo las vagabundas, atacan a los elementos metálicos de una red.

Las corrientes vagabundas provienen de las conexiones a tierra de las redes de distribución de electricidad. Son particularmente activas en zonas industriales y destruyen las tuberías debido a un proceso de electrolisis.

Las corrientes telúricas se manifiestan al contacto con rocas de naturaleza, estado y resistividad diferentes. Su acción es menos dañina que las anteriores pero por eso mismo, son más difíciles de detectar.

Las tuberías de plástico son totalmente resistentes a los fenómenos antes mencionados.

Conductividad térmica. Dilatación

Las tuberías de plástico son malas conductoras del calor, y por lo tanto protegen el agua que transportan contra las variaciones de temperatura. En este sentido, el agua se helaría más difícilmente en una tubería de plástico que en una tubería metálica; por otro lado, al ser más elásticas y flexibles, en el caso de helada, el tubo se podría dilatar más en el caso de plásticos y absorbe por tanto, el aumento de volumen que experi_

menta el agua al congelarse. En este sentido, va mejor el PE de baja densidad que el de alta, y que el PVC. Debido a ello, pueden enterrarse en el suelo a profundidades menores que las tuberías clásicas, con el consiguiente ahorro de tendido.

En lo que se refiere a expansiones térmicas, los plásticos tienen un coeficiente de expansión varias veces superior al de los metales, y por lo tanto hay que tener en cuenta ese factor al diseñar una instalación.

Redes de distribución de agua con tuberías de PVC

Pueden presentarse tres casos distintos:

1. Redes completamente constituidas de PVC
2. Redes mixtas, en las que los pequeños diámetros son de PVC y los mayores son de materiales tradicionales.
3. Sustitución total o parcial de redes de material clásico ya tendidas, por tuberías de PVC debiendo asegurar en cualquier caso la unión entre ellas.

Redes de distribución homogéneas de PVC

Una red constituida enteramente por tuberías de PVC se puede realizar de dos maneras:

Juntas y piezas especiales metálicas (redes heterogéneas)

Realización de todas las piezas de la red en PVC (redes homogé-

neas)

Cada solución tiene sus ventajas e inconvenientes, si bien la tendencia actual es hacia las redes homogéneas, ya que las heterogéneas se han considerado como una solución transitoria.

En las redes homogéneas, toda la canalización es de PVC, con la excepción de las llaves de paso. La unión de las tuberías es en general del tipo abocardado encolado; en este tipo de juntas un extremo macho se inserta en un extremo hembra en forma de copa. La adherencia y estanqueidad se logra mediante la aplicación de un adhesivo especial. Las tuberías suelen suministrarse ya abocardadas por el fabricante.

Es fácil darse cuenta que este tipo de conexión es permanente, ya que no es posible separar los extremos de los tubos encolados; para separarlos habrá que cortar con una sierra metálica.

En lugar de usar tubos con un extremo en forma de copa, se pueden unir tubos de igual o distinto diámetro exterior, mediante manguitos y el correspondiente encolado. La misma operación se puede realizar con ayuda de codos, reducciones, tes, etc., que salvo en el caso de los grandes diámetros, son piezas que se obtienen por inyección.

Preparación de zanjas y colocación de los tubos

Salvo especificaciones en contrario, un espesor de 0.70 m. de tierra, protege perfectamente las canalizaciones contra las heladas, y en la mayor parte de los terrenos es suficiente también para preservarlos de la rotura bajo carga.

La anchura de la zanja depende del modo de confección de las uniones; si éstas se realizan fuera de la zanja, interesa no darle más que el ancho necesario, para que un obrero pueda con pala o pico, arreglar el fondo si fuera preciso.

En terrenos arenosos u homogéneos (sin piedras) la anchura puede ser sólo ligeramente superior al diámetro del tubo, con los ensanches correspondientes, a la instalación de las llaves de paso previstas.

Los tubos se distribuyen a lo largo del borde de la zanja; deben de inspeccionarse antes de realizar las conexiones, mirando a través de su interior para detectar las posibles roturas. Cuando las conexiones se efectúan fuera de la zanja, se obtiene un elemento de canalización que puede ser tan largo como se desee, y que luego hay que hacer descender al fondo. El procedimiento que se utiliza en esta etapa, es similar al seguido con tuberías de acero pero con la ventaja de que las tuberías de PVC, son mucho más ligeras, y por lo tanto la maniobra es mucho más sencilla.

Prueba de una canalización

Una vez que se colocó la canalización dentro de la zanja, hay que realizar una prueba de presión, que tiene por objeto asegurarse de que no hay fugas, para lo cual a cada 1.5 m., a excepción de las conexiones, se recubren con una capa de tierra cuyo espesor es aproximadamente 0.50 m. para impedir que se levante bajo presión. Esta prueba debe de realizarse a una presión de por lo menos el doble de la presión de servicio y durante un lapso de 30 min. Efectuada la prueba, se cubre la zanja con arena o tierra.

Redes heterogéneas con tuberías de PVC

En este tipo de redes de distribución de agua, se utilizan tubos de PVC, con los extremos lisos y los accesorios metálicos. La unión de tubos entre sí, se puede efectuar muy fácilmente, mediante juntas de tipo Gibault, fabricadas teniendo en cuenta los diámetros normalizados de las tuberías de PVC.

Esta solución, fácil técnicamente, resulta más cara, que la unión de abocardado-encolado.

Existe un tipo de acoplamiento directo entre tubos de fundición o acero y de PVC, del cual no se tiene todavía gran experiencia, por ello, su uso no es recomendable.

Canalizaciones con tuberías de polietileno

Acoplamientos.- Uno de los problemas más arduos en el tendido de tuberías de PE, suele radicar en los elementos de conexión muchas veces por falta de información al respecto. Sin embargo, puede afirmarse que en la actualidad está prácticamente resuelto cualquier problema técnico de acoplamiento.

En acoplamiento de tubería de PE no se pueden utilizar adhesivos ya que la inercia química del polietileno lo impide.

Los tipos de uniones de tubería de PE, pueden resumirse en los siguientes:

- Uniones a compresión
- Conexiones por enchufe (ajuste exterior o interior)
- Conexiones por soldadura térmica
- Acoplamiento mediante bridas

Acoplamientos de tipo compresión

Se fabrican de varios tipos, la mayoría de ellos basados en los que se emplean comunmente con tubos de cobre. Dan buenos resultados en instalaciones de agua a presión. Pueden ser de latón o de plástico (resinas acetálicas, PP, etc.); en el último caso, toda la instalación resulta anticorrosiva. Una ventaja de estos acoplamientos consiste en que en general no introducen por sí pérdidas de carga en la instalación.

Acoplamiento de enchufe

Suelen ser sencillos, baratos y fáciles de manejar. Se fabrican - en fundición, latón o materiales plásticos. En este tipo de conexiones hay que diferenciar entre los que se ajustan en la pared exterior del tubo y los que lo hacen en la pared interna.

Acoplamiento por soldadura térmica

Se trata de la técnica probablemente más barata para unir tuberías de PE. Se utiliza mucho en instalaciones de baja presión, desagües y drenaje. En su realización, las superficies por soldar han de mantenerse bien limpias. Las instalaciones son siempre anticorrosivas, ya que no se utilizan partes metálicas.

Acoplamiento por bridas

Suele emplearse con tuberías de gran diámetro, en canalizaciones principales donde se requiere un sistema fácil de desmontaje para inspección o limpieza, o cuando se deban de acoplar a tuberías metálicas. En instalaciones bajo presión, se emplea por lo general una brida metálica - de refuerzo.

Tendido de tuberías de polietileno

El tendido debe de hacerse de modo que las uniones no estén sometidas a esfuerzos de tensión.

Las tuberías de PE se instalan según dos técnicas diferentes: en zanja abierta, o sin zanja, empleando maquinaria adecuada (arado topo, por ejemplo).

En el primer caso, y cuando se trata de pequeños diámetros, interesa que la zanja tenga el menor ancho posible, ya que las uniones se confeccionan fuera de la zanja; la profundidad depende del clima, incrementándose la profundidad, conforme desciende la temperatura.

Cuando se emplean rollos o coronas, se acercan a la zanja, y girando sobre un eje horizontal, un obrero puede ir tirando del tubo, una vez tendida la tubería, se realizan las conexiones, se realiza la prueba de presión. El tendido se puede realizar a la velocidad de un hombre al paso. Aún puede reducirse más el tiempo de tendido, si se emplean máquinas que permiten colocar las tuberías en su sitio definitivo sin necesidad de abrir zanjas previamente.

Riego por aspersión

Las ventajas que con respecto a los métodos clásicos, aporta el riego por aspersión, pueden resumirse:

- Adaptación a la mayor parte de los terrenos (relieve, forma de las parcelas, composición del suelo).
- Control de la cantidad de agua aportada; por tanto, economía y desaparición de los riesgos de erosión y lavado.

- Aireación del suelo por aporte del oxígeno disuelto en el agua durante el trayecto aspersor-suelo, y ello gracias a la formación de gotas muy finas.
- Facilidad de instalación, incluso por mano de obra no especializada.
- Regularidad de pluviometría y presión de servicio.

Definiciones

A continuación se definen una serie de términos que son útiles más adelante, para el desarrollo de éste capítulo.

Pluviometría de aporte.- Se suele dar en mm. y es el volumen de agua complementaria que hay que suministrar a la planta para compensar el déficit de la pluviometría natural.

Dosis de aspersión.- Se suele dar en mm. y es el volumen de agua aportada en cada rotación. Las dosis son función del cultivo y de la capacidad de retención del suelo.

Rotación.- (en días). Tiempo necesario para cubrir la totalidad de la superficie regable; en general, es de 13 días, permitiendo dos pasos por mes.

Rendimiento o potencia de una instalación.- Viene expresada por la relación siguiente:

Rendimiento = Volumen de agua aportada X superficie y -
tiempo necesario

Pluviometría horaria. -

Se calcula por medio de la expresión:

$$P = \frac{V}{S}$$

P = Pluviometría, en mm./hora

V = Volumen de agua en litros/hora

S = Superficie regada, en m²

Canalizaciones primarias o principales. -

Son aquellas por las cuales pasa la totalidad del agua que sirve una parcela o un grupo de parcelas.

Canalizaciones secundarias. -

Son las conducciones a lo largo de las cuales se reparten las tomas que en general no admiten más que un aspersor.

Canalizaciones terciarias

Son las que unen las tomas realizadas en los secundarios con los -
aspersores y no alimentan más que uno de ellos. Los terciarios pueden ser flexibles o rígidos y son de poco diámetro.

Riego por aspersión a alta presión

Gran intensidad de lluvia (20–80 mm. por hora) y largo alcance (radio de alcance del aspersor, o radio de acción del aspersor de unos 50 m). Tiene el inconveniente de exigir una gran potencia; no todos los terrenos o cultivos soportan la violencia de este tipo de lluvia.

Riego por aspersión a presión media

En este caso, la intensidad de la lluvia es del orden de 6–20 mm. por hora, con un radio de acción de 20–30 m.

Riego por aspersión a baja presión

La potencia exigida a la instalación es la menor posible. La intensidad de lluvia es del orden de 5 mm. por hora y el radio de acción de menos de 20 m.

Desde el punto de vista económico, la baja presión es la que debe de adoptarse, especialmente en climas meridionales, ya que menor radio de acción y menos pulverización del agua, da como resultado también una evaporación menor.

Estudio técnico de una instalación de riego por aspersión

En términos generales, el riego por aspersión, exige:

- Una instalación de bombeo para suministrar agua a una presión - determinada.

- Canalizaciones de diversos tipos: fijas, móviles, rígidas, flexibles, sobre el terreno o enterradas.
- Aspersores, porta-aspersores, válvulas, codos, etc.

El estudio técnico consiste de varias etapas en las que hay que precisar:

- Técnica de riego: rápida (poca inversión, pero gran exigencia en mano de obra) o lenta (mayores inversiones, compensadas por menor mano de obra).
- Elección del material, que depende de: fuente de agua, energía de que se dispone, estructura del suelo (pluviometría), cultivos a regar (dosis y frecuencia), forma y superficie de las parcelas.

Duración mensual de los riegos

Es función del tiempo que el agricultor piensa dedicar al riego y del modo de bombeo utilizado, de la posibilidad de regar o no durante la noche, o de la de regar en forma continua.

En la práctica, no se debe de preveer más de 20 horas de riego por día.

Reparto del gasto de agua. Forma de riego

En primer lugar, hay que determinar el gasto de agua horario, que es el coeficiente entre el volumen de agua mensual y el número de horas -

de riego efectivo; después puede repartirse este gasto, en forma de riego lento, semilento o rápido.

Se recomienda riego lento (4 - 4.5 mm./hora), en los siguientes casos:

- En suelos muy arcillosos y no filtrantes
- Cuando la instalación se ha de utilizar en lucha anti-hielo
- Cuando es preciso prolongar el tiempo de riego (riego de noche sin vigilancia)
- En cultivos muy sensibles

El riego por aspersión lento, disminuye el número de posiciones, pero supone la instalación de material importante.

El riego semi-lento, es aceptable para todos los suelos suficientemente filtrantes, incluidos en ellos los terrenos relativamente arcillosos. Este tipo de riego, reduce el tiempo de riego por posición, exige menos material que el lento, y riega más superficie diaria, sin riego nocturno.

El riego rápido, con una pluviometría de 10-12 mm. por hora, requiere una cantidad de material reducida, pero el riego de las parcelas alejadas del punto de bombeo supone la utilización de tuberías de mayor diámetro. No todos los suelos aceptarán una pluviometría de 10-12 mm. por hora, en particular si no van cubiertos de una vegetación herbacea. El riego va bien para pastos situados en proximidad de cursos de agua con des--

plazamiento de la estación de bombeo y de un material (tubos y aspersores) relativamente reducidos.

Dosis y frecuencia de los riegos

Las necesidades de agua no son cubiertas en general por un sólo riego. La dosis viene determinada por:

La naturaleza del suelo; los suelos ligeros y permeables tienen una capacidad de agua útil relativamente débil; son capaces de recibir aportes frecuentes de 25 a 40 mm.

Los suelos arcillosos y profundos tienen una capacidad de agua útil importante: pueden recibir dosis más fuertes y espaciadas, del orden de 40–60 mm.

Los cultivos: dosis débiles y repetidas en el caso de cultivos hortícolas; dosis medias a fuertes en cultivos frutales, y en función de la naturaleza de los suelos. No conviene regar sobre la fronda antes de que terminen los peligros de contaminación; dosis medias a fuertes para riego de maíz. Los riegos se realizan en función de los estados vegetativos más — bien que en función de una frecuencia regular de los aportes de agua; dosis fuertes en praderas. La rotación de los riegos se realiza paralelamente a la rotación de la explotación de las praderas salvo en el caso de suelos muy permeables y poco profundos; después de cada corte se efectúa normalmente un riego; el aporte de agua debe de ser suficiente para que la planta lle-

que al corte siguiente.

Tipo de Instalaciones de Riego por Aspersión

Sea cual sea el tipo a elegir, hay que lograr un reparto regular del agua; para ello es preciso que los diferentes puestos ocupados por los aspersores se repartán regularmente sobre la superficie a regar.

Las distancias que separan las posiciones sucesivas ocupadas por los aspersores son variables, y dependen esencialmente de la presión disponible, pero también de la pluviometría horaria deseada y de la violencia del viento; en regiones ventosas, los aspersores se colocan a 12 m. uno de otro; se dice entonces que el marco es de 12 X 12; los marcos que se utilizan con más frecuencia son: 6 X 12, 12 X 12, 12 X 18, 18 X 18, 18 X 24, y 24 X 24.

Instalación móvil de riego por aspersión

En este tipo de instalación, no existe más que canalizaciones primarias y secundarias (ambas son rígidas).

Las secundarias, sobre las que van conectadas directamente los aspersores, han de desplazarse en cada cambio de posición; es decir, mañana y tarde cuando la necesidad de riego es imperiosa.

Es posible mejorar este tipo de instalación, adoptando un secundario doble o de "espera", esto permite efectuar en una sola intervención diaria, el trabajo penoso que supone el desplazamiento de las instalaciones.

Para riego por aspersión de superficies pequeñas existe un sistema móvil de tubería de PE autoenrollable. El equipo consta de una serie de tramos enrollados de tubería de 32 mm. de diámetro, acompañados de sus correspondientes accesorios. Cada tramo pesa unos 4 Kg. y tiene una longitud de 14 m. Con ocho ramales (equipo normalizado) se puede regar una Ha./semana sin más que cambiar diariamente (dos veces) las cuatro cañas porta aspersores. El ramal de la tubería se cambia diariamente.

Instalaciones semimóvil de riego por aspersión

En este tipo de instalación, los aspersores no van directamente en el secundario; existiendo una canalización terciaria (flexible) que va unida a la secundaria y lleva los aspersores que pueden ocupar un cierto número de puestos de una y otra parte de los secundarios. Agotadas las posiciones posibles de los aspersores, deben de desplazarse los secundarios a una nueva posición.

Si se tiene un marco de 24 X 24 m. y los terciarios tienen una longitud de 25 m. los secundarios deben de desplazarse cada 72 m.

El desplazamiento de secundarios, terciarios y aspersores, representa un trabajo bastante penoso si se efectúa a hombros.

Puede reducirse el trabajo que supone el desplazamiento de los secundarios si el transporte se realiza con tractor portatubos. Los daños hechos a los cultivos son despreciables.

Con la aparición del sistema semimóvil, aparece por primera vez la necesidad de emplear tuberías flexibles de plástico (terciarios).

Instalación semifija en riego por aspersión

Es una modificación de la semimóvil. En la semifija se emplean canalizaciones terciarias móviles y existe la cantidad de secundarios suficientes como para no tener que cambiarlos durante la campaña; es decir, van fijos. Por intermedios del terciario y a partir de las tomas realizadas en los secundarios, los aspersores pueden ocupar todos los puestos de finidos por el marco.

La ventaja de este sistema, consiste en que no hay que desplazar más que los terciarios y los aspersores lo cual supone un ahorro en mano de obra.

Instalaciones semifijas con tuberías móviles de plástico

Son fabricadas de PE, permiten tramos continuos de gran longitud en la red principal, con el consiguiente ahorro de uniones y reducciones en las pérdidas de presión.

En este sistema los aspersores están montados sobre trineos deslizantes o carritos provistos de ruedas de PE. De este modo, todo consiste en cambiar de posición los aspersores, extendiendo o recogiendo las mangueras al tiempo de que se provoca el deslizamiento de los trineos o carritos.

Si las mangueras están en forma de rollos, pueden ir montadas - sobre un bastidor y mediante una manivela es posible ir la recogiendo para llevar el trineo a la posición siguiente.

Los carritos con rueda son de origen y patente israelita y pueden - ir unidos entre sí por medio de tuberías flexibles de PE de baja densidad; de este modo, forman una especie de tren, que lo constituyen de 3 - 5 unidades de riego.

La tubería de PE cumple en este caso un triple cometido:

- Unir los aspersores entre sí con la separación deseada
- Conducir el agua con pérdidas de presión mínimas
- Servir de tracción a la conducción

Instalaciones fijas de riego por aspersión

La evolución que han ido experimentando los diversos sistemas de riego por aspersión, se ha debido fundamentalmente a la falta de mano de obra o a su encarecimiento.

Se llama instalación fija o permanente, a aquella en que todos los elementos con excepción de los aspersores son fijos.

Fácil es comprender que el costo de este tipo de instalación es superior a cualquiera de los descritos anteriormente.

Las instalaciones fijas están constituidas por un grupo de canalizaciones principales y de una red secundaria totalmente fijos y enterrados -

en general. Este tipo de riego se utiliza mucho en zonas montañosas, en las que se puede aprovechar la presión del agua por gravedad.

Una vez terminada la instalación de las canalizaciones, el trabajo de desplazar los aspersores es muy reducido. Aparte del ahorro de mano de obra que suponen las instalaciones fijas, estos sistemas presentan las siguientes ventajas:

- Perfecta adaptación a parcelas no uniformes
- Disminución de los diámetros de las canalizaciones principales
- Disminución de la potencia necesaria en la estación por bombeo
- Mejor regulación de la presión, y por tanto, pluviometría más regular
- Posibilidad de emplear gran longitud en los secundarios

A este tipo de instalaciones se prestan perfectamente las tuberías de PVC y de PE.

Dentro de las instalaciones fijas, hay que destacar aquellas en las que todos los aspersores posibles funcionan al mismo tiempo.

Instalaciones enterradas

Cuando se sabe que una parcela ha de ser regada cada año durante un largo período, a veces es cómodo enterrar una parte de las canalizaciones; de este modo, las labores y desplazamientos de las máquinas y aperos para trabajar el terreno son más fáciles. Esto supone que hay que prever

canalizaciones principales, en cada parcela con el siguiente aumento en la inversión.

De todos modos, es cada vez mayor el deseo natural de tener el mínimo material en superficie a desplazar a base de aumentar la cantidad de canalizaciones enterradas; como consecuencia de ello, se tiende a seleccionar los materiales más económicos con objeto de llegar a un mínimo de inversión. En este aspecto, las tuberías de plástico están adquiriendo cada vez mayor importancia.

ASPERSORES

Los aspersores o regadores, se han venido fabricando en general con materiales metálicos, si bien en la actualidad, ya se empieza a encontrar en el mercado algunos casi totalmente fabricados con materiales plásticos, (poliamidas, polipropileno). Estos son muy adecuados para las bajas y medias presiones (1.5 - 4.5 atmósferas), según sea el tipo de boquilla utilizada. Los aspersores de plástico van destinados especialmente a horticultura y jardinería, que con presiones de 3 a 4 atmósferas permiten regar un círculo de 6 a 8 metros.

A veces se pueden eliminar los aspersores, sin más que perforar las tuberías secundarias de PVC o de PE dando lugar a chorros fijos.

Para ampliar la superficie que se puede regar con este sistema,

se recurre a dar un movimiento oscilante a la tubería alrededor de su eje (manual o mecánicamente), o bien se disponen agujeros a uno y otro lado de la generatriz superior.

El propio agricultor puede confeccionar una tubería de este tipo en diámetros de 50 a 70 mm.; para ello, se perfora cada 60 cm. con orificios de 1 - 1.5 mm. La longitud máxima admisible para la tubería depende de la presión que se dispone, que puede ser muy baja (menos de una atm.). Con 56 perforaciones de 1.2 mm., espaciadas cada 20 cm. y dispuestos en un ángulo de 30° a una y otra parte de la generatriz superior, se puede obtener una pluviometría de 20 a 25 mm/hora con una atmósfera de presión.

Si es preciso llegar bajo el follaje, los orificios se deben de hacer con una separación de 50 cm. y un ángulo de 50° en lugar de 30°.

La perforación de los tubos de PVC se hace mediante el empleo de una broca. En el caso del PE se perfora por fusión con una aguja caliente. La instalación de estas tuberías perforadas, no precisa más que de unos soportes metálicos o de madera.

Riego por aspersión contra las heladas

Este sistema, que se conoce desde hace muchos años, no se ha ensayado seriamente hasta hace unos quince , principalmente contra las heladas de primavera o de otoño, que son las más peligrosas en cuanto al daño que pueden ocasionar.

Causa de las heladas

Las heladas pueden provocarse por tres tipos de fenómenos: convección, radiación y evaporación.

Las heladas de convección se originan por la aparición de una masa de aire cuya temperatura es inferior a la del medio; al contacto con las plantas les roba calor.

Las heladas por evaporación tienen lugar cuando por cualquier causa, se produce una evaporación del agua existente en la planta. Si la temperatura del medio ambiente es baja, y por tanto la de la planta es baja, se corre el riesgo de helada.

Tanto las heladas de convección como las de evaporación, son más propias del invierno, y por tanto los posibles daños son menores.

Heladas de irradiación

Las heladas de irradiación son las verdaderamente peligrosas, ya que se dan en primavera, época del desarrollo más activo de los cultivos.

Los cambios de energía entre el suelo y el ambiente son constantes. Hacia la tierra se dirigen las radiaciones del sol y las atmosféricas. De la tierra se escapan sus propias radiaciones.

De noche, la resultante de todo el conjunto de radiaciones se dirige fuera del suelo, y en consecuencia, disminuye la temperatura atmosférica. Al enfriamiento, se opone el calor aportado por el suelo y por el -

aire atmosférico.

Puesto que el calor aportado por el suelo es constante, las temperaturas mínimas dependerán de la temperatura máxima alcanzada durante la jornada, de la presencia o ausencia de una pantalla que disminuya las pérdidas de la radiación nocturna (nubes o humedad abundante) de la textura superficial del terreno.

Las plantas se hielan debido a la formación de cristales de hielo alrededor de las células vegetales; se les quita el agua a dichas células y se destruyen por desecación en el momento en que se alcanza un cierto valor crítico en la concentración de líquido celular.

El valor crítico, depende no sólo de la variedad de un cultivo, sino también del estado vegetativo en que se encuentra y de la duración, es decir, del tiempo sufrido por los órganos de las plantas.

Instalación y elección del material contra las heladas

La primera condición a cumplir para una instalación de este tipo es su buen funcionamiento, ya que a veces, una interrupción de 15 min. - puede ser catastrófica.

Debe de preverse una estación de bombeo con un margen de potencia importante.

Las tuberías empleadas son las correspondientes a las instalaciones fijas, de superficie o enterradas. En cuanto a los aspersores, deben

de instalarse aquellos que no se bloqueen por formación de hielo en su mecanismo, aporten una fina nebulización de agua, repartan el agua uniformemente, giren con regularidad y tan de prisa como sea posible para evitar enfriamiento entre dos pasadas (una vuelta por minuto aprox.), y tengan gran alcance para disminuir al mínimo el material necesario.

Como material accesorio, se debe de disponer de un termómetro que dé la alarma con tiempo suficiente, antes de que sea tarde (regulación a 1°C), así como termómetros secos de mínima situados en diversos puntos de la parcela horizontalmente y a 40 cm. por encima del nivel del suelo, y un termómetro humedo de mínima necesario para indicar la temperatura a la que debe de parar el riego; en efecto, al cortar el riego la temperatura de las plantas puede descender por causa de una evaporación sensible. Este termómetro debe de estar al abrigo del sol. Se para el riego cuando este termómetro indique 0°C de manera estable.

Riego por aspersión en invernaderos

Puesto que los cultivos bajo invernaderos están al abrigo de la lluvia natural, es imprescindible aportar al terreno cubierto el 100% del agua necesaria para el desarrollo vegetativo de las plantas. Los tipos de riego que se utilizaron en los primeros tiempos, han ido sustituyéndose por otros sistemas más modernos y adecuados: aspersión, subterráneo y gota a gota.

De todos ellos, el que más se utiliza actualmente es el de aspersión ya que es el único que permite la creación de un alto grado de humedad en el ambiente cuando sea realmente preciso; en caso contrario, serían más recomendables los otros dos tipos citados.

En el riego por aspersión de invernaderos, raras veces se usan -aspersores clásicos; se emplean más bien toberas de distintos tipos que permiten la nebulización del agua y por tanto mayor uniformidad de riego y mayor intensidad del mismo.

Las instalaciones son casi siempre fijas con objeto de ahorrar mano de obra y pueden ir aéreas o enterradas.

En el caso de tuberías no enterradas, se tiene la posibilidad de regar desde arriba o por debajo y la elección dependerá de causas económicas y de los efectos que uno u otro método pueden tener en los cultivos.

La instalación de riego por aspersión en invernaderos, puede aprovecharse también para la realización de operaciones de fertirrigación y -tratamientos fitosanitarios. Para ello, no se requiere como material accesorio, más que un dosificador a presión para introducir el producto de que se trate en las canalizaciones de riego.

En el riego por aspersión de invernaderos, en los que se cultivan productos agrícolas muy rentables, puede ser interesante la automatización del mismo con objeto de no tener que estar pendientes de riegos frecuentes y de corta duración.

Existen en el mercado sistemas especiales para riego de invernaderos, basados en toberas nebulizadoras que van montados directamente sobre la tubería de PE.

Las presiones de trabajo de este tipo de instalaciones, suele ser de 2 a 4 atm., y el consumo de agua por tubería es de 6 a 9 lt/ min correspondientes a una pluviometría de 55 a 70 mm. por hora.

De los valores anteriores, es fácil concluir que la duración de los riegos ha de ser breve, no excediendo en la mayoría de los casos los 30 min.

Para que el riego cubra toda la superficie del invernadero, además de los laterales, se instalan dos o tres ramales centrales con una separación de 4 m.

Si la presión es baja, o hay muchos nebulizadores, puede ser aconsejable reducir la distancia de los ramales.

Riego Gota a Gota

Este sistema de riego ha surgido por primera vez en Israel, al tratar de resolver los problemas que presentaba en dicho país la escasez de agua y las especiales condiciones climatológicas.

Esta técnica consiste en hacer llegar el agua de riego directamente a la zona donde están localizadas las raíces de las plantas, empleando para ello presiones bajas (de 1 a 1.5 atm.) y tuberías de PE de pequeño diámetro; de este modo, se logran pequeños caudales a través de unas to-

beras más o menos asociadas según sea el tipo de cultivo y las características del suelo.

La tubería suministradora de agua (canalización principal) suele ser de PVC o de PE; los ramales o secundarios de PE; estos ramales son los portadores de las toberas.

En los primeros ensayos realizados en Israel, los secundarios iban enterrados para hacer llegar el agua a las raíces más directamente; las dificultades encontradas en las labores del terreno y en la rotación de las cosechas, llegó a la conclusión de que el sistema de instalar los ramales en la superficie del terreno, daba lugar a instalaciones más versátiles.

Tipos de instalaciones gota a gota

Como ocurre en el caso de la aspersión, las instalaciones para riego por goteo, pueden ser fijas o semifijas; la elección de uno u otro sistema depende de la inversión que se desee realizar, así como del tipo del cultivo.

En las instalaciones semifijas son los secundarios, los que son móviles, pudiendo ocupar dos o más posiciones según el caso.

Una instalación fija, cuesta casi el doble que una semifija, si bien permite reducir la mano de obra al mínimo, ya que se puede hacer que la instalación funcione de modo automático; el operario no precisa más que abrir o cerrar la válvula.

Ventajas del riego por goteo

Aumento de la producción y de la calidad de productos agrícolas, ya que es más fácil aproximarse al aporte óptimo de agua al suelo.

Posibilidad de regar y agregar fertilizantes simultáneamente (los elementos nutritivos se disuelven en el agua empleada para irrigar).

Ahorros significantes de agua, ya que por un lado se reducen al mínimo las pérdidas por evaporación, y por otro, las raíces se aprovechan de casi la totalidad del agua aportada. El agua no se desperdicia en los espacios que hay entre las hileras de cultivo.

Los espacios entre-hileras, permanecen firmes y secos, lo cual facilita las operaciones dentro de los cultivos.

Su empleo es particularmente útil en terrenos ondulados o en presencia de declives.

Disminución del ataque por hongos, con lo cual se disminuyen los gastos de los tratamientos consiguientes.

Menores requerimientos de mano de obra, ya que se puede automatizar el sistema.

Al emplear este tipo de riego, se observa un mejoramiento de la calidad del producto.

Bajas presiones y bajos flujos, dan como resultado bajos costos de operación.

Areas en que se presentan problemas

Filtración

El diámetro tan pequeño de las descargas, hace que se requiera una filtración eficiente y consistente, durante largos períodos. Cuando al agua de riego se le agregan elementos nutritivos, el problema se vuelve más complejo e importante.

Por ejemplo, el empleo de fosfatos solubles en agua, como elementos nutritivos, en el riego por goteo, puede ser riesgoso debido a que si el agua de irrigación contiene calcio o magnesio, los fosfatos solubles se combinan con estos últimos, y se forman incrustaciones en las líneas de los goteros y en los goteros, lo cual causa bloqueos y por consiguiente problemas de operación.

En suelos muy arenosos, que tienen una baja capacidad de intercambio, los fosfatos en solución se pueden combinar con otros elementos, y formar fosfatos insolubles. Esta trae como consecuencia, la posibilidad de inducir la deficiencia temporal de otros elementos, como son calcio y magnesio.

Si se emplea potasio, se presenta el problema de que éste es un elemento floculante. Cuando el agua de irrigación contiene materia orgánica, algo de esta materia orgánica puede pasar a través de los filtros como una microsuspensión, que no causa bloqueo. Si se encuentra presen-

te potasio en la solución, parte de la materia orgánica va a flocular y se deposita en las líneas y en los goteros.

Adición de fertilizantes

Además de los problemas antes mencionados, debido a la adición de fertilizantes en las líneas de irrigación, se ha visto en cultivos de manzanas, que una sobredosis de potasio trae como consecuencia una nutrición no balanceada en la planta, lo que ocasiona un sabor amargo en la fruta, y esto es característico de los suelos con bajo contenido de calcio.

Algunas compañías en Sud Africa están abordando el problema anterior, y buscan materiales fertilizantes que se puedan agregar al agua de irrigación, y que sean inertes de tal manera que se eviten los problemas de filtración.

Se están haciendo experimentos en larga escala, y hasta que no haya más información, se puede decir que el empleo de fertilizantes en riego por goteo no se recomienda, exceptuando a la urea, que es el único fertilizante con el que no se han encontrado problemas.

Proporción de aplicación

Es un pre-requisito que para que un sistema esté bien balanceado, se definan los patrones de humedad, mediante el empleo de diferentes velocidades de flujo. El patrón de humedad es característico de cada suelo, y a esto se debe que en áreas de clima similar, pero cuyas características

de suelo son diferentes, un mismo sistema de riego no opere.

Un problema que ha surgido ultimamente, es el de acumulaciones de agua, lo cual daña el crecimiento de los cultivos. Esto ocurría donde se -- aplicaba un exceso de agua a un suelo con un drenaje inadecuado, lo cual ha traído como consecuencia que se empieza a realizar investigación para resolver dicho problema.

Resultados obtenidos

Se ha visto que el mayor potencial de empleo que presenta, es en el cultivo de horchata y de viñedos.

Se ha visto que en un acre sometido a riego por inundación, se obtienen 19.75 ton./acre de melocotón. Mediante riego por goteo, se obtienen 27 ton/acre. Si se compara riego por goteo con riego por aspersión, en el primero se consumió solamente un 12.5% del agua que se requirió -- emplear en el riego por aspersión.

Riego sin presión en canalizaciones de plástico

Tuberías de PE de paredes delgadas

Se trata de unos tubos planos cuando no conducen agua, ideados para el riego por medio de surcos, es decir, para la conducción de agua en -- los campos aprovechando exclusivamente el desnivel del terreno. De este modo se evitan las pérdidas por infiltración y por evaporación, y no se pro-- duce arrastre de tierra; eventualmente pueden superar pequeños desniveles

de terreno.

Pueden utilizarse con orificios o sin ellos; en el primer caso, se sitúan de tal forma que el agua se vierta en los surcos que se desean regar, o también en los canales que se desea distribuir. Los orificios de 36 mm. de diámetro aprox. se refuerzan con arandelas de goma.

Acequías de plástico

El método más elemental de fabricación de acequías consiste en cubrir las realizadas directamente en el terreno, con una película de plástico (generalmente PE negro), con lo cual se evitan infiltraciones de agua en el terreno, ya que no su evaporación.

Ultimamente están adquiriendo gran importancia las acequías autoportantes, fabricadas a base de poliéster fibra de vidrio. Se fabrican en gamas que manejan caudales comprendidos entre 20 lt./seg. y 1,200 lt./seg. Su escaso peso facilita su transporte, manejo y montaje. Los sopores espaciados son metálicos o de hormigón.

II.3. LA PROTECCION EN AGRICULTURA CON MATERIALES PLASTICOS

1. Cortavientos

El viento es un agente climático que, con frecuencia, llega a ser limitante para ciertos cultivos, repercute considerablemente en la producción ganadera y causa graves daños a las edificaciones rurales.

Desde hace años el agricultor se ha visto en la necesidad de poner freno a la violencia del viento, causante de graves daños en sus cultivos - (caída de frutos, rotura de brotes y hojas, etc.) y entorpeciendo ciertas prácticas culturales (tratamientos fito sanitarios, abonados, poda de formación en árboles frutales, etc.).

Los cortavientos, además de atenuar la fuerza del viento y evitar que produzca daños mecánicos, influye notoriamente sobre el microclima de la zona protegida; así pues, para que su uso sea lo más racional posible, es preciso conocer los efectos que causan y que dan lugar a un nuevo microclima.

Efectos de los cortavientos

Los principales efectos causados por los cortavientos en las zonas influenciadas son los siguientes:

- a) Efectos aerodinámicos
- b) Efectos sobre la temperatura del aire y del suelo

- c) Efectos sobre la humedad del aire y del suelo
- d) Efectos sobre la evapotranspiración
- e) Efectos sobre la repartición especial de las precipitaciones

Efectos aerodinámicos

La finalidad primordial de un cortavientos es la de reducir la velocidad del viento. La extensión de la zona protegida, como consecuencia de la instalación del cortavientos, depende fundamentalmente de su altura y de su permeabilidad.

Atendiendo a la permeabilidad o porosidad del cortaviento, los fenómenos causados por un cortaviento permeable y otro impermeable.

Las corrientes de aire que han sido derivadas con motivo de la instalación de un cortavientos impermeables, tienen tendencia a ocupar de nuevo rápidamente las capas bajas, como consecuencia de la zona de depresión que se crea; por lo tanto, el área protegida o defendida de los fuertes vientos es pequeña. Si se aumenta la porosidad disminuirá la cantidad de aire desviado, y por lo tanto, la depresión, dando lugar a que no se forme el remolino, y a que la corriente de aire vuelva a sus condiciones iniciales, de manera gradual a mayor distancia del cortavientos.

Teniendo en cuenta lo anterior, y tras varios años de experiencia, se aconseja que la permeabilidad o porosidad de un cortavientos, sea del

orden de un 50%. De acuerdo con esta porosidad, puede estimarse que el alcance de la protección llega hasta una distancia del pie del cortavientos equivalente a 20–25 veces su altura. Con un cortavientos impermeable, la zona protegida tiene un alcance menor a 10 veces su altura.

Efectos sobre la temperatura del aire y del suelo

Los efectos de los cortavientos sobre las temperaturas diurnas y nocturnas son muy variados, dependiendo fundamentalmente de la permeabilidad del mismo, estado hídrico del terreno, de las condiciones climáticas y de su cubierta vegetal.

Durante la noche la zona protegida puede registrar un descenso de temperatura del orden de 1 a 2°C, en la proximidad del suelo como consecuencia del estancamiento del aire, e impide que se mezcle con capas que tienen mayor temperatura. Generalmente este riesgo de helada en noches frías, sólo afecta al tercio de la zona protegida más cercana al cortavientos.

Durante el día, un cortavientos puede provocar una elevación o una disminución de la temperatura del aire sobre suelo desnudo sin cubierta vegetal; la temperatura del aire es siempre más elevada en zona protegida, que en zona abierta. Sin embargo, cuando el suelo tiene vegetación la temperatura del aire en clima subhúmedo, registra un cierto descenso mientras que en clima húmedo o muy seco se experimenta una elevación

de la misma.

Efectos sobre la humedad del aire y del suelo

Los cortavientos limitan la difusión del vapor del agua transpirado por las plantas, y el aire es generalmente más húmedo en la zona protegida que en la zona abierta. La humedad absoluta del aire depende de dos factores: la producción del vapor de agua (que depende de la evapotranspiración real) y de la evacuación de éste por el viento.

La experiencia muestra que el aumento de la humedad relativa por efecto de los cortavientos es más marcado en presencia de vegetación que sobre suelos desnudos.

La humedad del suelo depende de dos factores: las precipitaciones y la evapotranspiración real. Por medio de los cortavientos, se reduce la evapotranspiración real. Así pues, la comparación de la humedad del suelo de una zona protegida y otra abierta, hasta una profundidad de 40 cm. representa un aumento del 3-11%.

Efectos sobre la evapotranspiración

La velocidad del viento influye notoriamente en la evaporación de una superficie libre de agua; así pues, la disminución de la velocidad del viento, relajará considerablemente la velocidad de evaporación.

La evapotranspiración potencial o cantidad máxima de agua que una planta puede evaporar y transpirar estando bien provista de agua, disminuye considerablemente con la instalación de cortavientos.

Efectos sobre la repartición espacial de los precipitaciones

En épocas de lluvia, es fácil observar que las ráfagas de aire arrastran la lluvia de un lugar a otro. Los cortavientos, al reducir la velocidad del viento, impiden que éste arrastre la lluvia a lugares distintos de los protegidos. En definitiva, actúan de interceptadores consiguiendo un aumento de precipitación en la zona protegida.

Tipos de cortavientos

Los cortavientos pueden agruparse en:

- a) Cortavientos naturales o setos vivos
- b) Cortavientos artificiales o setos muertos

a) Cortavientos naturales

Corresponde a este tipo de cortavientos los formados por especies arbóreas o por arbustos; se les considera como instalaciones permanentes.

b) Cortavientos artificiales

Los efectos de estos cortavientos son más fáciles de determinar, que los producidos por especies arbóreas, por tanto, se conocen mejor.

La entrada en servicio de los mismos es inmediata, por eso desde hace tiempo el agricultor los ha utilizado con gran éxito. Corresponden a este grupo los cortavientos realizados a base de mampostería o fibrocemento y especialmente los formados por cañizos que en algunas regiones llegan a sobrepasar los 2.5 m. de altura. Actualmente se empiezan a usar cortavientos formados a base de mallas de plástico, que ofrecen las siguientes ventajas:

- Aumento de la temperatura en los climas húmedos
- Disminución de la temperatura en climas secos
- Aumento de la temperatura en primavera
- Aumento de cosechas sobrepasando a veces el 20%
- Mayor precocidad de cosechas
- Aumento de la humedad del aire y del suelo
- Obtención de frutos de mayor calidad
- Mejoramiento de las características físicas y químicas del suelo
- Aumento de la fotosíntesis de las plantas

Los setos vivos (árboles, arbustos) o muertos (muros de mampostería, cañizos), presentan los siguientes inconvenientes:

- Entrada en servicio muy lento (crecimiento lento)
- Requieren de cuidados anuales (podas, riegos, etc.)
- Mantenimiento caro

- Ocupación de terreno
- Proyección de grandes zonas de sombra
- Focos de infección; zona de roedores, pájaros, plagas
- Competencia al cultivo sustrayendo del terreno humedad y elementos fertilizantes

Instalación de cortavientos con mallas de plástico

Primeramente, para instalar el cortavientos, es preciso disponer, a lo largo de una línea, una serie de postes metálicos, de madera y hormigón, distanciados convenientemente de acuerdo con la intensidad del viento de la zona y la altura necesaria del cortavientos. El distanciamiento de estos postes puede variar entre los 3 y 5 m.

Como el ancho normal de fabricación de mallas para estos fines, varía entre 1 y 2 m., es preciso montar unos tensores dispuestos horizontalmente a lo largo de los postes y sólidamente sujetos a estos; dichos alambres se fijan con grapas si son postes de madera y con alambres finos si son de hierro. Normalmente, se instalan tres hilos de tensión con separación de 1 m.

Las mallas van sujetas a estos hilos de tensión mediante trozos de alambre o cuerdas de nylon. Cuando se utilizan mallas de 1 - 1,20 m. de ancho, y se desea instalar un cortavientos que tenga al menos 2 m. de altura, bastará con solapar dos bandas de estas unos 5 cm. y fijarlas a los

hilos de tensión.

Aplicaciones de los cortavientos

Los cortavientos realizados con mallas plásticas pueden tener tres aplicaciones fundamentales:

- a) Cortavientos en Agricultura
- b) Cortavientos en Ganadería
- c) Cortavientos en Edificaciones Rurales

a) Cortavientos en Agricultura

Al principio de este capítulo, se mencionó la importancia de los cortavientos y los efectos producidos. Así pues, sólo queda por mencionar su influencia en la producción agraria.

Los resultados de pruebas que se han efectuado, en diferentes zonas son los siguientes:

TABLA XXIX

RUMANIA; ZONA DE DOBRUDJA

Cultivo	Zona no Protegida Kg/Ha	Zona Protegida Kg/Ha
Trigo	7.5	18.4
Maíz	10.7	28.7
Avena	7.0	28.2
Forraje en seco	11.8	53.7

TABLA XXX

ZONA EUROPEA CON CLIMA INTERMEDIO ENTRE EL DE LEVANTE
Y LA MANCHA

Cultivo	Tomates Tm./Ha.		Judías verdes Kg./m ²
	1a. Cosecha	Total	
Zona sin protección	24,20	63,72	0,81
Zona protegida	39,52	74,10	1,11

Otros resultados obtenidos en diferentes cultivos hortícolas llevados a cabo en zonas del NO y SO de Francia son los siguientes:

- Tomate:

Precocidad de recogida de frutos 15 - 18 días y aumento de producción del 15%.

- Berenjena:

Precocidad de recolección de 26 - 29 días.

- Judías:

Aumento del 8% en rendimiento y del 9% en maduración.

- Papas:

Aumento del 19% en rendimiento y del 10% en la maduración.

También en la producción frutal, la acción protectora de los cortavientos queda bien manifiesta con los resultados obtenidos. En la provincia de Castellón, se realizaron ensayos en cítricos y se observó que la calidad de los frutos era muy superior a las obtenidas en plantaciones sin proteger, registrándose un aumento en su producción superior al 10%.

En la localidad de Mandan (Dakota del Norte) ensayos realizados en manzanos, dieron los siguientes resultados:

Variedad	Zona protegida Kg/árbol	Zona sin proteger Kg/árbol
Manzanal "A"	44	9,6
Manzanal "B"	14	1,2

De todo lo anterior, se puede concluir que un cortavientos aplicado adecuadamente, nos produce un incremento en maduración y en rendimiento.

Características Técnicas de las Mallas Cortavientos

Las características técnicas que a continuación se citan, corresponden a uno de los tipos de mallas cortavientos que actualmente se fabrican en España:

Densidad	0,910 – 0,925 g/cm ³
Peso	600 g/m ²
Color	verde o negro
Absorción de agua, 24 horas en espesor de - 3,2 mm %	0,015
Resistencia a la tracción Kg/mm ²	0,7 - 1,4
Alargamiento a la ruptura	200 - 575
Paso a la luz	6 mm

Las mallas cortavientos se suelen fabricar de PE de baja densidad, vendiéndose en el mercado en rollos de 1 y 2 m. de ancho y 50 m. de longitud cuyo peso neto para las de 1m. de ancho es de 30 Kg. Las mallas - cuya tonalidad de color sea distinta al negro, deberán estar protegidas adecuadamente con inhibidores de rayos UV para evitar su degradación.

2. Redes

Los tipos de redes que existen de acuerdo a la función que cumplen son:

- Antigranizo
- Antipájaro
- Sombreo
- Mosquiteras
- Trasplante cultivos

El agricultor conoce por experiencia los catastróficos daños que a veces origina el granizo, hasta el punto de que las plantaciones hortifrutícolas se han perdido en su totalidad a consecuencia de este agente atmosférico. Un medio eficiente de luchar contra el mismo es proteger los cultivos con mallas de plástico.

Las redes de PE, PP y poliamidas son ligeras, elásticas inalterables y económicas, fabricándose en ancho de 2 a 4 m. Debido a su baja densidad, no es preciso realizar instalaciones con soportes pesados; bastará con disponer a lo largo de las hileras de árboles o cultivos que se van a proteger, unos postes metálicos o de madera que sirvan de soporte a unas cerchas triangulares sobre las que se instalan una serie de alambres de tensión, por encima de los cuales se extienden las redes plásticas. Estas instalaciones construídas en forma de caseta por encima de los cultivos, protegen a los cultivos contra la acción del granizo ya que lo desvían de su trayectoria, evitando con ello que cause daños a los frutos. Sus principales aplicaciones son: frutales, viñedos, etc.

Las redes antipájaro, se emplean principalmente en cultivos cuyos primeros frutos tienen un elevado precio en el mercado (fresa, uva, etc.). En el caso de la fresa, se dispone sobre el terreno unas pequeñas estaquillas de madera clavadas en el suelo, cuya altura sobrepase unos 8 - 12 cm. a la de las plantas. Sobre estos soportes, se extiende la red.

Es un medio eficaz para defender las plantas de los ataques de los pájaros, pudiéndose amortizar en el primer año de uso en aquellas zonas en que existe gran abundancia de éstos.

Las redes de sombreo, se fabrican en PE, con porcentajes adecuados de alta y baja densidad, incorporándose aditivos antioxidantes e inhibidores UV., para defenderla de la acción degradante de los rayos solares. Suelen fabricarse en anchos de 1 m. y se presentan normalmente en el mercado en rollos de 50 m. con un peso de 14 Kg.

Sus aplicaciones son muy diversas en el sector agrícola, empleándose especialmente en viveros y jardines para dar sombra a plantas ornamentales y en semilleros. En invernaderos se utilizan con frecuencia, no sólo para proporcionar sombra a plantas ornamentales, sino también a ciertos cultivos hortícolas, especialmente en zonas de fuerte insolación (Almería, Málaga, Canarias, etc). Las redes para sombreo filtran los rayos solares neutralizando los efectos destructores de las radiaciones fuertes.

Su duración depende del sistema de colocación en gran parte; por ello, es recomendable que los postes de sujeción no estén muy lejos unos de otros para que no se produzcan desgarres a consecuencia del viento. Para darles mayor consistencia y evitar desgarres, los bordes van provistos de dobladillos que facilitan el cosido de varias bandas, o bien se practican orificios por los que se puede pasar una cuerda o alambre que sirve de guía para recogerla en horas o épocas de poca insolación.

Se pueden utilizar además para crear zonas de sombra para proteger maquinaria (cosechadoras, tractores) forrajes verdes o productos hortifrutícolas que han sido recolectados y que de estar expuestos directamente al sol sufrirían una desecación.

Las redes mosquiteras tienen como principal función el crear una defensa contra los insectos. Este tipo de red es muy frecuente verlo en zonas pantanosas y húmedas. Suelen fabricarse en PE y van tratadas adecuadamente con inhibidores UV. Su anchura oscila normalmente entre 0,50 y 1 m. y se venden en el mercado en rollos de 50 m., teniendo un peso neto por rollo de 15 Kg.

En las islas Canarias y Almería se usa total o parcialmente en invernaderos para crear zonas de ventilación, instalándose éstas en la parte alta de las paredes laterales.

El uso de redes de plástico para proteger cepellones de árboles, es considerado de gran interés por los viveristas, ya que es un medio eficaz, barato y sencillo de asegurar el enraizamiento de las plantas. La red no sólo protege a las raicillas adventicias, evitando que se tronchen sino que también las protege contra la desecación por permitir cubrir las con la misma tierra donde éstas han crecido, asegurando por tanto, su enraizamiento. Puede considerarse como un medio eficaz de protección durante el transporte de plantaciones arbóreas al terreno de asiento.

3. Defensa contra heladas

En capítulos anteriores se ha hablado sobre los diversos tipos de invernaderos y túneles de plástico contruidos por los agricultores para proteger sus cultivos de las bajas temperaturas del medio exterior. Estas instalaciones además de defender las plantas de posibles heladas, permiten obtener cosechas tempranas y de mayores rendimientos, lo cual supone para el agricultor una mayor rentabilidad de sus tierras.

Otros sistemas de protección empleados con éxito en la región Levantina, son los setillos o pequeñas bardas confeccionadas con láminas de plástico (PE o PVC) o redes, las cuales se sitúan a modo de cortaviento en la cara norte de los surcos en posición inclinada.

Desde hace tiempo los agricultores levantinos venían utilizando setillos contruidos con paja de arroz, pero con la aparición de las redes y láminas de plástico, van siendo sustituidos por éstos materiales.

Estas instalaciones no son costosas, pero el efecto de abrigo que producen es menor que el que se consigue bajo túnel. De todas formas puede resultar interesante para determinados cultivos en algunas zonas del litoral mediterráneo.

Para la protección de árboles frutales, se han empleado en la provincia de Valencia, películas de PE con resultados excelentes. Estas películas se disponen por encima de los naranjos, mediante unos cables tensores que pasan por varios ojales efectuados en los mismos. Dicho

sistema permite cubrir el árbol durante la noche y destaparlo durante el día.

Estas instalaciones constan de unos postes metálicos que soportan unas cerchas triangulares, sobre las que se instalan una serie de alambres paralelos al suelo que sirven de soporte al plástico. Los ojales efectuados en los toldos por los cuales pasan los anteriores alambres, deberán reforzarse convenientemente para que el plástico no se desgarré como consecuencia de su desplazamiento continuo. No siempre es preciso cubrir los árboles, únicamente se realizará en noches con riesgo de helada; de ésta forma la vida del plástico será mayor. Cuando hayan pasado los fríos, es conveniente retirarlo del campo y guardarlo en lugares protegidos del sol, con objeto de que la vida del plástico sea mayor.

Este sistema de protección empleado en naranjos puede ser interesante para árboles frutales de zonas frías. En un medio eficaz de asegurar las cosechas y de rápida amortización.

4. Toldos

Los toldos confeccionados con láminas plásticas de PE o de PVC tienen un gran uso en los medios rurales como pantallas protectoras contra los agentes climáticos del exterior (vientos, lluvia, sol, etc.), causantes de graves daños.

La maquinaria agrícola, tan costosa hoy día, precisa de una serie de cuidados si se requiere que preste sus servicios durante varios años. El sol, lluvias, etc., son agentes climáticos que las deterioran rápidamente, si no están bajo protección. Las placas de paja o forrajes henoificados, si están bajo la influencia de la lluvia se pudren, viéndose el ganado a veces desprovisto de una racional alimentación por falta de estos alimentos.

Otros materiales (maderas, cemento, yeso, etc.), con destino a la construcción de edificaciones agrícolas o ganaderas, pierden sus propiedades y por tanto su utilización si no están adecuadamente protegidos de las lluvias. Igualmente puede decirse de los abonos, que al mojarse pierden sus propiedades fertilizantes.

Las películas de PE o de PVC por ser impermeables, pueden resolver todos estos problemas. Su flexibilidad permite recubrir toda superficie por irregular que sea. Son económicos y de colocación rápida, pudiendo tener una gran duración si se les presta los cuidados precisos. Sus principales enemigos son: el sol y el viento. Para combatir la acción degradante de los rayos solares, estas películas deberán ser negras, llevando una concentración de negro de humo del 2 al 2.5%. El negro de humo absorbe los rayos UV causantes de la rápida degradación del plástico. Si se utilizan películas de otras tonalidades, deberán llevar incorporados los inhibidores correspondientes para combatir dicha radiación.

El segundo enemigo, el viento, es fácil de combatir si la película de plástico está adecuadamente anclada. Ya existen en el mercado diversos tipos de pinzas o sujetadores que se acoplan con sencillez a dicha película, permitiendo por medio de los mismos anclarlo o sujetarlo mediante cuerdas amarradas a estaquillas clavadas en el suelo.

En otros casos, las películas de plástico se sujetan por medio de cuerdas o por redes plásticas, las cuales se disponen por encima de dichas películas y se anclan a estaquillas clavadas en el suelo. Otras veces, estas redes se fijan a palos o tubos pesados que cuelgan por los costados de los montones de pacas de paja o alfalfa.

Es conveniente vigilar con frecuencia estas protecciones, para evitar que el viento produzca aleteos en la película, con el consiguiente desgarré.

II.4. IMPERMEABILIZACION DE SUELOS

1. Construcción de embalses de agua impermeabilizados con materiales plásticos

La falta de agua en algunas zonas de la superficie terrestre hace que muchas de éstas sean, a pesar de las lluvias invernales, áridas e improductivas. El déficit de agua limita el crecimiento de las plantas en terrenos que serían productivos si no existiese este factor limitante. Los meses secos del año son, a menudo, aquellos en los que precisamente los cultivos - requieren más agua, y al no disponer de ella, las cosechas se ven muy reducidas e incluso se pierden en su totalidad.

Otras zonas son regadas con el agua extraída de pozos pero encarecen los cultivos, al no disponer de una fuente constante de suministro, será necesario almacenarla en embalses para utilizarla en épocas de sequía. Por otro lado, teniendo en cuenta que parte de ésta se pierde al escurrirse sobre la superficie del terreno, ofrece interés almacenarla por unos meses y utilizarla posteriormente en el momento oportuno.

El almacenamiento de agua por métodos clásicos, resulta caro, pero existe una nueva forma de hacerlo que es económica y efectiva: construcción de embalses artificiales impermeabilizados con película de plástico.

El crear estas reservas de agua permite, no sólo, solucionar el problema de sequía, sino también utilizarlas:

- a) Como fuente de suministro para evitar los efectos de las heladas en los cultivos.
- b) Para regar superficies de cultivo intensivo (tomates, pimientos, etc.), extensivos (cereales, leguminosas, etc.), y arbóreos.
- c) Como depósitos para la lucha contra incendios.

Para los fines a) y b), son numerosos los embalses construidos en España, particularmente en las provincias de Murcia y Alicante. El mayor de éstos y posiblemente del mundo, se encuentra en la finca Los Garroferos, Benijofar (Alicante), siendo su capacidad de 500,000 m³.

Para el caso c), en Gassi-Touil-Sahara, se han construido embalses de 5,000 m³ de capacidad para trabajos de extinción en pozos de petróleo.

Materiales utilizados para la impermeabilización de embalses

El primer embalse artificial impermeabilizado con lámina de plástico, se realizó hace más de diez años, en la finca Los Garroferos, Benijofar (Alicante), con una capacidad de 75,000 m³; se utilizaron para su impermeabilización películas de polietileno negro, pudiendo decirse que se encuentra en un estado de conservación igual al de su día de construcción. Sus dimensiones son: 116 m. de largo por 110 m. de ancho y 11 m. de profundidad. -

En la actualidad, las capacidades de dichos embalses oscilan entre los 8,000 y 500,000 m³. en las Islas Canarias, pero difieren de los anteriores en que las láminas de polietileno no están protegidas por una capa de arena-grava.

Actualmente, se están construyendo pequeños embalses de 500 - 3,500 m³. de capacidad, impermeabilizados con membranas de caucho butilo y de PVC. A continuación se describe la construcción de embalses con los tres tipos de materiales.

Construcción de embalses impermeabilizados con película de polietileno

Las diferentes operaciones que hay que realizar para la construcción de un embalse, son las siguientes:

- 1.- Excavación del terreno
- 2.- Operaciones previas y posteriores a la colocación de la película de plástico
- 3.- Colocación de la película de PE (impermeabilización del embalse)
- 4.- Sistema de llenado y de vaciado del embalse.

1.- Excavación del terreno

Para la construcción de un embalse, es necesario en primer lugar, realizar una excavación que a veces puede ser natural, si bien normalmente se lleva a cabo con maquinaria adecuada.

A veces puede resultar más económico aprovechar la configuración del suelo, declives del terreno, etc., pero teniendo en cuenta que las aguas torrenciales no incidan directamente en el embalse, para no causar daños al mismo, ya que con frecuencia arrastran piedras que pondrían en peligro la impermeabilización del embalse; por otro lado, se irían acumulando en el fondo del mismo, obstruyéndose el desagüe y restando capacidad al embalse.

La forma más común para realizar la excavación es la tronco-piramidal o la tronco-cónica. En ambos casos sus paredes no deben de sobrepasar una pendiente del 30%; se evita con ello que tanto la grava que cubre el embalse y cuya misión es la de fijar la lámina de plástico a las paredes, como dichas películas sufran posteriores deslizamientos.

El llenado y vaciado del embalse, normalmente se realiza por medio de una tubería única; esta tubería atraviesa uno de los taludes laterales del embalse y va a parar a la cámara de control o vaso receptor del agua, procedente éste de la fuente de suministro.

Tanto las paredes como el fondo del embalse deben de aplanarse - adecuadamente mediante el empleo de un rodillo para compactar la tierra y evitar posibles hundimientos.

2.- Operaciones previas y posteriores a la colocación de la película de plástico

Una vez realizada la excavación y reforzadas adecuadamente las paredes del embalse, así como su base, se procederá a alisar la superficie interior del mismo. Para ello, se extiende una capa de arena fina, sobre las paredes y sobre el fondo, evitando de esta forma cualquier aspereza, rugosidad o puntos cortantes que existan sobre el terreno y que puedan perforar la película de plástico.

La película de plástico se coloca sin tensiones sobre el lecho de arena, y se protege con otra capa de arena fina, a fin de evitar todo riesgo de perforación, sustraerla de los movimientos del agua y mantenerla en su sitio, impidiendo el deslizamiento. La arena se estabiliza a su vez con grava, con el fin de no ser arrastrada por el agua hacia el fondo del embalse.

El espesor de las capas de arena suele ser de 10 a 15 cm. y la de grava de 20 a 25 cm. En total, resulta que la lámina de polietileno está protegida por una capa de 40 cm. de altura. La grava únicamente se coloca en las paredes interiores del embalse y su misión, además de fijar las láminas de plástico, consiste en impedir que los taludes interiores se erosionen cuando el viento forma olas en la superficie del agua o cuando llueva torrencialmente; en caso contrario, se deslizaría hacia el fondo la arena fina que cubre dicha película, dejándola al descubierto.

3.- Colocación de la película de polietileno

La colocación de la película de PE es muy simple y rápida. Existen varios procedimientos para ser extendida sobre el terreno, ya sean mecánicos o manuales. El más simple consiste en pasar a través del carrete de la bobina de PE, una barra metálica, que sujetan por sus extremos dos hombres; al ir caminando la van desenrollando y acoplando al terreno. Posteriormente se procede a soldar estas láminas o a unir las, para conseguir una lámina única que impermeabilice todo el embalse.

Los diferentes métodos para efectuar estas uniones son los siguientes:

- a) Unión por solape.- Cuando es necesario efectuar la unión de las películas de polietileno, estas se solapan unos 15-20 cm. Entre ambas se coloca un pegamento y se impermeabilizan ambos bordes, pegando encima de ellos una cinta adhesiva de PE. Esta deberá tener un espesor aproximado de 0,125 a 0,150 mm. y un ancho entre los 6 y 8 cm. Para facilitar la unión de estas películas, será conveniente disponer abajo de los mismos una tabla que sirva de apoyo para efectuar el solape y para que la impermeabilización se realice sin originarse pliegues en la superficie de dichas películas.

- b) Unión por soldadura térmica.- Esta unión se realiza al soldar en el sitio (100 a 115°C para película de PE que tengan un espesor de 0.2 mm.) los bordes de las láminas. Una vez que se han soldado las dos películas, se doblan en espiral y se procede a taparlo con una capa de arena gra-va, según se ha indicado anteriormente.
- c) Unión por enterramiento.- Este método no precisa ni pe-gamento ni cinta adhesiva. Su realización es más laboriosa que la de los casos anteriores pero da excelentes resultados.
Consiste en abrir pequeñas zanjas de 30 por 30 cm. donde se introducen los bordes de las dos películas que se van a unir, a continuación se sujetan con tierra.
- d) Unión por cosido.- Es uno de los sistemas más rápidos para unir películas de PE. Consiste en realizar un dobladillo con los bordes de las dos películas que se van a unir, cosiéndolos a continuación con cuerda de nylon o equivalente. Para efectuar el cosido, ya existen máquinas en el -mercado.
Esta unión es bastante segura e impermeable, pero para lograr una unión más hermética, al paso del agua, bastará

con cubrirla con una cinta de PE. La cinta adhesiva puede ser de un grosor de 0,125 a 0,150 y una anchura aproximada de 8 cm.

Así como en el sistema "Unión por Solape", es recomendable efectuar la unión en días sin viento para que los bordes de las películas estén exentas de polvo, y no se presenten problemas con el pegamento.

4.- Sistema de llenado y vaciado del embalse

Existen dos métodos para llenar un embalse, que son los siguientes:

- a) El agua a almacenar va a parar directamente al embalse.
- b) El agua a almacenar va a parar previamente a un pozo o depósito comunicado con el embalse por medio de una tubería acoplada a su fondo.

En el caso a) el agua entra canalizada al embalse por su parte alta, el canal de cemento escurre superficialmente sobre una de las paredes interiores del embalse hasta el fondo del mismo, evitando de esta forma que el agua arrastre la grava y arena que protegen la película de PE.

Este procedimiento es poco usado ya que no ofrece ninguna seguridad.

Según el procedimiento b), el agua a almacenar va a parar previa-

mente a un pozo o depósito que se comunica a su vez con el fondo del embalse a través de una tubería de fibrocemento. Según la propiedad de los vasos comunicantes, el nivel del pozo y del embalse será el mismo.

Ultimamente, y para mayor seguridad, los pozos o vasos receptores son sustituidos por una cámara de control a diferente nivel del fondo del embalse, y al cual se lleva el agua por bombeo. Esto se realiza utilizando la misma tubería que sirve para el desague.

Material empleado para la impermeabilización

Como ya se ha dicho anteriormente, en la impermeabilización de estos embalses se utilizan láminas de PE negro con una concentración de negro-humo de 2 a 2.5% bien disperso.

- Espesor 0,250 mm
- Anchura 8 a 12 m. Cuanto más ancho, mejor, para evitar el mayor número de soldaduras.
- Longitud. Condicionada a las dimensiones del embalse. En realidad no conviene que los rollos de plástico tengan una longitud mayor de 60 m. ya que para anchuras de 8 - 12 m deberán de ir plegados (2 - 4 pliegues) para facilitar su manejo.

Precauciones

A continuación se citan recomendaciones o precauciones que hay que tener en cuenta durante la fase de construcción del embalse y posteriormente para conseguir la buena operación del mismo.

- a) La lámina de PE deberá colocarse en días sin viento; se facilitará así su acoplamiento al terreno y se evita el arrastre de arena, que al depositarse sobre el plástico, impedirá efectuar con eficacia las uniones. Tampoco es recomendable colocar las películas en días muy soleados ya que las altas temperaturas las dilatan y se contraerán posteriormente a su contacto con el agua.
- b) Deberán reforzarse debidamente las paredes del embalse que hayan sido construidos con la tierra excavada, y aplanarlos debidamente con un rodillo para evitar posibles hundimientos.
- c) Para que las aguas de lluvia no erosionen las paredes exteriores del embalse, es conveniente protegerlos con plantas de porte rastrero, que sean resistentes a la sequía.
- d) Cuando por primera vez se realiza el llenado del embalse, nunca se hará hasta su capacidad máxima, sino que deberá de realizarse paulatinamente para facilitar que las paredes se vayan consolidando.
- e) Tampoco deberá llenarse al máximo los embalses para evitar que el agua rebose a consecuencia del oleaje que se produce en su su-

perficie; en este caso, puede arrastrar la tierra de la zona alta del embalse, provocando grietas en los taludes, con peligro de rotura.

- f) Debe de evitarse el pisar el interior del embalse para no originar posibles daños a la película de PE sobre todo a unos 2 m. del nivel del agua, por estar esta zona del embalse muy mojada a consecuencia de su proximidad con el agua.
- g) Para evitar que las personas puedan causar daños al pisar sobre la superficie del embalse, al igual que los animales que desean beber, es conveniente protegerlo con una cerca metálica.

CONCLUSIONES

Este sistema de almacenar agua, permite hoy día, a los agricultores proveerse de la misma durante los meses en que existe abundante, y por lo tanto, su adquisición más económica, utilizándola posteriormente en los meses en que escasea y la necesitan más los cultivos para su fructificación.

Generalmente, se utilizan para regar cultivos cítricos y hortícolas.

Los embalses resultan necesarios en aquellos lugares donde las lluvias son escasas o copiosas, pero irregulares. Para el primer caso, se crearían las reservas con objeto de cubrir las necesidades de agua del suelo, para el buen desarrollo vegetativo de las plantas y solucionar así el --

problema de la sequía.

En las zonas de lluvia copiosa, para almacenar el agua de lluvia procedente de ríos y arroyos, que en estas épocas bajan caudalosos y que se malgastaría en otra forma, disponiendo así de una reserva de agua para utilizarla en el momento oportuno.

La duración de estos embalses es prácticamente indefinida, si se tienen en consideración las recomendaciones anteriormente citadas.

Construcción de Embalses Impermeabilizados con Membrana de Caucho Butilo

En la actualidad, estos embalses se han construido con capacidades inferiores a los 4,000 m³. Su construcción es muy simple; basta con realizar una excavación en la que los taludes o pendientes de las paredes interiores, guarden la proporción de 2 a 1, e impermeabilizada por medio de caucho butilo. Las láminas se sirven en un ancho de 1.30 m. y en bobinas de 15 a 25 m. de longitud.

A diferencia de los embalses impermeabilizados con lámina de PE, en los cuales se protege ésta con una capa de arena-grava, que sirve a su vez para fijarla y sujetarla a las paredes del embalse, los impermeabilizados con caucho butilo, no llevan esta protección, permaneciendo en contacto directo con el agua. El anclaje debe realizarse enterrando los bordes de las láminas en pequeñas zanjas de 30 X 30 cm. que se localizan en la parte

superior del embalse, empleando tierra bien compacta para que no sufran deslizamiento hacia el interior.

Construcción de Embalses Impermeabilizados con Lámina de PVC

Es una aplicación que se encuentra en etapa experimental. El procedimiento de instalación es idéntico al seguido con los embalses impermeabilizados con PE.

2. Recogidas de Agua de Lluvia. Abrevaderos

Con relativa frecuencia, numerosos rebaños de ovejas y de ganado vacuno que se alimentan de los pastos del campo, precisan ser desplazados a largas distancias para que puedan saciar su sed en arroyos o en abrevaderos instalados en las propias fincas. Un método sencillo de construcción de abrevaderos, se consigue por medio de láminas de plástico. Basta extender sobre un terreno que tenga cierta pendiente una película de plástico negro-oscuro de 250 mm de espesor, de tal forma que sus laterales tengan una pequeña altura, para canalizar el agua de lluvia hacia un depósito principal, del cual partirá una tubería hacia el abrevadero.

Este sistema es práctico, sencillo y de gran efectividad, ya que el agua almacenada a lo largo del año puede ser abundante. Así por ejemplo, una zona que cuenta con una precipitación atmosférica anual de 400 m. re-

presenta que durante dicho año han caído 400 lt./m². Si se hubiera impermeabilizado con plástico un terreno que tuviera 100 m², se habrían recogido, según esta precipitación 40,000 lt. que permite satisfacer las necesidades del ganado. Este mismo sistema puede también ser útil para aquellas zonas cuya precipitación sea elevada, pero mal repartida a lo largo del año.

3. Impermeabilización de Acequias

Son numerosos los países que vienen utilizando el sistema de recubrimiento de acequias con películas de plástico negro para evitar pérdidas de agua por filtración y combatir las malas hierbas, que con abundancia crecen en el lecho de las mismas, obstruyendo el paso del agua.

En los terrenos de textura arenosa, este procedimiento de excelentes resultados, ya que la totalidad del caudal de agua que proviene de la fuente de suministro puede llegar a su destino, sin que sufran pérdidas; cuando el trayecto que deben de recorrer es largo, las pérdidas ocasionadas por filtraciones son del orden del 50%. Además, de las pérdidas económicas, que estas filtraciones suponen en las tierras áridas donde el agua escasea, el agricultor se ve privado de poder para regar mayores superficies de cultivo, disminuyendo la rentabilidad de su tierra.

Es muy frecuente ver en el campo, como la mayoría de las acequías están infectadas de malas hierbas; su exterminación es un poco laboriosa, -

ya que se encuentran en el lecho de las mismas o en sus taludes que es un medio idóneo para su crecimiento. El agricultor con frecuencia debe de dejar otros trabajos importantes para proceder a la limpieza de las mismas. También las malas hierbas que crecen en dichas acequias, son causa de la propagación de las mismas a las parcelas de cultivo, por arrastrar las aguas de riego las semillas que éstas han producido y que al agricultor no ha podido evitar por no disponer de tiempo para proceder a su limpieza.

Todos estos males e inconvenientes que se producen en la casi totalidad de las acequias, pueden ser corregidas al cubrir las mismas con láminas de plástico. Este material impide toda pérdida por filtración al ser un material impermeable, y además, no permite que las malas hierbas nazcan, ya que su tonalidad negra impide que las plantas realicen su fotosíntesis.

Los gastos ocasionados en la compra de las películas de plástico y los de su instalación pueden ser rápidamente amortizados, si se tiene en cuenta que son muchas las jornadas que se requieren a lo largo del año para efectuar la limpieza de las acequias y que las pérdidas de agua por filtración son cuantiosas, pudiéndose aprovechar éstas para poner en regadío nuevas parcelas.

La impermeabilización de las acequias es muy simple. El plástico, que de fábrica viene en bobinas, se desenrollará a lo largo de la acequia, y se anclará en la parte alta de la misma, mediante enterramiento de

sus bordes. Para efectuar un buen anclaje, es preciso que la película sea 1 o 2 m. más ancho que el perímetro de la acequia. La cantidad de película que se entierre a cada lado estará condicionada al ancho y profundidad de la acequia.

Cuando haya que empalmar una película tras otra, por ser la acequia de una longitud mayor que la de la lámina de plástico, se solapará una tras otra de tal forma, que el solape quede a favor de la caída de agua.

II.5. ACOLCHAMIENTO DE SUELOS CON PELICULAS DE PLASTICO

El acolchamiento ha sido una técnica practicada desde hace muchos años por los agricultores con la finalidad de defender los cultivos y el suelo de la acción de los agentes atmosféricos, los cuales entre otros efectos producen la desecación del suelo, deterioran la calidad de los frutos enfrían la tierra y lavan la misma arrastrando los elementos fertilizantes tan necesarios para el desarrollo vegetativo de las plantas.

Para compensar estos efectos, los agricultores disponían sobre la superficie del terreno una capa protectora formada por materiales de origen vegetal como paja, cañas, hojas secas, etc; o también otros materiales de origen mineral como la arena. Esta capa actuaba como barrera de separación entre el suelo y la atmósfera, la cual amortiguaba sensiblemente los efectos anteriores. Estos materiales también ofrecían las siguientes ventajas: capacidad a la luz solar que impide el desarrollo de malas -- hierbas; absorción del calor del sol por estas capas y su restitución durante la noche, esto constituye un medio de defensa para la planta contra las bajas temperaturas nocturnas, influyendo considerablemente en el aumento de rendimientos y en una mayor precocidad en la recolección de frutos.

Hace algunos años se efectuaron ensayos con diversos materiales tales como papel alquitranado, láminas de aluminio, etc.; pero se han abandonado debido a que son materiales voluminosos, caros y de difícil

colocación sobre el terreno.

De más reciente aplicación son las películas de plástico, ya sea de polietileno o PVC, que han dado excelentes resultados y que han venido a desplazar a los materiales antes mencionados y se ha implantado su uso - aún en aquellos países más tradicionalistas.

Efectos y Ventajas del Acolchamiento de Suelos con Películas de Plástico

Las películas de plástico proporcionan mayores ventajas que las - conseguidas con materiales de origen mineral o vegetal, que se utilizaban anteriormente en la cobertura de suelos.

Entre las principales ventajas se mencionan a continuación las siguientes:

a) Influencia sobre la humedad del suelo

Al ser el plástico impermeable al vapor de agua y a los líquidos impide la evaporación del agua del suelo, con el efecto consiguiente de que se mantiene a la disposición de las plantas cultivadas. De esta forma se benefician de una alimentación constante y regular.

El terreno, al estar cubierto con un plástico negro o gris-humo, no permite el desarrollo de la vegetación espontánea; ésta no consume agua, resultando un ahorro de la misma en beneficio del cultivo.

Las ligeras pérdidas por evaporación que se producen por las perforaciones son ligeramente compensadas por las aguas de lluvia a través de las mismas.

b) Influencia sobre la temperatura del suelo

Durante el día, el plástico transmite al suelo las calorías recibidas del sol, haciendo el efecto de invernadero. Durante la noche, la película detiene en cierto grado el paso de las radiaciones - caloríficas del suelo hacia la atmósfera, fenómeno que depende en mayor o menor grado según se utilicen películas de polietileno transparente, gris-humo o negro, o si se trata de películas de PVC.

c) Influencia sobre la estructura del suelo

El suelo acolchado con película de plástico presenta una estrutura ideal para el desarrollo de las raíces de las plantas. Estas se hacen más numerosas, más largas en sentido horizontal a consecuencia de que la planta al encontrar la humedad suficiente a poca profundidad y un suelo bien mullido, su sistema radicular se desarrolla más lateralmente que si tiene que buscarla a mayores profundidades, en cuyo caso, su crecimiento sería vertical.

Con el aumento de raicillas aseguramos a la planta una mayor succión de agua, sales minerales y demás fertilizantes que -- conducen a mayores rendimientos.

d) Influencia sobre la fertilidad de la tierra

La elevación de temperatura y de humedad del suelo como consecuencia de estar protegido el terreno con una película de plástico favorece la nitrificación y, por tanto, la absorción del nitrógeno por la planta. Por otro lado, al estar protegido el terreno por estas láminas impermeables al agua, las lluvias no "lavarán" el suelo; los elementos fertilizantes no serán arrastrados por su superficie. Las pérdidas de nitrógeno por "lavado" serán en este caso nulas.

e) Influencia sobre el crecimiento de malas hierbas

El crecimiento y desarrollo de la vegetación espontánea que se origine debajo de estas láminas de plástico, dependerá considerablemente del color de las mismas, es decir, de su permeabilidad a la luz solar.

Se puede evitar totalmente el crecimiento de éstas, utilizando una película o lámina negra; aunque en las tonalidades gris-humo y transparente aparecen malas hierbas en mayor y menor --cuantía respectivamente, a veces no llegan a fructificar, ya que el plástico termina sofocándolas, a consecuencia de las altas temperaturas que se originan bajo el mismo.

f) Influencia sobre la calidad de los frutos

Las películas de plástico al actuar de barrera de separación entre el suelo y la parte foliar de la planta evita que los frutos estén en contacto directo con la tierra, obteniéndose éstos con una calidad y presentación tal que los hace ser más comerciales.

Es muy aconsejable esta técnica para aquellas plantas que - produzcan frutos rastroños, tales como: fresas, tomates, melones, pepinos, etc., ya que el plástico evitará que se originen putrefacciones, ataques de insectos y, sobre todo, las enfermedades criptogámicas.

Cultivos que se pueden acolchar

La técnica de acolchamiento se traduce en un mayor beneficio para el agricultor, al conseguirse cosechas abundantes, precoces, limpias y - sanas; esta técnica puede aplicarse a todo tipo de cultivo especialmente en:

- a) Cultivos hortícolas: berenjena, acelga, apio, coliflor
pepinos, calabazas, fresa, lechuga, melón, sandía, tomate, etc.
- b) Cultivos industriales: tabaco, algodón
- c) Cultivos frutales: albaricoque, cerezos, manzanas, etc.
- d) Cultivos ornamentales: rosa, dalia, etc.

Tipos de Láminas de Plástico utilizadas en Acolchamiento de Suelos

Existen en el mercado varios tipos de láminas de plástico que son utilizadas para acolchamiento de suelos: negro opaco, gris-humo y transparente o incoloro. Cada uno de ellos posee unas determinadas características que dan lugar a efectos diferentes sobre los cultivos; por ello es necesario que el agricultor antes de utilizarlos sepa cual es el comportamiento de cada uno de éstos, para que sepa elegir el más idóneo de acuerdo con sus necesidades.

El primer tipo de lámina que se utilizó fue el negro opaco, poniéndose de manifiesto que no dejaba crecer las malas hierbas, al no poder realizarse la fotosíntesis como consecuencia de impedir el paso de las radiaciones visibles. Posteriormente, se llevaron a cabo pruebas con láminas -- transparentes dando lugar a la obtención de cosechas precoces, pero observándose que favorecían el crecimiento de malas hierbas, como consecuencia del calentamiento del suelo y de su transparencia a las radiaciones solares.

A estos dos ensayos les siguieron más tarde otros con el fin de encontrar una lámina que impidiera el crecimiento de las malas hierbas y que, a la vez, produjera cosechas precoces. Así pues, se ensayaron una serie de láminas de tonalidades gris-humo que por ser de características intermedias, a la transparente y negro-opaco, daban lugar a efectos intermedios.

Los estudios anteriormente citados están basados en el comportamiento de estas láminas frente a las siguientes radiaciones:

- a) Radiaciones visibles, o sea la transmisión del espectro solar durante el día.
- b) Radiaciones caloríficas, o sea la transmisión calorífica nocturna del suelo hacia la atmósfera.

Uno de los objetivos principales que se persigue con el acolchamiento de suelos es el de producir una elevación de temperatura en el mismo, - que aumente la actividad y el crecimiento de las raíces de la planta, lo cual producirá cierta precocidad en la recolección de cosechas; por todo ello, estas películas de plástico deberán ser permeables a las radiaciones infrarojas o caloríficas.

Este aumento de temperatura del suelo durante el día reducirá el enfriamiento de la planta durante la noche a consecuencia de las radiaciones caloríficas del suelo hacia la atmósfera,

Por lo tanto, las películas utilizadas para el acolchamiento de suelos deberán presentar las siguientes características:

- a) Deberán transmitir al terreno durante el día, el máximo de calorías con el fin de aumentar la temperatura del mismo.
- b) Es preciso que impidan lo más posible el crecimiento de las malas hierbas.

- c) Deberán emitir durante la noche parte del calor acumulado en el suelo durante el día, con el fin de proteger a la planta de las bajas temperaturas del exterior.

Comportamiento Espectrométrico de las Películas de Polietileno

Tras varios años de estudios realizados en diversos países, se comprobó que los resultados obtenidos en parcelas acolchadas con películas negro-opaco, gris-humo y transparente eran distintos, debido a que los efectos producidos por los mismos eran diferentes como consecuencia del comportamiento espectrométrico de estas láminas. Para mejor conocimiento de los efectos producidos, a continuación se desglosan en dos:

- 1.- Efectos diurnos
- 2.- Efectos nocturnos

1.- Efectos Diurnos

1.1. Películas transparentes

a) Radiaciones caloríficas. Estas películas tienen la propiedad de transmitir un elevado porcentaje de los rayos solares recibidos, provocando un calentamiento notable del terreno que cubren, - este efecto de invernadero produce la buena germinación de las semillas y a la vez favorece el crecimiento de los cultivos, dando lugar a la obtención de cosechas precoces.

Con este tipo de películas es con la cual se eleva más en proporción la temperatura máxima del día que la mínima.

b) Radiaciones visibles. La película transparente permite el paso del 80% de las radiaciones visibles, este factor, unido al aumento de temperatura que experimenta el suelo acolchado de lugar a que las malas hierbas se desarrollen de tal forma, que causan ciertos perjuicios a las plantas, ya que producen:

- 1) Pérdidas importantes de elementos fertilizantes en el suelo.
- 2) Pérdidas de reserva de agua en el terreno.
- 3) Deficiencias mecánicas, ya que levantan las películas y el viento puede moverlas y destruirlas.

Sin embargo, estas hierbas nocivas mueren por asfixia, debido a las altas temperaturas que se originan bajo los plásticos, o por el calor que reciben al estar en contacto con la superficie de la película.

1.2. Negro-opaco

a) Radiaciones caloríficas. La película negra opaca absorbe una gran parte del calor recibido y lo transmite por radiación hacia el suelo y la atmósfera; debido a este fenómeno, el suelo, durante el día, se calienta poco. El aumento de temperatura que

se origina sobre la superficie de la película puede causar problemas, como los que se muestran a continuación:

- 1) Riesgos de quemaduras a las plantas jóvenes que permanecen en contacto con la lámina de plástico, principalmente en verano.
- 2) Riesgos mecánicos. Las láminas de plástico se dilatan al calentarse durante las horas del día, y por la noche se contraen a consecuencia de que las temperaturas descienden. Estos fenómenos a los que diariamente están sometidas las láminas de plástico, terminan por acortar su vida, pudiendo rasgarse y causar daños a los cultivos como consecuencia de producirse aleteos sobre su superficie, ocasionados por el viento.

b) Radiaciones visibles. Debido a que estas películas no transmiten las radiaciones visibles comprendidas entre 0.30 y 0.80 micras de longitud de onda, no se realiza la fotosíntesis, en consecuencia, las malas hierbas no crecen dando lugar a que los cultivos se desarrollen satisfactoriamente al no privarles de reservas de agua en el suelo y de elementos fertilizantes. Esto conduce a un aumento de producción y a cierta precocidad en la recolección de frutos.

1.3. Películas gris-humo

Las características de estas láminas dan lugar a efectos intermedios.

a) Radiaciones caloríficas. La película gris-humo absorbe sobre su superficie las radiaciones en menor cuantía que el negro-opaco; debido a esto, no causa daños a los cultivos por quemaduras y permite calentar el suelo durante el día.

b) Radiaciones visibles. Este tipo de película transmite - aproximadamente el 35% de las radiaciones visibles recibidas, deteniendo considerablemente el crecimiento de las malas hierbas. La particularidad de la película gris-humo es la de permitir una acción secundaria de destrucción de malas hierbas al contacto de éstas con la película, ya que al calentarse por la absorción del calor solar, quema, por contacto, las plantas espontáneas que nacen bajo él.

2.- Efectos Nocturnos

2.1. Películas transparentes

Quando se habló de los efectos diurnos que se producen con este tipo de películas, se mencionó que permiten el paso del 80% de las radiaciones recibidas; debido a ello, el suelo se calienta de tal forma que da lugar a que se produzcan condensaciones en la cara interior del plástico como consecuencia de la evaporación constan-

te del suelo. Estas condensaciones, que actúan como pantalla de las radiaciones del suelo hacia la atmósfera, impiden que el mismo se enfríe rápidamente por la noche, contribuyendo a defender la planta contra las bajas temperaturas por las aportaciones de calor que éstas reciben del suelo.

Estos efectos producidos durante el día y la noche, contribuyen de una manera notoria a la obtención de cosechas precoces, limpias, sanas y más productivas que en los suelos desprovistos de láminas plásticas.

2.2. Películas negro-opaco

La película negro-opaco absorbe sobre su superficie gran parte del calor recibido que transmite por radiación hacia el suelo y la atmósfera. El calentamiento del suelo que cubre durante el día es, por lo tanto, menor que con la película transparente, lo que, unido a su poca permeabilidad a las radiaciones caloríficas, impide durante la noche la aportación de calor del suelo hacia las partes aéreas de las plantas. Esto da lugar a que exista cierto riesgo de helada para la planta en noches frías con cielo despejado, al no tener la defensa del calor emitida por el suelo.

No obstante, la película negro-opaco al actuar de una manera favorable sobre la estructura del suelo produce mayores rendi-

mientos que en suelos no protegidos, con una ligera precocidad sobre los mismos.

2.3. Películas gris-humo

Como se mencionó antes, la película gris-humo es poco permeable a las radiaciones lumínicas, sin embargo, lo es bastante a las radiaciones caloríficas. El comportamiento nocturno de estas láminas es muy similar al transparente, aunque menos acentuado que en éste. Así pues, durante la noche, las plantas reciben mayor aportación calorífica del suelo que aquellas que se cultivan en parcelas acolchadas con película negro-opaco.

Duración de las Películas de Plástico

La duración o envejecimiento de las láminas o películas de plástico está en función de los siguientes factores:

- a) La calidad de las películas
- b) Condiciones climatológicas de la zona a proteger
- c) Latitud de la zona de cultivo
- d) Estación del año, ya que en primavera-verano los rayos ultravioleta degradan más fácilmente las películas que en las otras estaciones.
- e) Pigmentación de las láminas

- f) Incorporación de inhibidores de ultravioleta en las películas transparentes
- g) Cuidados que se tengan con las láminas o películas
- h) Tipos de material empleados

Como es de esperarse, cuanto mayores sean los espesores de estas láminas, mayor será su duración. Por lo general, las películas transparentes sin tratar con inhibidores ultravioleta tienen una duración inferior a un año, pero como su utilización sólo es para cultivos estacionales, cumplen el objetivo propuesto.

Las películas gris-humo y negro-opaco debido a su pigmentación - negro de humo, que inhibe la acción de los rayos ultravioleta, causantes de su envejecimiento, tienen mayor duración que las películas transparentes, lo que permite su utilización para cultivos que han de permanecer sobre el terreno de uno a tres años.

Tipo de Película a Utilizar según las Necesidades

En términos generales, las películas de negro-opaco, transparente y gris-humo, producen efectos benéficos en los cultivos; ahora bien, el comportamiento de los mismos es diferente, pues lo que en uno es ventaja, en el otro puede ser inconveniente; tal es el caso de la película negro-opaco que no deja crecer las malas hierbas, mientras que el transparente favorece el crecimiento de éstas.

Para la elección de un determinado tipo de película es preciso detallar antes cual de las dos propiedades, precocidad o rendimiento tiene mayor importancia, dado que con la película negro-opaco se consiguen mayores rendimientos que con el transparente; sin embargo, éste último produce una mayor precocidad.

La climatología de la zona es un factor importante en la elección de la película, ya que como se ha visto al hablar del comportamiento espectrométrico de estas láminas, las de color transparente favorecen las aportaciones caloríficas del suelo hacia la parte aérea de la planta, defendiéndola de las bajas temperaturas nocturnas. La película negro-opaco priva a las plantas de estas calorías, con lo cual se hallan más expuestas a las heladas.

La eliminación de las malas hierbas ofrece un serio problema para los agricultores, ya que a veces no pueden disponer de la mano de obra suficiente para eliminarlas. La película negro-opaco resuelve este problema, ya que no permite que las mismas crezcan; sin embargo, la película transparente acentúa este crecimiento, por lo que es conveniente su aplicación en suelos tratados con herbicidas de preemergencia.

La película gris-humo, con una concentración de 0.25% de negro de humo, ofrece una ventaja intermedia entre las producidas por el negro-opaco y el transparente. Impide el crecimiento de malas hierbas, favorece las aportaciones caloríficas del suelo hacia la planta por la noche y da -

cierta precocidad a los cultivos, aumentando sus rendimientos.

La técnica de cultivo es otra variable que influye en la elección de la película, ya que a veces el nacimiento de las plantas, en el caso del melón por ejemplo, se efectúa por debajo del plástico, con el fin de acelerar su crecimiento.

En resumen, deberán utilizarse las películas en los casos expuestos como se muestra a continuación:

a) Película transparente

Se utiliza en cultivos estacionales, en terrenos limpios de malas hierbas o tratados con herbicidas.

Se emplea en zonas frías con riesgos de heladas y cuando se busque la precocidad de cultivos que el aumento de rendimiento.

b) Película negro-opaco

Se utiliza en cultivos de uno a tres años, en terrenos infectados de malas hierbas.

Se emplea en zonas cálidas sin riesgo de heladas y cuando se busque un aumento de rendimiento que la precocidad de cultivos.

c) Película gris-humo

Se utiliza en cultivos de dos años o en cultivos estacionales, en terrenos no muy infectados de malas hierbas.

Se emplean en zonas frías y cálidas, pero sin riesgo de fuertes heladas y cuando se busquen aumentos de rendimiento y precocidad en los cultivos.

Medidas y Espesores de las Películas para Acolchamiento

Las películas de plástico transparente, gris-humo y negro-opaco se fabrican en forma de rollos de anchura, longitud y espesor variables.

La anchura a elegir es la que convenga mejor al cultivo y a las costumbres de la región. Se debe tomar en cuenta que el espesor de estas películas tiene una influencia notoria sobre la transmisión de las radiaciones y el efecto de "abrigo" será mayor cuanto mayores sean sus espesores.

Teniendo en cuenta que para el anclaje de la película al suelo hay que enterrar unos 10 centímetros de los bordes de éste, la anchura total necesaria será la de la anchura que se va a cubrir aumentada en 20 centímetros.

Para el acolchamiento de suelos se emplean en cada región anchuras variables siendo éstas normalmente distintas para cada cultivo; las anchuras se comprenden entre 0.75 y 1.50 metros.

Los espesores adecuados para los diversos tipos de cultivos son:

- a) Cultivos estacionales. Con un año de uso, se emplea película transparente o película gris-humo de 0.0375-0.050 milímetros.
- b) Cultivos de uno a tres años, empleando película negro-opaco de 0.050-0.0625 milímetros de espesor.

Colocación de las Películas sobre el Terreno

La colocación de las películas sobre el terreno debe realizarse antes de efectuar el trasplante o la siembra y en cualquier época del año. - Existen algunas excepciones, como en el caso de la fresa, que dependiendo de la variedad cultivada y época de su plantación requiere un acolchamiento anterior o posterior a la misma.

Es conveniente que el suelo antes de ser cubierto esté caliente y provisto de agua.

El terreno se prepara dando las labores profundas y superficiales que precise el cultivo. El abonado del terreno se hará de acuerdo con el o los cultivos que se vayan a efectuar en el mismo. En el caso en que una misma película se utilice para dos cultivos sucesivos, sin ser levantado, conviene forzar el abonado para cubrir las necesidades del segundo cultivo. Una solución menos correcta será la aportación de abonos a través de los agujeros que se efectuaron en la lámina para la plantación del primer

cultivo.

La colocación de las películas sobre el terreno puede realizarse de las dos formas siguientes:

- a) Colocación manual.- Debido a la laboriosidad de esta operación, la colocación manual de las películas sólo se realiza para cubrir pequeñas parcelas, o en aquellos otros casos en que no es posible efectuarlo mecánicamente, tales como laderas, superficies con árboles, etc.
- b) Colocación mecánica.- El acolchamiento de suelos en parcelas de grandes superficies debe efectuarse mecánicamente, por resultar más económico. El acoplamiento de estas láminas al suelo se realiza merced a un apero adosado a los tres puntos del elevador del tractor, que realiza a la vez la colocación y sujección de la película al terreno.

Plantación de Cultivos Herbáceos

Para efectuar la siembra o plantación de cultivos hortícolas sobre la película de plástico, antes es preciso realizar en ella unas perforaciones a través de las cuales se puedan enterrar las semillas o raíces de la planta transplantada.

Las perforaciones se efectúan de acuerdo con el marco de plantación que requiere el cultivo, de tal forma que sobre cada película puedan ir una o dos filas de plantas.

Las perforaciones deberán realizarse con objetos cortantes de sección circular y nunca en forma de cruz o hendidura, que ofrecen secciones débiles, fáciles de desagarrarse por el viento.

Una vez efectuada la siembra o plantación, cada uno de los agujeros practicados en la película se cubrirán con tierra, de forma que a través no pueda penetrar el viento, que podría levantar el plástico. Si esto sucede - puede causar daños a la película y a las plantas.

Acolchamiento de Suelos para Arboles Frutales

Para esta aplicación, puede utilizarse cualquiera de los tres tipos de películas definidas anteriormente; pero es más aconsejable utilizar - filmes negros, que impiden el crecimiento de las malas hierbas y tienen una mayor duración debido a su pigmentación negra.

Esta propiedad de impedir el crecimiento de malas hierbas, junto a la de conservar la humedad del suelo, dan como resultado una mayor - producción de cosechas y un ahorro considerable de mano de obra por reducirse los riegos.

Conviene practicar sobre la película pequeñas perforaciones para evitar que el agua de lluvia se acumule sobre su superficie, pasando ésta al suelo para que pueda ser aprovechada por el árbol.

Las reglas generales que deben respetarse para el acolchamiento de diversos cultivos, son las siguientes:

- 1) Antes de decidirse por un tipo de película, es fundamental conocer su comportamiento y si las ventajas que el mismo proporciona son las deseadas.
- 2) Se deben tomar ciertas precauciones a la hora de colocar las películas, tales como: evitar su colocación en días calurosos y con mucho viento, no ponerlo demasiado tirante ni pisarlo.
- 3) El agujero que se practica en la película para efectuar la siembra deberá ser circular. Se realizará fácilmente con un utensilio caliente para que los bordes de la película queden soldados. Existen perforadores térmicos que se utilizan para efectuar estas perforaciones.
- 4) Los bordes laterales de la película no se deben enterrar muy -- profundos, para facilitar la filtración del agua hacia las raíces cuando se efectúe el riego.
- 5) Las perforaciones en la película se realizarán a unos 5 - 10 centímetros del borde de la parte enterrada de éste.

CONCLUSIONES

Después de lo anteriormente expuesto, se observa que el acolchamiento de suelos con películas de plástico dan lugar a factores muy importantes que escasean hoy día en agricultura, como el ahorro de agua y la mano de obra.

II.6. SEMILLEROS PROTEGIDOS CON MATERIALES PLASTICOS

Los semilleros es una práctica de cultivo que, desde hace años, los agricultores vienen realizando con el fin de conseguir la nacencia y desarrollo de las plantas en un medio ambiente más o menos controlado y en épocas no factibles de realizarse en condiciones naturales (a pleno campo).

Antiguamente para la cobertura y protección de los mismo contra los fríos y vientos dominantes se empleaban barreras construídas a base de materiales diversos: cañas, juncos, carrizos, maderas, paja, etc. El vidrio ha sido un elemento utilizado en la construcción de semilleros, aunque en menor proporción que los anteriores materiales, por precisar de estructuras pesadas y costosas, confeccionadas generalmente con perfiles metálicos. Con la aparición de los plásticos, todos los anteriores materiales han ido en decadencia para dar paso a los construídos con lámina de PE, PVC o poliéster. En España cada día van siendo más numerosos los semilleros construídos con lámina de polietileno; su eficacia es bien elocuente si observamos que incluso los agricultores más tradicionalistas van desterrando sus viejas costumbres y protegen sus semilleros con láminas de plástico.

Los semilleros son generalmente parcelas reducidas de cultivo que el agricultor construye al amparo de los vientos fríos, valiéndose de elementos naturales de protección (ribazos, edificios, etc.) o artificiales -

(cañizos, setos, túneles de plástico, etc.) creados a propósito por él. La preparación requiere gran esmero y normalmente el agricultor les presta gran atención para asegurar la buena germinación de las semillas y su desarrollo hasta que llegue la época del trasplante sobre el terreno de asiento.

La obtención en semilleros especialmente de las variedades hortícolas que se van a cultivar en invernaderos, trae consigo una serie de ventajas que se expresan a continuación:

- 1.- Se puede efectuar la siembra sin haberse preparado el terreno de asiento.
- 2.- La planta germina y se desarrolla en un medio adecuado a sus necesidades (temperatura y humedad).
- 3.- Puede controlarse su crecimiento
- 4.- El riego se efectúa más fácilmente de acuerdo con sus exigencias.
- 5.- Las pérdidas por plagas y enfermedades son menos frecuentes.
- 6.- Para la reposición de -fallos- sobre el terreno de asiento, disponer de plantas de igual desarrollo.
- 7.- Mayor rentabilidad del terreno de asiento al permitir su explotación mediante otro cultivo, al tiempo que las primeras fases del crecimiento del nuevo cultivo que le sustituirá se desarrolla en el semillero.

8.- Mayor precocidad de frutos al permitir al semillero el desarrollo de las plantas, pues de efectuarse sobre el terreno de asiento se tendría que realizar en épocas más tardías, libres de heladas.

Condiciones Esenciales para la Construcción de Semilleros

Como la finalidad de los semilleros es la de proporcionar al agricultor plantas robustas, sanas y de gran calidad, es preciso prestarle las mayores atenciones tanto a la hora de construirlo como a lo largo del tiempo que las plantas permanecen en él. Téngase en cuenta que la germinación de las semillas se va a realizar en épocas adversas, en que las temperaturas son bajas y que las plantas al comienzo de su desarrollo vegetativo -- presentan tejidos tiernos, y muy sensibles a los cambios bruscos no sólo de temperatura, sino del grado de humedad, etc. Así pues, antes de instalar un semillero hay que tener presente los siguientes factores:

- A).- Vientos dominantes
- B).- Orientación
- C).- Agentes dañinos
- D).- Riegos
- E).- Vigilancia

A).- Vientos dominantes

En general, dado que la época en que se construyen los semilleros suele ser fría, e incluso en ciertas regiones son de temer algunas heladas, es muy conveniente construir los semilleros al abrigo de los vientos dominantes, que, a la vez de ser extremadamente fríos y perjudiciales para las plantas, pueden tumbar los tallos de las plantitas y troncharlas y, a veces, dismantelar las instalaciones.

B).- Orientación

Para la instalación de un semillero hay que tener en cuenta la época de su construcción, ya que según se trate de épocas calurosas o frías, su orientación variará. En el primer caso, es decir, en épocas de mucho calor o comarcas calurosas, la orientación del semillero se realizará hacia el Este o Suroeste, consiguiéndose de esta forma dotar al semillero de la máxima iluminación sin que le afecte el fuerte sol del mediodía. Cuando se trate de construir semilleros en épocas frías, deberá orientarse al mediodía; de esta forma las plantas no sólo recibirán la máxima iluminación, sino también recibirán el máximo calor.

C).- Agentes dañinos

Numerosos son los agentes que pueden causar grandes daños a los semilleros. Normalmente, los pájaros, aves de corral, gatos, perros, - etc., causan graves desperfectos en los citados semilleros, tronchando --

los tallos jóvenes de las plantas, rompiendo las cubiertas de los mismos, e incluso dejando al descubierto las semillas sembradas superficialmente.

Los semilleros construidos próximos a los matorrales, cultivos ya envejecidos, cortavientos artificiales realizados a base de cañas, carrizos, etc., están sometidos a continuos peligros por ser focos de transmisión de enfermedades y plagas, donde incuban gran número de insectos.

La proximidad de carreteras y caminos crea un ambiente pulverulento, cuyas partículas de polvo se depositan no sólo sobre las cubiertas protectoras del semillero restando la luminosidad, sino también sobre las plantas. Por lo tanto, para instalar los semilleros se deben elegir emplazamientos que, de ser posible, estén protegidos contra los agentes dañinos anteriormente citados.

D).- Riego

Es fundamental poder disponer de agua suficiente para regar los semilleros. No es que las plantas requieran grandes cantidades de agua, sino que los riegos han de ser frecuentes. Generalmente, próximo al semillero el agricultor dispone de un pequeño estanque en el cual se almacena agua limpia para que se caliente a lo largo de las horas cálidas del día; de esta forma, al regar el semillero con esta agua templada, el suelo no pierde calorías.

El riego debe efectuarse con regadera de boquilla fina para no apelmazar la tierra, ni descubrir las semillas.

E).- Vigilancia

El éxito de un semillero depende fundamentalmente de la vigilancia que se le dé. Con frecuencia es preciso controlar si el grado de humedad y temperatura es el más adecuado para las plantas.

Hay que efectuar oportunas ventilaciones para conseguir que el desarrollo de estas no sea excesivamente acelerado, originando plantas débiles, enfermizas y poco resistentes. Una controlada y oportuna ventilación del semillero dará lugar al crecimiento lento, pero normal de las plantas, con formación de tejidos duros y resistentes, que las hacen estar en condiciones idóneas para ser transplantadas y aclimatarse prontamente al medio ambiente exterior.

Por todo lo expuesto anteriormente, es fundamental que los semilleros se instalen en lugares no lejanos a los centros rurales para que el agricultor pueda vigilarlos dos o tres veces al día.

Datos importantes para la construcción de semilleros.- Para la construcción de un semillero es conveniente tomar en cuenta los siguientes puntos:

- 1.- Superficie del semillero
- 2.- Dimensiones del semillero

3.- Tierra de cultivo. Componentes que la forman

4.- Desinfección de las tierras que formarán la cama del
semillero

Numerosas son las construcciones ideadas por los agricultores para proteger sus semilleros de las inclemencias del tiempo. Con la aparición de los plásticos, muchas de éstas han ido desapareciendo para dar paso a otras instalaciones modernas realizadas a base de materiales plásticos como el polietileno, PVC, poliéster, polimetacrilato, etc.

Algunos semilleros conservan aún sus estructuras primitivas, pero los elementos utilizados para su protección, tales como: cañas, maderas, pajas de arroz, etc., han sido sustituidos por los anteriores materiales, que son flexibles, ligeros, transparentes y protegen adecuadamente a las plantas.

También los sistemas de siembra, en cuanto se refieren a la creación o disposición del medio para efectuarlas han evolucionado con la aparición de estos materiales plásticos. Este es el caso hoy día del uso de tios (flexibles y semirrígidos) y de cajas o bandejas de plástico en explotaciones agrícolas donde se cultivan hortalizas bajo invernadero.

Así pues, en orden a estas dos variantes como lo son instalación y medios se puede establecer la siguiente clasificación:

TIPOS DE SEMILLEROS	1.- Con relación al medio	Eras	Enterradas Semienterradas Mesetas
		Tiestos	Flexibles Semirrígidos
		Túneles	Circulares Pentaédricos
	2.- Con relación a su sistema de protección	Cajoneras	Simples Dobles
		Pequeños cobertizos	

Tipos de Semilleros con relación al Medio

En el cuadro anterior, se establecen tres tipos o sistemas de semilleros (Eras, Tiestos, Bandejas), teniendo en cuenta la creación o disposición del medio (cama del semillero), donde se efectuará la siembra. Los semilleros formados de eras, están más generalizados que los otros dos sistemas, utilizándose principalmente estos dos últimos para la obtención de plantas con destinos a cultivos en invernadero.

Existen diversos tipos de eras en cuanto a su sección transversal - se refiere como la rectangular, la trapexoidal, etc.; presentando distintas formas en orden a la altura que presenta la superficie de la siembra en relación al nivel normal del suelo.

Hoy en día el sistema de semillero más empleado para las plantas que han de cultivarse en invernadero, es el de macetas o tiestos (práctica muy generalizada en las Islas Canarias). Los dos tipos de maceta más usados son el Jiffy-pot y las de plástico flexible. Estas últimas presentan algunas ventajas en relación a las anteriores; son más económicas y pueden ser utilizadas en varias campañas.

Generalmente las macetas de plástico están confeccionadas con lámina tubular de polietileno de color negro, la cual lleva un pliegue soldado térmicamente en uno de sus extremos para formar la base de la maceta. Asimismo, en dicho lugar van dos o más orificios para facilitar el desagüe, en caso de encharcamiento de la maceta.

Las macetas de plástico además de las ventajas mencionadas anteriormente presentan otras de gran interés. El traslado de las plantas desde el semillero al terreno de asiento, puede efectuarse con gran comodidad al desplazarlas en las propias macetas, y la segunda ventaja consiste en que puede hacerse el trasplante con el cepellón o tierra que tenían las plantas en las macetas; de esta forma se asegura su enraizamiento o arraigue. Lo mismo podría decirse en el caso de utilizarse macetas semirrígidas fabricadas con polietileno, poliestileno o cualquier tipo de plástico similar, presentando quizá la ventaja, en relación a las anteriores, que son más fáciles de manejar, pero también su costo resulta algo más elevado.

Una vez que se han utilizado las macetas plásticas deberán lavarse adecuadamente y guardarlas en lugares protegidos; así pueden tener una gran duración y servir para varias campañas.

Las cajas o bandejas de plástico, poliestireno, polietileno, etc., utilizadas en semilleros como medio para efectuar la siembra, están desplazando poco a poco a las confeccionadas en madera, por tener una duración mayor que éstas, ya que la humedad no las perjudica y, por tanto, no se pudren.

Las dimensiones de estas cajas o bandejas varían de unas a otras, pero en general tienen unas medidas adecuadas, que no impiden puedan ser transportadas por un hombre de un lugar a otro. Su altura suele oscilar entre los 10-12 cms., con lo cual la planta alcanza un desarrollo radicular adecuado para su trasplante. El fondo de las mismas llevan una serie de ranuras u orificios para favorecer el drenaje de la tierra en caso de que se encharque al efectuar los riegos. Las principales ventajas consisten en -- que estas cajas son fáciles de manejar y transportar de un lugar a otro, -- con lo cual las plantas pasan directamente de las cajas al terreno de asiento. Se producen escasas pérdidas de plantas, ya que no sufren desecación sus bordes, como ocurre en los semilleros construidos sobre el suelo en áreas.

Las cajas o bandejas para semillar se utilizan con frecuencia en invernaderos destinados a semilleros, trasplantándose posteriormente las --

plantas a otros invernaderos de la misma explotación.

Tipos de Semilleros en Relación con su Sistema de Protección

Los semilleros protegidos o construidos con materiales plásticos - pueden clasificarse en cuatro grupos diferentes:

- 1.- Pequeños cobertizos
- 2.- Cajoneras
- 3.- Túneles
- 4.- Invernaderos

1.- Pequeños cobertizos.- El tipo de semillero que corresponde a este grupo es el de uso más frecuente en la región levantina.

La construcción de estos cobertizos es sencilla, pero requieren mucha mano de obra. Dentro de la parcela donde se va a instalar el semillero se elegirá la parte mejor orientada al mediodía. En dirección Este-Oeste, se dispone sobre el terreno y en sentido vertical (clavados) o ligeramente inclinados hacia el Norte una serie de rollizos o palos de pino o similar de unos dos metros de altura y distanciados de 2 a 2.5 metros; sobre ellos, y en su extremidad, se clavan otros palos o listones que servirán de punto de apoyo a la empalizada que cubre el lado norte del semillero. La empalizada está formada por un entramado realizado a base de cañas, sobre el cual descansa la lámina de polietileno o de policloruro de vinilo, siendo cubierta a su vez ésta por una capa de paja de arroz. La película de plástico -

que impermeabiliza la empalizada, a pesar de ir cubierto por la capa de paja de arroz, es conveniente sea de color negro, pues así puede durar para varias campañas sin que se degraden por los rayos ultravioletas. Cada vez se utilizan más en esta región la película de plástico para la protección de estos cobertizos, debido a la escasez y elevados precios de las cañas, e incluso se prescinde de recubrirlas con la capa de paja de arroz para reducir mano de obra.

En general este tipo de semillero se ve desplazado de día en día por los semilleros en forma de túneles.

2.- Cajoneras.- La palabra en sí define la forma de estos semilleros contruidos en forma de sección rectangular, cuyas medidas varían según las costumbres de las regiones. Su anchura suele estar comprendida entre 1 y 1.50 m. y el largo varía de acuerdo con las necesidades en plantas que tenga el agricultor. La parte delantera de las cajoneras tienen una altura de unos 15 cm. menos que la posterior, con el fin de que el bastidor que cubre el semillero tenga una pendiente aproximada del 10%. Esta pendiente impedirá, no sólo que las aguas de lluvia formen bolsas sobre la película de plástico que cubre el semillero, sino que también facilita la penetración en el semillero de los rayos solares de gran interés para las plantas. Las cajoneras se construyen más o menos enterradas, pero siempre sobresaliendo una cierta altura del suelo para que las aguas de lluvia que

discurren por el mismo no penetren en el semillero. Esta cajonera suele realizarse de ladrillo o de madera.

Para la cobertura de los semilleros se emplean bastidores con unos marcos confeccionados en madera o hierro (perfiles angulares) cruzados por unos travesaños para que el plástico se apoye sobre los mismos y no forme bolsas cuando llueve. Otras veces los bastidores llevan una tela metálica poco tupida en sustitución de los travesaños. Uno u otro caso pueden servir para formar la cubierta del semillero, pero en definitiva hay que procurar que los materiales con que se confeccionan éstas ya sea hierro, madera, te las metálicas o plásticos no quiten luminosidad al semillero ni impidan la penetración de los rayos solares.

Los materiales plásticos más utilizados para la cobertura de cajoneras son el policloruro de vinilo y el polietileno, que son flexibles, ligeros y fáciles de sujetar a los bastidores mediante listoncillos de madera clava dos a éstos. Otros materiales plásticos rígidos, pueden servir como cubier tas para estas cajoneras, pero su utilización es menos frecuente debido qui zá a que tienen precios más elevados que los anteriores. En regiones frías puede ser interesante cubrir los bastidores con una doble película de plástico con una separación entre ambas de 1 ó 2 cm. El efecto de abrigo o cie rre será mayor que si se utiliza una sola película, aunque sea de mayor grosor.

Con el fin de facilitar la operación de ventilación de estos semilleros, los bastidores van provistos normalmente de unas bisagras, las cua-

les se sujetan al murete norte de la cajonera; de esta manera el bastidor puede cerrarse o abrirse a la altura que se desee de acuerdo con la intensidad de ventilación que precisen las plantas.

3.- Túneles.- La cobertura de semilleros con túneles de plástico es una práctica que día a día va teniendo más aceptación entre los agricultores por la sencillez de su montaje y por los favorables resultados obtenidos.

Generalmente los túneles de sección circular son los más utilizados por los agricultores, pues requieren menos mano de obra que los pentaédricos y son más sencillos de instalar.

Los túneles han de instalarse en las partes más soleadas de las parcelas y a su vez, en las más protegidas de los vientos fríos dominantes. Se orientarán en la dirección este-oeste, con lo cual recibirán las plantas la mayor luminosidad posible a lo largo del día. En zonas calurosas o en épocas de mucho calor, los túneles deberán orientarse hacia el este o suroeste, con ello se consigue que los fuertes calores del mediodía no perjudiquen al semillero, beneficiándose a su vez de una gran iluminación.

El grosor de la película de plástico que cubre los túneles varía según las regiones entre 200 y 600 galgas.

En el capítulo de que trata el aspecto de Túneles, se abordan varios puntos importantes; que no dejan lugar a duda de la ayuda tan grande que obtiene el agricultor por medio del uso adecuado de los túneles de plástico.

4.- Invernaderos.- Los invernaderos también son de gran utilidad y han venido a resolver muchos problemas a los agricultores. En Francia, Italia, Alemania e Israel son los países en los cuales se encuentra mayor cantidad de éstos. Los invernaderos suelen construirse de acuerdo a las necesidades que se tengan.

Generalmente las explotaciones agrícolas que cuentan con grandes invernaderos destinados a la producción de hortalizas o a la floricultura, disponen de otros pequeños para la obtención de plantas. Estos invernaderos - suelen construirse en pequeñas dimensiones de acuerdo con las necesidades en plantas que tenga el agricultor. La forma tipo capilla es la más generalizada por ser la más sencilla de instalar, pero también se construyen otros tipos de invernaderos con techumbres planas (a una vertiente) y circulares. Los semilleros instalados en invernaderos gozan de más ventajas que en todos los sistemas de protección anteriormente descritos.

Las prácticas culturales como son el riego, aclareos, escardas, etc. se realizan con gran facilidad sin que a la planta le afecte el cambio de temperatura, ya que el agricultor puede moverse libremente en su interior a puerta cerrada, pudiéndolas realizar a cualquier hora del día. Sin embargo, en las cajoneras, túneles o pequeños cobertizos, cuando se realizan estas prácticas culturales, hay que descubrir los semilleros, originándose un descenso de temperatura en su interior.

En el orden económico, los invernaderos son más caros que los an-

teriores sistemas de protección, pero su amortización a largo plazo resulta más rentable por ofrecer mayores garantías de éxito.

II. 7. SACOS DE GRAN CAPACIDAD PARA USOS AGRICOLAS

Actualmente es ya un hecho que los sacos de gran capacidad fabricados a base de materiales plásticos, sustituyen en un gran porcentaje a los materiales tradicionales tales como yute y papel.

Esta sustitución es debida a dos factores de gran importancia: precio y propiedades.

1.- Precio

La automatización, cada día mayor de la industria petroquímica, - conduce a una lenta pero constante reducción de los precios de las materias primas, poniendo además a la disposición de los fabricantes unos materiales cada vez más adecuados a los objetivos a que se destinan. En el caso de las fibras vegetales el precio de éstas sufre oscilaciones como consecuencia de condiciones climatológicas adversas o aumento en costo de mano de obra.

En la actualidad los materiales plásticos pueden competir en precio, en muchas ocasiones con materiales tradicionales; pero sí además se tiene en cuenta la ventaja que presentan, la comparación resulta mucho más ventajosa.

2.- Propiedades

Son varios los materiales plásticos que se vienen empleando en la fabricación de sacos. Todos ellos tienen características que les son comu-

nes.

El PE de baja densidad y el PVC flexible (plastificado) se aplican en la fabricación de sacos de una lámina continua, cuyos espesores generalmente oscilan entre 0.15 - 0.20 mm., según sea el tipo de aplicación.

El PE de alta densidad y el PP se usan en la fabricación de sacos de rafia.

Son características generales de los sacos de plástico las siguientes:

Elevada tenacidad; gran resistencia a los agentes químicos; absorción de agua prácticamente nula; no se pudren; atrayente presentación, ya que pueden obtenerse en los más variados colores e imprimirse con facilidad a varias tintas; gran facilidad de lavado, con lo cual pueden reutilizarse varias veces; posibilidad de inspeccionar el contenido sin necesidad de abrir el saco, ya que pueden ser transparentes y, en el caso de sacos de rafia, es posible obtener muestras a través del tejido, ya que al retirar la sonda, la estructura del mismo tiende a cerrarse automáticamente.

A pesar de estas propiedades comunes que a veces hacen difícil la elección de un material u otro, es una realidad que cada uno de ellos posee características propias que merecen ser tomadas en cuenta.

Sacos a base de láminas continuas

Uno de los motivos más fuertes para emplear sacos de lámina de plástico continua, es la gran protección contra el agua y la humedad.

Es fácil deducir que en el caso del envasado de materiales higroscópicos, la protección de un saco de plástico, es la más adecuada.

Estos sacos, introducidos en el agua, permanecen impermeables.

En el caso de alimentos para el ganado, la protección es excelente; en ciertos casos en que es necesario permitir la respiración de los productos envasados, es posible la utilización de sacos perforados con orificios muy pequeños, con objeto de que la posible humidificación no afecte al material envasado.

En definitiva, uno de los motivos que más influyen en la utilización de plásticos de lámina continua, radica en el hecho de que es posible apilarlo a la intemperie, sin protección, durante períodos de tiempo bastante largos.

Otra característica interesante de los sacos de plástico es su poco peso; si bien el peso de cualquier saco es pequeño cuando se compara con el material envasado, es un hecho que los sacos de plástico pesan casi la cuarta parte que los de papel, lo cual supone una gran ventaja a la hora de manipular y transportar sacos vacíos.

Sacos a base de lámina continua de PE

El PE es un material muy inerte químicamente, por lo que no es atacado por ningún producto químico de los que se suelen envasar.

La resistencia mecánica, tracción, impacto y rasgado son suficientes para que el índice de roturas en sacos de fertilizantes, de 50 Kg. esté por debajo del 1%.

Naturalmente, y para lograr las propiedades máximas, es preciso emplear el tipo de PE más adecuado. Su densidad no debe ser mayor a 0,925 y su índice de fluidez inferior a 1; es decir, su peso molecular debe de ser alto.

Por otro lado, los sacos no deben de presentar fragilidad en el sentido transversal, así como tampoco una tendencia a desgarrarse por los pliegues laterales; por lo tanto, es preciso que la lámina tenga un mínimo de orientación en el sentido longitudinal; es decir, la resistencia a la tracción debe de dar lugar a valores lo más cercanos posibles en el sentido longitudinal y transversal. (unos 200 Kg./cm²).

La buena resistencia de las soldaduras es fundamental, y sólo podrán obtenerse con materiales vírgenes y con láminas de espesor uniforme.

En lo que a temperatura de utilización se refiere el PE permanece flexible entre -15 y 30°C, con buena resistencia mecánica.

El saco de PE encuentra su mayor aplicación en el envasado de fertilizantes inorgánicos. Al ser impermeables el agricultor los puede dejar apilados al aire libre.

Puede envasarse cualquier tipo de fertilizante, por corrosivo que sea, incluyendo los orgánicos que atacan fácilmente el yute y el papel.

Los cereales para siembra pueden conservarse en sacos de PE siempre y cuando el contenido de humedad sea inferior al 14%. Los granos con un contenido de humedad hasta 28% pueden colocarse dentro de sacos, si -

éstos van herméticamente cerrados; con ello se evitan los gastos de secado.

Aunque al principio se produzca una cierta fermentación, transformándose el oxígeno del interior en CO_2 , la falta posterior del primero evita o reduce después la degradación del grano.

El grano conservado de esta forma, apenas pierde su valor alimenticio; y bien triturado resulta un alimento mejor que el grano seco y duro, y los animales lo comen muy bien. Como medida de precaución, es conveniente almacenar los sacos en lugares frescos; un calor excesivo provoca que se generen hongos. Una vez abierto un saco, conviene consumir su contenido en un período no mayor de tres días para evitar la acción prolongada del oxígeno.

Sacos de plástico con láminas de PVC flexible

Todo lo dicho anteriormente con respecto al PE puede aplicarse en general al PVC.

Sin embargo, no hay que perder de vista ciertas particularidades - que dependen fundamentalmente de los productos a partir de los cuales se fabrican los sacos de PVC.

Así como el PE es un material flexible de por sí, cuando se encuentra como película, el PVC en igualdad de condiciones es más o menos rígido, por ello es necesario añadirle plastificantes que comunican la flexibilidad necesaria. Se trata pues, de un material más heterogéneo, sin que por

eso signifique que se halle en inferioridad de condiciones con respecto al - PE; sus propiedades mecánicas y de permeabilidad al vapor de agua, son similares cuando no superiores.

Sacos de rafia de materiales plásticos

La fabricación de sacos a partir de rafia sintética exige solamente 1/5 parte de mano de obra con respecto a la empleada para la fabricación de igual número de sacos de yute.

En la tabla XXXI se muestran las características de la fibra vegetal y de la fibra sintética.

TABLA XXXI

	Fibra natural	Fibra de Polipropileno
Densidad, gr./cm ³	1,45	0,80 - 0,91
Alargamiento %	3,5-5,0	17-21
Absorción de humedad %	12	0
Tenacidad, gr./denier	1,2-1,3	4,74 - 4,5

Se observa pues que la rafia sintética tiene un peso 1,64 veces menor que la fibra de yute, y una tenacidad 3,85 veces mayor.

La fabricación de un saco de rafia se estudia en función del empleo final. Y, así, un saco destinado a contener cebollas o papas, será muy di-

ferente al destinado para contener arroz, cereales o fertilizantes.

Los elementos a tomar en cuenta son: peso específico de la sustancia a envasar, su granulometría así como la respiración del producto. El análisis de estos factores permitirá determinar el tipo de rafia a utilizar (gr./denier) y la forma de fabricar el saco (número de hilos en trama y urdimbre).

Las principales aplicaciones que tienen son para alimentos (granos, arroz, cebollas, papas, etc.,) y para fertilizantes y productos químicos inorgánicos.

II.8. ENSILADO DE FORRAJES CON MATERIALES PLASTICOS

Una de las constantes preocupaciones de los ganaderos, es la conser
vación de los alimentos para el ganado. La producción de forrajes no es uni
forme a lo largo del año, existiendo estaciones en que los pastos y cultivos
forrajeros son abundantes por permitir las condiciones climatológicas el
buen desarrollo vegetativo de las plantas. Sin embargo, durante el inviern
o escasean y el ganado se ve privado de recibir forrajes, tan necesarios
para la economía de una explotación ganadera.

Es preciso, por tanto, almacenar y conservar este exceso de produc
ción que durante las estaciones de primavera y otoño se origina en algunas
explotaciones, y dárselo al ganado en las épocas en que los forrajes esca
sean. Una explotación ganadera bien concebida, necesita disponer a lo lar
go del año de alimentos frescos, por ser éste un factor importante en la -
técnica de la producción, de gran influencia sobre la cantidad y calidad de
los productos con ellos obtenidos.

Fundamentos técnicos del ensilado

El ensilado consiste en la conservación de forrajes verdes, detenien
do su secado, protegiéndolos de la acción del agua y el aire, y haciendo nacer

un factor conservador: la fermentación láctica. Es necesario conservar los forrajes con su mayor poder alimenticio, de forma que al ser consumidos -- por el ganado, las pérdidas sean mínimas. Es frecuente comprobar que en algunos silos se producen pérdidas que a veces llegan hasta el 40 ó 50%, por presentar síntomas de putrefacción, y el resto, que a la vista es aprovechable, no ha dado los rendimientos esperados como consecuencia de su bajo -- poder nutritivo. Existen determinados procesos biológicos a lo largo del en silado de los forrajes que causan la buena conservación de los mismos, y que, según el tipo de silo elegido y la técnica seguida, darán lugar a pérdidas alimenticias de mayor o menor cuantía.

Dado que en la práctica se tienen conocimientos muy vagos sobre estos procesos biológicos, es conveniente hacer referencia a los mismos, para ver la importancia que tiene la utilización del plástico, bien sea en silos con vencionales, o en silos a vacío.

Los forrajes verdes, y en general todas las plantas, contienen gran cantidad de micro-organismos, entre los que se encuentran las bacterias -- acidolácticas, bacterias butíricas, levaduras, mohos y gérmenes de la putrefacción. De la actividad de los mismos depende el proceso de ensilado, y por tanto, su conservación.

Cuando se cortan los forrajes o hierbas, las células de las plantas siguen vivas y continúan respirando al recibir oxígeno del aire. En los tejidos, los azúcares se descomponen en CO_2 y agua, a la vez que se desprenen

de energía. Al introducir esta hierba en un silo donde se ha llevado una com presión mala, la respiración continúa como consecuencia del oxígeno existente entre la masa de forraje por lo que los azúcares continúan descomponiéndose, produciéndose más CO_2 , agua y energía calorífica, dando lugar a la pérdida de elementos nutritivos de gran valor. Los animales no pueden comer estos alimentos, en dichas condiciones es necesario, pues, eliminar el oxígeno ambiental, del que dependen los organismos responsables para el proceso calorífico.

Debido al aumento de temperatura y también a la disminución de los elementos de donde toman oxígeno, las células de la planta, terminan por morir, se rompen y dejan en libertad la savia, rica en azúcares que servirá de alimento a los micro-organismos presentes en el forraje desde el principio, produciendo ácidos orgánicos, llamados láctico, butírico y acético.

Si de nuevo penetrara aire del exterior, volvería a calentarse la masa de forraje, sobrepasando la temperatura óptima de $25\text{--}30^\circ\text{C}$ para que las bacterias acidolácticas actúen, dando lugar a que se desarrollen las bacterias butíricas.

Cuando la formación de ácido láctico es insuficiente, el pH no alcanza su valor óptimo (3, 5-4,2). Si a ello se une que la temperatura es superior a los $30\text{--}35^\circ\text{C}$ las bacterias butíricas pasan a ejercer su acción, poniendo en grave peligro la conservación del forraje. Estas bacterias, también desdoblán los azúcares, con lo cual el pH alcanza un valor superior a

5, se produce la muerte de las bacterias acidolácticas, ocasionándose gran fluidez de líquidos y la descomposición de las proteínas, dando lugar a la putrefacción.

El desarrollo de los fermentos destructivos o perjudiciales para el ensilado ocasiona los siguientes resultados:

Fermentación acética: causa una mala apetencia

Fermentación butírica: desprende un olor desagradable, a mantequilla rancia y a amoníaco

Fermentación putrefacta: causa al forraje olores nauseabundos

Observaciones para la buena conservación del ensilado

A la vista de la descripción de los procesos biológicos que se producen en el ensilado de forrajes, se deduce que existen otros factores importantes que hay que tener en cuenta a la hora de ensilar, si se quiere obtener óptimos resultados. Estos son:

Segar el forraje cuando el 10-30% de la cosecha esté en floración

Ensilar forrajes limpios y, de ser posible, con un grado de humedad inferior al 75%.

Ensilar en días soleados, sobre todo si se puede picar el forraje, y llenar el silo con gran rapidez.

Realizar una compresión adecuada en el ensilaje para expulsar el aire contenido en el mismo.

Proteger la masa de forraje de las lluvias, ya que con éstas, pueden arrastrar nutrientes solubles.

Eliminar las entradas de aire en el silo, especialmente, durante el proceso de fermentación.

Tipos de Silos

Las películas de plástico (PE y PVC) al ser impermeables al agua y al oxígeno, juegan un importante papel en la conservación de forrajes.

Los principales tipos de silos que existen en el mercado son los siguientes:

1. Silos trinchera
 - a) Enterrados
 - b) Sementerrados
2. Silos superficie
 - a) Pasillo
 - b) Montón
3. Silos a vacío
4. Minisilos

1. Silos trinchera enterrados

Para la construcción de este tipo de silo, es preciso cavar una fosa que tenga de 2 - 3 m. de profundidad, dando una ligera pendiente a sus paredes para facilitar la compresión del forraje. Para el drenaje de jugos

hay que tener presente:

- a).- Si la base del silo es de un terreno permeable, en cuyo caso no es preciso dotar al fondo de una cierta pendiente, ya que los jugos pasan sin dificultad al substrato.
- b).- Si la base del silo es de un terreno impermeable, en este caso hay que dotar al fondo de una cierta pendiente (2-5%) para facilitar la salida de los jugos.

Colocación de la lámina de plástico.- Para la impermeabilización de estos silos se suele emplear películas de plástico negro (de 0,15 - 0,20 mm.) ex tendiéndose en sentido perpendicular al eje del silo. Hay que tener presente que esta película debe de sobrepasar ambos lados del silo, en un ancho su perior a la mitad del mismo, para luego abatirlos sobre la masa de forraje de forma que queden solapados.

Si la base del silo es de terreno permeable, debe perforarse la película que lo cubre, para vaciar los jugos, en caso contrario, es decir, si el terreno es impermeable, deberá colocarse por encima de la película de plás tico un material para absorción de jugos.

Llenado del silo y recubrimiento del mismo.- El forraje se va colocando en el silo por capas sucesivas de 15 - 20 cm. de espesor' con el fin de facilitar su compresión, a la vez que se le añade algún agente conservador, tal como fermentos lácticos seleccionados, melazas, metabisulfito de sodio, etc.; -

esto es importante sobre todo en el caso de que el forraje es ensilado en condiciones anormales (exceso de agua, contenido elevado de aire, etc.).

Una vez que se ha llenado el silo y el forraje alcanza mayor altura en su centro (para facilitar el deslizamiento de las lluvias) se cubre con lo sobrante del plástico que para tal fin se dejó a ambos lados del silo, de tal forma que los extremos queden traslapados unos 30 a 40 cm. Para impermeabilizar este traslape y evitar aleteos en la superficie del plástico, deberá cubrirse ésta con una capa de tierra de 10-15 cm. de altura.

Silos trinchera semienterrados

Es un caso parecido al anterior, con la salvedad de que parte de la masa de forraje se encuentra por encima del nivel del suelo. En este caso, se debe de proveer al silo de unas paredes que sirvan como soporte y que complementen a las formadas por la excavación. La colocación de la película, drenaje y llenado del silo, se realiza de forma análoga a la seguida en los silos enterrados.

2.- Silos superficie pasillo

La construcción de estos silos es muy sencilla; basta construir sobre la superficie del terreno unas paredes de contención que se encuentren separadas unos 3 ó 4 m., y que tengan una altura aproximada de 2 m. Estas paredes pueden realizarse en mampostería o simplemente en madera.

La impermeabilización y drenaje del silo, es análoga a la descrita en los incisos anteriores.

Silos superficie montón

Consiste en amontonar el forraje sobre una lámina de plástico, con el que se cubrirá posteriormente, de forma que el forraje quede totalmente protegido.

Por este procedimiento, no se deben de ensilar forrajes con alto contenido de humedad, ya que la compresión que se ejerce es muy reducida. Se requerirá, por lo tanto, realizar un presecado del mismo, antes de ensilarlo.

3.- Silos a vacío

Al hablar al principio de este capítulo de los procesos biológicos que se producen a lo largo del ensilado, se mencionó que el aire existente entre la masa de forraje, producía considerables pérdidas nutritivas; de manera análoga, se producen estas pérdidas si posteriormente existen entradas de aire en el silo.

Estas pérdidas nutritivas quedan eliminadas al ensilarse los forrajes a vacío bajo láminas de plástico. Los silos construidos con estos materiales pueden conservar los forrajes ricos y sanos, con un alto valor nutritivo. Su bajo costo hace que este producto sea muy atractivo.

Las ventajas potenciales de la compresión del ensilado a vacío, es una perfecta conservación de los forrajes.

Técnica de montaje de un silo a vacío.- La técnica del ensilado de forrajes a vacío es la siguiente:

- 1) Colocación de las películas de plástico. Características de los mismos. Llenado del silo.
- 2) Cierre del silo. Extracción del aire

1) Colocación de las películas de plástico. Características de las mismas.

Llenado del silo.- El montaje de un silo por el procedimiento a vacío no ofrece dificultad en cuanto al lugar en que debe de instalarse. El procedimiento más empleado por los agricultores es el siguiente:

Se extiende una película negra de PE o PVC sobre el suelo, procurando que descansa sobre una superficie limpia de partículas punzantes, piedras, etc., para evitar perforaciones. Es conveniente colocar debajo una capa protectora de hierba de unos 6 - 10 cm. de altura para que sirva de colchón amortiguador. Las dimensiones del plástico son función de la masa de forraje que se quiere ensilar. Una vez extendida la película, se irá depositando el forraje que se desea ensilar, sin necesidad de comprimirlo; únicamente se pisará lo necesario para ir acoplando el forraje y conseguir por medio de esta operación dotar al silo de una mayor capacidad. Es necesario dejar en la película, por los cuatro lados unos 30 cm. libres de forraje, ya que esta porción de plástico servirá posteriormente para unirla con la película superior que recubre al forraje y realizar el cierre hermético.

tico. Una vez que el forraje ha alcanzado una altura aproximada de 2.50 m. se cubre con otra película que tenga unos 8 - 9 m. de ancho.

Antes de que el forraje esté totalmente amontonado se deberá colocar encima una tubería de PE perforada, de forma que una vez que el forraje esté totalmente colocado, quede enterrada a una profundidad de 30 cm. Los diámetros interior y exterior de la tubería deberán de ser de 28 y 32 mm., respectivamente, y los orificios de 1 - 1.5 cm. deberán de disponerse a lo largo de la tubería, separados unos 15 - 20 cm. Uno de los extremos de esta tubería quedará enterrado, entre la masa de forraje. El otro extremo se dejará unos 50 cm. sin perforar, ya que saldrá al exterior para su acoplamiento al descompresor.

La última capa de forraje que cubre la tubería deberá colocarse en el centro del montón, con el fin de que una vez cubierto el silo con la película superior de plástico, ofrezca una superficie curva que facilite el deslizamiento de las aguas de lluvia a lo largo del mismo.

2) Cierre del silo. Extracción del aire.- Para realizar el cierre es preciso unir la película superior e inferior y aprisionarlos por medio de un cierre tubular, que consiste de dos elementos; uno de ellos es un perfil de PE en forma de C, y el otro, un tubo fino del mismo material, que se introduce en el anterior, cuyo diámetro coincide con el interior del perfil. Entre ambas piezas queda aprisionada la película, consiguiéndose dotar al silo - de una hermeticidad total, ya que el forraje queda encerrado en una espe-

cie de bolsa, en la cual no puede penetrar ni el aire ni el agua.

El cierre y la descompresión deben de hacerse siempre antes del segundo día después de la corta del forraje. Para extraer el aire, el extremo de la tubería que se introdujo entre el forraje se conecta a una bomba de vacío, o a la toma de aire de un tractor.

Según sea el tamaño del silo, la fuerza de la bomba y la eficacia del cierre, será el tiempo que dure la descompresión. El grado de descompresión se alcanza cuando el silo se ha reducido a la mitad o cuando el vacuómetro de descompresión registre una presión de 380-500 mm. de Hg. Con este grado de compresión, se elimina el aire existente dentro de la masa de forraje y por consiguiente se logra una mejor conservación de éste.

Conclusiones

Análisis de forrajes ensilados por el sistema a vacío, han dado excelentes resultados, incluso con porcentajes altos de humedad. Puede ensilarse por este procedimiento todo tipo de forraje.

Las principales ventajas de estos silos, además de las antes citadas, son:

- a) Las películas de plástico de PE o de PVC ofrecen una total protección contra la lluvia y humedad.
- b) Evitan la penetración del aire que causaría la oxidación o pérdida de los forrajes.
- c) Los silos a vacío no precisan de un lugar determinado para su instalación.

II.9 DRENAJE DE SUELOS CON MATERIALES PLASTICOS

Es bien conocido que un terreno con exceso de agua perjudica a los cultivos agrícolas e incluso puede llegar a hacerlos impracticables.

En agricultura, el drenaje de los terrenos es necesario en los siguientes casos:

- A) Cuando el suelo se satura de agua, dando lugar a que el nivel freático llegue por encima de la profundidad óptima de las raíces de las plantas.
- B) Cuando la estructura del suelo es tal que el agua superficial no puede penetrar con la velocidad adecuada hasta las capas inferiores de las raíces.
- C) Cuando el terreno y el agua de riego contiene un elevado índice de salinidad.

Ventajas del Drenaje

- 1.- Permite la aireación de las raíces y la actividad bacteriana
- 2.- Aumenta la temperatura y la nitrificación del terreno
- 3.- Disminuye la aparición de plantas parásitas
- 4.- Facilita las labores agrícolas y modifica la constitución física del suelo, favoreciendo la penetración de las raíces a zonas más profundas.
- 5.- Aumenta la permeabilidad del suelo y al lavarse mejor, las sales en exceso pasan a zonas por debajo de las raíces.

Realización de un Drenaje

Sea cual sea el tipo de material empleado en la instalación de drenaje, son necesarias unas condiciones del suelo y subsuelo que permitan una buena eficacia.

La tecnología propia de un buen drenaje exige una serie de conocimientos especializados, que en general, impiden que los agricultores puedan abordar el problema por sí mismos; deben pues, acudir a los especialistas que son los que se encargan de estudiar el terreno y realizar el proyecto más adecuado.

En general, se utilizan una serie de tuberías de desagüe (ramales), emisarios y colectores, cuya disposición en el terreno, en forma más o menos de espina de pescado, depende de numerosos factores.

La separación entre líneas de drenaje y la profundidad a la que se instalan, vienen determinadas por una serie de fórmulas en las que intervienen fundamentalmente:

- A) La permeabilidad del terreno
- B) El descenso deseado para la capa freática, o sea el aspecto fisiológico del drenaje.
- C) Situación o posición de la capa impermeable con respecto a la superficie del suelo
- D) Caudal que se desea evacuar (pluviometría)

Una vez conocidos estos datos, es preciso conocer también y definir los tipos de materiales de drenaje a utilizar, sus diámetros, forma de las perforaciones o ranuras, técnicas de instalación más adecuadas y económicas.

Al proyectar una instalación de drenaje, hay que tener en cuenta que cuando la pendiente es superior al 3 - 4%, la infiltración del agua se ve fuertemente disminuida, ya que se produce con facilidad el deslizamiento superficial del agua.

Por otro lado, el drenaje por galería subterránea exige, para ser eficaz, que el lecho de deslizamiento tenga una pendiente regular, uniforme o progresivamente creciente, pero nunca decreciente; esto es debido a que la instalación de drenaje funciona como un acueducto, es decir, el agua se desliza libremente como lo hace por los laterales del adoquinado de una calle.

En consecuencia, todo cambio negativo en la pendiente provocará el depósito de las posibles partículas de tierra arrastradas y, por lo tanto, una disminución progresiva del caudal hasta llegar a la completa obturación de la instalación.

Cuando se desea realizar un drenaje hay que pensar que sólo se puede actuar sobre las condiciones físicas del terreno, pero no sobre las geológicas: es decir, un subsuelo impermeable lo será siempre si bien se puede influir en el camino de deslizamiento del agua. Si el terreno es más o

menos llano, se provocará un camino privilegiado para el agua si se instalan (a una profundidad de 60–70 cm. por ejemplo), unos tubos perforados con aberturas regulares y a los que se les ha dado una pendiente hasta su vertido en el colector.

La capa freática baja una cierta longitud con respecto a la superficie del suelo, a lo largo de una anchura que depende del emplazamiento dado a la línea de drenaje vecina. La separación entre líneas es función del agua a evacuar en un tiempo dado, de la pendiente de la línea de drenaje y del diámetro mojado del tubo empleado; en general, se considera un nivel máximo de deslizamiento de $3/4$ de diámetro.

Entonces pueden distinguirse dos tipos de red de drenaje:

- 1.- Que sea para un suelo de pendiente casi uniforme e inundado o saturado en sus capas superficiales; se utilizan en terrenos de cultivo.
- 2.- Que sea para un terreno de relieve muy variado en el que existen zonas específicas inundadas que conviene sanear; se utilizan para prados.

Materiales empleados en el Drenaje

Entre los materiales tradicionales se emplean fundamentalmente, tubos de tierra cocida (alfarería) cuyas longitudes suelen ser de 30 a 33 cm. aunque en ocasiones llegan hasta una longitud de 60 cm. Según este sistema, se instalan tubos de tierra cocida en zanjas previamente excavadas, a

una profundidad aproximada de un metro; la separación entre líneas de drenaje varía entre 10 y 20 metros.

Estos tubos son prácticamente impermeables y se unen por sus extremos mediante una junta abierta. Cada fila de estos tubos no suele pasar de una longitud de 200 metros.

Cada línea elemental desemboca directamente en una zanja abierta o se conecta a un colector de mayor diámetro. La acción de drenaje de las tuberías de alfarería es debida a la presencia de las juntas abiertas, recubiertas naturalmente de un material filtrante que por lo general es la Turba.

Este tipo de tubería suele ser más barata en general que las tuberías de materiales plásticos, y tanto más cuanto mayores sean los diámetros; pero hay que tener en cuenta que en una instalación de drenaje, influye no sólo el precio de los materiales sino también otros factores tales como:

- a) Gastos de transporte
- b) Tendido
- c) Propiedades mecánicas e hidráulicas
- d) Mecanización de la operación

En estos aspectos los plásticos gozan de una mejor situación. Precisamente la tendencia a abaratar los factores enunciados, son los que han provocado el estudio de los plásticos como posibles materiales a utilizar en el drenaje de suelos.

Actualmente se emplean con éxito los materiales plásticos para drenaje, y por la forma de presentación en el comercio, hay que distinguir dos tipos básicos de materiales plásticos:

- 1.- Hojas de PVC
- 2.- Tuberías de plástico

1.- Hojas de PVC.- Como su nombre lo indica, a partir de hojas de PVC se hacen, con la ayuda de maquinaria adecuada, tuberías. Estas hojas llevan en sus bordes una serie de resaltes y escotes que permiten su interconexión y a través de las cuales se realiza la entrada del agua a evacuar.

El tendido de la hoja, a partir de un rollo, se realiza con un arado-topo que efectúa todas las operaciones automáticamente. Al mismo tiempo que la máquina va introduciendo el plástico dentro del suelo, va depositando también una capa de arena gruesa que hace la función de material filtrante. La velocidad de tendido varía con la profundidad y naturaleza del terreno en suelos arcillosos pesados, y a una profundidad de unos 75 cm. se puede llegar a obtener una velocidad de tendido de 38 a 40 metros/min.

El empleo de hojas enrolladas de PVC como material de drenaje, reduce no sólo el costo del material, sino sobre todo, el tiempo de instalación, la mano de obra necesaria y todos los demás factores tales como transporte, que influyen desde que el material sale del almacén del suministrador hasta que está totalmente instalado.

Se trata de una técnica utilizada especialmente en Estados Unidos, Rusia, Gran Bretaña y un poco en Holanda. Si bien ha dado excelentes resultados en pocas ocasiones, en otras, se han podido observar ciertos inconvenientes, tales como:

A) Deformación gradual de la tubería con pérdida de sus posibilidades de drenaje.

B) Torcedura en forma helicoidal como consecuencia de cambios de dirección en la línea de drenaje durante la instalación.

El perfeccionamiento de las líneas de tendido, así como el empleo de hojas de pared más gruesas o de pared acanalada en el sentido transversal, podrá ayudar a solucionar los inconvenientes de esta técnica todavía en fase de experimentación, pero de indudable interés económico.

2.- Tuberías de Plástico.- Se utilizan en general tuberías de PVC y de Polietileno. Pueden ser de dos tipos:

a) Tuberías de pared lisa

b) Tuberías de pared acanalada

Estas se presentan en longitudes de entre 5 y 6 metros o en rollos como lo es el caso del polietileno o de las acanaladas. Las tuberías llevan unas ranuras en la dirección longitudinal o en la transversal, y a veces en sentido oblicuo. Las de polietileno suelen ir multiperforadas a manera de rejilla, cuyas perforaciones se dan en la misma instalación de fabricación.

Las tuberías acanaladas suelen llevar la ranura en sentido longitudinal.

Tuberías Lisas de PVC para Drenaje

Son de dos tipos:

- a) Ranuradas
- b) No ranuradas

a) Tuberías ranuradas.- Los diámetros de estas tuberías para el caso de los ramales de drenaje, suelen ser los siguientes: 32, 40, 50, 63 mm.

Los colectores, que no van ranurados ni perforados, tienen los siguientes diámetros: 75, 90, 110, 140, 160, 180 mm.

Los espesores de pared dependerán, naturalmente, de los diámetros, tipo de terreno a drenar y de la profundidad a que se instalen; varían entre 0.7 y 1.0 mm. para los ramales de drenaje y 1.0, 1.5 en los colectores.

Las dimensiones de las perforaciones en las tuberías de PVC para drenaje, dependen de cada fabricante, si bien como norma general se suelen limitar a una superficie de $9 \text{ cm.}^2/\text{m}$, lineal con objeto de conservar la suficiente resistencia de los tubos; esto equivale a unas 60 ranuras por metro, cuando dichas ranuras tienen una longitud de 25 mm. y un ancho de 0.6 mm.; estas dimensiones son muy comunes.

En el caso de ranuras longitudinales se suelen realizar según 2 ó 4 generatrices; en el primer caso, forman un ángulo de 120° y otro de 140° con el eje del tubo; en el segundo caso, se tendrían dos ángulos de 60° y

otros dos de 120°.

En general, se recomienda, cuando sea posible, que las ranuras estén en la parte del tubo que se apoya en el suelo.

Tanto los ramales de drenaje, como los colectores, se empalman - fácilmente por simple enchufe de un extremo liso de uno de ellos en el extremo de otro ensanchado en forma de copa o tulipa. En ocasiones la conexión se efectúa, entre tubos de drenaje o al colector, mediante manguitos, reducciones, etc., fabricados por inyección.

b) Tuberías no ranuradas.- En este sistema, la capacidad de captación de los tubos está supeditada a la forma de las embocaduras, pues sólo a través de ellas es por donde se produce la entrada de agua a evacuar.

Cada tubo lleva una copa en uno de sus extremos, en la que se empalma el extremo liso del otro. La copa lleva interiormente unas acanaladuras orientadas en la dirección de la corriente de agua. Una vez realizado el tendido en la zanja excavada, encima de cada embocadura se vierte una pequeña cantidad de material filtrante hasta formar un cono y el resto de la zanja se rellena con el propio material de la excavación.

Por lo tanto, en este caso, la captación se verifica por efecto del pozo formado por el conjunto embocadura-material filtrante. Los tubos de PVC quedan relegados a la categoría de un colector que recoge y evacúa las aguas captadas por cada pozo. Este dispositivo de drenaje, puede utilizarse también para riegos superficiales o profundos.

Tuberías de PVC para Drenaje (acanaladas)

Este tipo de tubería presenta la misma resistencia al aplastamiento que los tubos lisos, pero con menor cantidad de material por unidad de longitud.

Por otro lado, son más susceptibles a ser enrollados y, por tanto, se facilita su transporte; al ser capaces de adoptar curvas de menor radio, pueden manejarse con un número mayor de máquinas que las tuberías lisas, que son las más rígidas; es decir, las tuberías acanaladas son más versátiles en cuanto a posibilidad de instalación.

Tuberías de Polietileno para Drenaje

Este tipo de tubería suele ir multiperforada, si bien no es raro encontrar tuberías con ranuras de tipo de las realizadas en PVC, sobre todo en medidas de 30 a 50 milímetros de diámetro. Las tuberías multiperforadas llevan unas 16,000 perforaciones/metro lineal y los empalmes se hacen mediante manguitos de 25 cm. de longitud.

La gran ventaja de las tuberías de polietileno en drenaje (referida a los pequeños diámetros), radica en el hecho de que puede manipularse en rollos de gran longitud debido a su excelente flexibilidad.

Con ello, se evitan muchas conexiones y pueden utilizarse con facilidad máquinas de tendido tales como el arado topo.

Tuberías de Plástico Expandido para Drenaje

Es un nuevo tipo de tubería que se estudia actualmente en Estados Unidos y Alemania y que podría tener un futuro interesante.

Se trata de poliestireno expandido que podría utilizarse bien en forma de hoja (como en el caso del PVC), o bien en forma de un tubo perforado.

En este último caso se llevaría a cabo una extrusión en la misma máquina de tendido. El desarrollo de esta técnica exige, sin duda, un equipo muy especializado, con un control de la operación y de la temperatura muy preciso. Los orificios de drenaje se realizarían por medio de agua a presión.

Materiales Filtrantes en Drenaje

En muchas ocasiones es preciso recubrir los tubos de drenaje con materiales filtrantes (turba o material de vidrio), con objeto de impedir que a través de las ranuras o perforaciones pasen partículas finas de tierra, raíces de las plantas, etc., que provocarían su obturación.

En los casos de suelos arcillosos, tierras fuertes, etc., no suele ser preciso el empleo de los materiales de cobertura antes mencionados; no ocurre lo mismo en el caso de suelos arenosos o cenagosos.

Actualmente se está comenzando a emplear el poliestireno expandido como material permeable.

Desarrollo de los Equipos de Drenaje

Al mismo tiempo que se estudian los diferentes materiales plásticos para su aplicación en drenaje, se realizan también en diversos países, experiencias para perfeccionar un tipo de máquina precisa y de gran rendimiento. Debido a las grandes velocidades que son posibles en el tendido de tuberías de plástico para drenaje, es obvio que no es ya adecuado el control mediante técnicas manuales.

Efectivamente, es preciso un sistema de control automático de la profundidad a la que se desea realizar la instalación. Los Estados Unidos han desarrollado un sistema pendular que detecta los cambios en la pendiente; una vez detectados, mediante una serie de roles, se envía la señal a un control hidráulico que corrige y ajusta la operación de la máquina. Este procedimiento tiene el inconveniente de que al ir sobre la máquina, no es buena su estabilidad y tiene la tendencia a acumular errores.

Para evitar estos inconvenientes en la Gran Bretaña se ha desarrollado un nuevo dispositivo exterior a la máquina. Mediante un Haz de rayos, una señal óptica es transformada en órdenes eléctricas, actuando el operador sobre el mando hidráulico del equipo. En un futuro desarrollo se logrará mayor exactitud y control efectivo empleando por ejemplo los rayos laser.

Ventajas de las Tuberías de Plástico en Drenaje

- 1.- Tienen menor peso y por lo tanto menor costo de transporte y manipulación en el tendido.
- 2.- Posibilidad de fabricarse en grandes longitudes o en rollos.

II. 10 TUNELES DE PLASTICO

La gran tendencia que existe hoy en día para consumir productos hortícolas fuera de su época normal de producción, como consecuencia del elevado nivel de vida, unida a la imperiosa necesidad del agricultor a modernizar y renovar sus cultivos en busca de un mayor beneficio, ha dado lugar al empleo de películas de plástico (Polietileno y PVC), forzando y protegiendo los cultivos hortícolas en climas adversos para conseguir una mayor precocidad y rendimiento de sus cosechas.

Los mejores resultados de mayor precocidad y aumento en los rendimientos de cultivos se consiguen en cultivos bajo invernaderos, pero su construcción requiere de unas inversiones que no siempre están al alcance de todos los agricultores, por ello se utilizan otros sistemas de construcción de protección o abrigo bajos (túneles de cultivo) cuyas estructuras son sencillas y de precios módicos; no obstante, aportan grandes beneficios al agricultor por permitir obtener cosechas fuera de época, de gran calidad y rendimientos elevados.

Para el semiforzado de cultivos se utilizaron, en un principio, - grandes cajoneras o estructuras pentaédricas cubiertas de vidrio; estas estructuras restaban gran insolación a las plantas por requerir grandes armazones para su sujeción. Con la aparición de las películas de plástico, el vidrio ha quedado totalmente desplazado debido a una mayor ligereza y flexibilidad; de este modo, pueden ser adaptados a estructuras circ-

lares y ligeras, sin que impidan que los cultivos reciban el máximo de insolación.

Materiales utilizados en túneles y comportamiento de los mismos

Para la cobertura de los túneles pueden utilizarse películas de polietileno o de policloruro de vinilo reforzado o no. Ambos son flexibles, ligeros y permeables a las radiaciones del espectro solar y, sobre todo, fáciles de adaptar y de colocación rápida en las diversas estructuras utilizadas para el semiforzado de cultivos. La diferencia de precio existente entre ambos tipos de materiales (siendo más económico la película de polietileno) explica el porque se utiliza más hasta ahora en algunos países.

Los túneles cubiertos con policloruro de vinilo producen en general mayor efecto de abrigo que los de polietileno por ser menos permeables a las radiaciones infrarrojas de gran longitud de onda mediante rayos caloríficos y que son emitidas por el suelo durante la noche dando lugar a que el enfriamiento del túnel se produzca lentamente y con posterioridad al de polietileno. Sin embargo, esta diferencia queda compensada en parte, al condensarse gran cantidad de agua en la cara interna de la lámina de polietileno, que actúa como pantalla impidiendo el paso de dichas radiaciones infrarrojas emitidas por el suelo. Este efecto contribuye notoriamente a defender a los cultivos de las bajas tempe

naturas nocturnas, como consecuencia del enfriamiento lento del túnel.

Las películas de policloruro de vinilo y de polietileno también pueden ir perforadas.

Es también muy importante mencionar que el agricultor debe elegir el material que más le acomode al tipo de cultivo y a la inversión prevista.

En cuanto a la técnica de semiforzado de cultivos bajo túnel, es sencilla: consiste en disponer las películas de polietileno o de policloruro de vinilo sobre unos arquillos de alambre o cañas ya sean simples o dobles formando una especie de túnel. La eficacia de esta aplicación está en el efecto de invernadero que produce dicho túnel, con las siguientes ventajas:

- 1) Permite conseguir cultivos no factibles en condiciones naturales, en determinadas épocas.
- 2) Aumento de rendimientos
- 3) Proteger las cosechas del frío, heladas, pájaros, etc.
- 4) Obtener cosechas precoces y de gran calidad.
- 5) Mayor aprovechamiento de abonos
- 6) Mantener el terreno con tempero, etc.

Todo esto es debido a las siguientes características del material:

- a) Transparencia y aislamiento térmico comparable a la del vidrio
- b) Ligereza, ya que su peso es aproximadamente cien veces inferior al vidrio
- c) Facilidad de adaptación y colocación rápida
- d) Resistencia a los abonos y productos químicos
- e) Resistencia a las altas y bajas temperaturas dentro de ciertos límites.

En cuanto a las dimensiones de las películas de plástico, es conveniente mencionar lo siguiente: que la anchura y espesor utilizados para la cobertura de túneles, están sujetas a varios factores como lo son el clima de la zona y los tipos de túneles y cultivos. La mayor concentración de túneles se halla en la zona del litoral del mediterráneo que goza de climas cálidos, cultivándose preferentemente bajo los mismos: melón, calabacín, pimiento y fresa. Para los tres primeros cultivos, se realizan túneles de dimensiones pequeñas, variando su altura entre los 30 y 50 cm. y sus anchuras están comprendidas entre 40 y 60 cm., mientras que el anclaje de la película se efectúa enterrando sus bordes.

A la hora de la elección, pues deberán tomarse en cuenta varios factores como lo son las condiciones climatológicas de la zona y dimensiones del túnel ya que cuanto mayores sean éstos mayor deberá ser el espesor de la pared de la película. Una película gruesa resistirá la acción del viento y protegerá los cultivos contra las bajas temperaturas

mejor que una fina.

El envejecimiento o duración de la película viene condicionado a una serie de factores:

- 1.- Agentes atmosféricos
- 2.- Latitud de la zona
- 3.- Grosor de las láminas
- 4.- Estación del año
- 5.- Manuabilidad de los túneles
- 6.- Sistema de sujeción de la película
- 7.- Acción de los rayos ultravioleta que lo degradan; esta es sin duda la más afectada.

La degradación más intensa se produce en los meses de abril a agosto, a finales de primavera o antes, según las zonas se van retirando los túneles paulatinamente.

Las películas que presenten buen aspecto, especialmente los de mayores espesores, deben lavarse y recogerse en lugares protegidos de los rayos solares; de esta forma, su duración será mayor y podrán utilizarse en otras campañas.

Un estudio más profundo de estos materiales nos revela que la temperatura media tiene gran importancia puesto que indica el estado térmico del ambiente en que se desarrolla la planta; partiendo del razo-

namiento de que es función de la radiación solar y de que cada especie de planta necesita distinta cantidad de energía para completar su ciclo vegetativo, se ha demostrado que existe una relación entre la temperatura media y el desarrollo de los vegetales. Prueba de ello es que las plantas tienen un desarrollo muy reducido por debajo de los 6°C ; con la protección del cultivo con películas de polietileno y policloruro de vinilo, se eleva la temperatura, la constante térmica o integral la alcanzan las plantas más pronto y por lo tanto el ciclo vegetativo se acorta y se obtienen frutos precoces.

La influencia de la temperatura viene condicionada a la intensidad lumínica y a la concentración de CO_2 que son los factores externos limitantes de la fotosíntesis.

El factor temperatura juega un papel muy importante a tal grado que es preciso aerear los túneles a ciertas horas del día para favorecer la fecundación y obtener resultados satisfactorios.

El volumen de aire que debe tener un túnel es un factor importante para contrarrestar los efectos del frío y favorecer el crecimiento vegetativo; la precocidad es más o menos proporcional al volumen de aire del túnel, a un metro cuadrado de cultivo debe corresponderle como mínimo un volumen aproximado de 0.45 a 0.50 m^3 , es decir, el túnel deberá tener una altura de 0.45 a 0.50 metros. Se debe evitar que las temperaturas en el interior del túnel sean excesivas, pues pueden perjudicar el desarrollo

de la planta. La transpiración se acentúa a través de los estomas, y si llega a faltar agua en el suelo se cierran éstos, y el aire no llegaría en cantidad suficiente a los parénquimas vegetales y el CO_2 no es suministrado a las células vegetales verdes en cantidad suficiente.

La aereación de los túneles es por lo tanto muy importante, pues frecuentemente la temperatura en el interior de éstos es superior en algunos grados a la ambiental; sobre todo la película transparente eleva - más las máximas que las mínimas. Estas elevaciones pueden perjudicar al desarrollo vegetativo de los cultivos; por eso, en épocas de calor se debe tener la precaución de que la película de plástico no toque la planta pues de lo contrario podría producir quemaduras en las hojas y tallos. - Existen períodos críticos en el desarrollo vegetativo de las plantas en los cuales tienen exigencias muy concretas en cuanto a los límites de las temperaturas máximas y mínimas.

Las aereaciones deben realizarse por los laterales opuestos a la dirección de los vientos dominantes, levantándose la película de plástico de tramo en tramo. Estas aereaciones deben realizarse progresivamente con el fin de ir aclimatando la planta al ambiente exterior; de lo contrario, podría producirse algún daño en las hojas e incluso su muerte. - Así pues, las aberturas practicadas en el túnel por levantamiento del plástico deberán ser pequeñas en los primeros días, aumentándolas paulatinamente en días sucesivos hasta que llegue un momento en que se puedan -

destapar totalmente los cultivos que abarca un lapso aproximado de entre 8 y 10 días. Frecuentemente se producen condensaciones de agua en la cara interna del plástico a consecuencia del grado de humedad y temperatura existente en el interior del túnel. Estas condensaciones que forman una película de agua sirven como barrera para detener las radiaciones emitidas por el suelo durante la noche protegiendo a los cultivos de las bajas temperaturas nocturnas. Sin embargo, cuando las temperaturas son bajas, del orden de 0°C , éstas condensaciones adheridas a las paredes internas del túnel pueden llegar a congelarse, provocando que la temperatura del interior sea a veces más baja que la del exterior, lo que puede motivar la helada de las plantas.

Al producirse la condensación sobre la cara interna del plástico, existe un desprendimiento de calor que éste transmite hacia la atmósfera. Si las condensaciones son continuas, como consecuencia de la exudación del suelo, al túnel se le priva del calor necesario para defender a las plantas de las bajas temperaturas nocturnas; así, pues para evitar este fenómeno que podría producirse en noches con previsión de helada, deberán aerearse los túneles durante la mañana, dejándolos cerrados herméticamente después del mediodía, para mantener en el terreno las calorías acumuladas a lo largo del día.

Hay que efectuar la aereación en:

- 1.- En la formación de frutos (melones)

- 2.- Durante la formación de raíces como por ejemplo zanahoria, rábano, etc. ya que una falta de aereación en estos cultivos produce una abundante vegetación.
- 3.- Durante la floración por ejemplo en el caso de la fresa, será necesario desde que aparecen las primeras flores, pues de no hacerse así, se produciría excesiva vegetación, reduciéndose el número de frutos.
- 4.- En épocas de fuertes calores
- 5.- En días de previsión de helada nocturna

Tipos de túneles

Numerosos son los tipos de túneles utilizados por los agricultores pero, en general, todos ellos constan de los mismos elementos: arcos utilizados como estructura y película de plástico para su cobertura, dando lugar a abrigos bajos que protegen los cultivos de las bajas temperaturas y permiten obtener cosechas precoces.

Difieren unos de otros en el sistema de anclaje de la película y en la forma que adopta el túnel; así pues, teniendo en cuenta estos dos factores, pueden establecerse los tipos siguientes:

- 1.- Túnel pentaédrico
- 2.- Túnel semicircular

1.- Túnel pentaédrico. - Este tipo de túnel presenta forma de caseta y está formado por diversas armasones independientes unos de otros, que al unirlos entre sí dan lugar a un túnel de longitud variable. La armadura o chasis está constituida por varillas galvanizadas de 6 a 8 mm. de diámetro, soldados entre sí, formando una malla cuadrangular o rectangular.

Su principal aplicación es para semilleros o semiforzados de cultivos de bajo porte como lo son: rábanos, zanahorias, fresa, lechuga, - etc.; ya que normalmente se contruyen con alturas no superiores a los 30 - 40 centímetros, aunque pueden utilizarse para otros cultivos dándoles las medidas adecuadas.

La longitud de estas armasones oscila entre 1.20 y 3.00 metros, siendo variables el ancho y su altura.

El anclaje del túnel al suelo se consigue mediante unos ganchos que pasan a través de unas anillas soldadas lateralmente al armazón y se clavan al suelo. La sujeción de la película de plástico a este armazón, se realiza por medio de unos perfiles tubulares de polietileno (tubos abiertos lateralmente) de 4 a 5 cm. de largo que aprisionan la lámina al introducir la varilla del chasis a su interior.

Las ventajas que presentan estos tipos de túneles son:

- a.- Solidez y gran resistencia al viento
- b.- Simplicidad de montaje. La fijación de la película es sencilla y

rápida permitiendo tensar éste lo suficiente para que no se originen aleteos sobre su superficie; por lo tanto, no se corre el riesgo de que se produzcan desgarros.

- c.- Ligereza de peso y facilidad de manejo.- Facilidad de almace-
naje, en un espacio reducido es posible apilar un gran número
de armasones.
- d.- Facilita las labores culturales a lo largo del ciclo vegetativo
(riegos, escardas, aclareos, etc.).
- e.- Aereación adecuada cuando se utiliza para semilleros.

Sin embargo, estos túneles tienen el gran inconveniente de preci-
sar estructuras caras; por tal motivo, su aplicación queda reducida a cu-
brir superficies pequeñas o en cultivos de primor, tales como:

- 1.- Semilleros.- Es la estructura más adecuada para éstos.
- 2.- Jardinería.- Semiforzado de gladiolos, tulipanes, jacintos, etc.
- 3.- Horticultura.- Semiforzado de cultivos de bajo porte (zanaho-
rias, rábanos, etc.).

2.- Túnel Semicircular.- Estos abrigos presentan la forma de túnel con-
tinuo, es decir, están formados por arcos de alambre, caña, sauce o mim-
bre independientes entre sí, sobre los que descansa el filme, alcanzando
la longitud que se desee. Están más generalizados que los túneles penta-
édricos y se utilizan para el semiforzado de cultivos hortícolas de porte -

alto y sobre terreno de asiento.

Los diversos túneles semicirculares difieren unos de otros, en el sistema de anclaje y sujeción de la película al suelo, y a los arcos, constituyendo las dos características primordiales para su diferenciación y adaptación a las zonas de cultivo. A continuación se establecen todos los tipos de túneles que se han utilizado hasta la fecha, algunos de ellos con mayor intensidad que otros por las ventajas que presentan y que son:

- 1.- Túnel con sujeción de la película, utilizando tierra
- 2.- Túnel con listones laterales de madera
- 3.- Túnel anclado con estaquillas de madera y alambre axial de tensión
- 4.- Túnel anclado con piquetas de hierro
- 5.- Túnel con doble arco de tensión
- 6.- Túnel con alambre de tensión para el filme
- 7.- Túnel armado con dispositivo de levantamiento lateral
- 8.- Túnel de doble película, con soldaduras-guías para los arcos

II.11 LOS MATERIALES PLASTICOS EN EL EMBALAJE, CONSERVACION Y TRANSPORTE DE LOS PRODUCTOS AGRICOLAS

Para comprender las posibilidades que los materiales plásticos poseen en el embalaje, conservación y transporte de productos agrícolas como lo son las frutas, verduras y líquidos alimenticios, es preciso tener en cuenta las exigencias que determinan la adopción de los diferentes sistemas. Por un lado, se trata muchas veces de productos perecederos y que, por tanto, soportan más los viajes largos; por otro lado, son productos delicados y la mayoría de las veces baratos; como consecuencia de ello, hay que realizar los transportes en grandes cantidades, de modo que sus costos no incidan de manera excesiva en el precio final del producto.

Los envases y embalajes deben proteger, además, la calidad de los productos durante el transporte y han de ser lo menos voluminosos posible. Representan una parte integrante de la mercancía, y a este respecto es preciso señalar que, a diferencia de la mayoría de productos de otro tipo, en este caso los gastos y operaciones de embalaje, suelen ser del mismo orden de magnitud que los correspondientes a la producción; es decir, que el embalaje de frutas y verduras no sólo es un complemento de la mercancía, sino que representa algo que, en general, no puede disociarse en el momento de la venta.

Los embalajes plásticos han de satisfacer las exigencias de comercialización, que son variadas y a veces contradictorias:

- A) Exigencias técnicas y funcionales: los embalajes han de proporcionar buena protección y excelente conservación, de modo que la recolección se pueda hacer en la fase de maduración más avanzada posible, y se pueden utilizar los medios más modernos de transporte.
- B) Exigencias económicas: el embalaje de un producto que es barato no interesa más que a un precio bajo
- C) Empleo fácil: el envasado o embalaje de un producto agrícola no debe exigir instalaciones complejas ni mano de obra local con conocimientos de técnicas fuera de lo corriente.
- D) Presentación atractiva: puesto que el cliente se ve obligado a juzgar y valorar la mercancía embalada, el embalaje debe procurar su revalorización haciendo resaltar las características más favorables de los productos.
- E) Dimensiones adecuadas: que sean compatibles con las exigencias de la cadena de distribución, del mercado y de los gustos, preferencias y costumbres del consumidor. Las técnicas modernas de venta (supermercados, autoservicios, cooperativas, etc.), exigen cada vez, con más intensidad, las llamadas unidades de venta, que corresponden a las necesidades diarias o semanales de una familia.

El éxito creciente de los materiales plásticos en este sector, debe su origen a las posibilidades que ofrecen como consecuencia de la variedad de tipos y de facilidad de fabricación, de modo que permiten resolver muchos de los problemas de la comercialización moderna y conciliar, de modo económico, exigencias a veces contrapuestas.

Los materiales plásticos, sólo o en combinación con materiales tradicionales (papel, cartón, madera), permiten realizar embalajes y sistemas de acondicionamiento muy adecuados desde cualquier punto de vista.

Materiales Plásticos Empleados

Sea cual sea el tipo o familia, hay que adelantar que los plásticos en este tipo de aplicaciones, suelen ser más caros en comparación con los materiales tradicionales. Sin embargo, los plásticos pueden ser compatibles económicamente, si se sabe aprovechar bien sus características y cualidades. Hay que saber elegir el tipo de plástico, buscando la mejor solución para cada problema específico.

En la fabricación de envases y embalajes para productos agrícolas, se emplean diversos tipos de materiales como lo son:

- A) Polietileno de alta y baja densidad
- B) Polipropileno
- C) PVC rígido y flexible
- D) Poliestireno antichoque

E) Poliamidas

F) Poliésteres lineales

G) Poliésteres no saturados reforzados con fibra de vidrio

Según la forma de presentación pueden distinguirse cuatro grandes categorías en los embalajes de plástico:

- 1.- Películas, bolsas y redes destinadas a expedir una cierta cantidad de unidades de producto agrupadas, como envoltura simplemente o en el caso de películas y bolsas continuas, para ayudar en la conservación de los productos refrigerados o congelados.
- 2.- Embalajes alveolares para la colocación, selección y protección de productos muy frágiles.
- 3.- Embalajes rígidos que pueden ser de dos tipos:
 - a) Cestas unitarias o grandes cestas
 - b) Cajas o contenedores para recogida y transporte
- 4.- Envases y contenedores de productos derivados de la agricultura como lo son: aceite, leche, vino, vinagre, zumos, etc.

En general, para cada tipo de envase o embalaje hay la posibilidad de elegir varios materiales plásticos.

Películas, bolsas y redes

Todo el mundo conoce actualmente las bolsas de polietileno; se trata de los embalajes más simples y baratos, y sin duda alguna, son los más empleados en cualquier país. Han constituido la primera realización de las técnicas modernas de distribución. En cuanto a su capacidad se refiere, suele ser muy variable, desde 50-100 gr. por ejemplo hasta sacos de gran capacidad.

Son embalajes muy adecuados para la pequeña y mediana confección de manzanas, peras, naranjas, zanahorias, lechuga, frutos secos, etc. Con frecuencia las papas y cebollas se venden en sacos de polietileno más bien que a granel.

Estas bolsas presentan la gran ventaja de permitir que los productos se embalen según peso o número en cantidades proporcionales al consumo previsto, por una familia, en poco tiempo (unidades de venta).

Por otro lado, proporcionan una cierta protección, al menos para los productos menos sensibles a los golpes; en definitiva, se trata de embalajes perdidos, bastante baratos.

Estos embalajes presentan algunos inconvenientes que es preciso conocer, sea cual sea el material:

- 1.- Impermeabilidad excesiva a los intercambios gaseosos y, en particular, peligro de condensaciones de humedad en las paredes internas en el transporte de mercancías frescas a climas

más fríos. Este inconveniente puede solucionarse efectuando perforaciones en las bolsas.

A veces, sin embargo, puede aprovecharse esa impermeabilidad para un cambio selectivo de ciertos gases, con el fin de crear en el interior de la envoltura una atmósfera favorable a la conservación de los productos.

2.- Dificultades en el llenado y cierre de las bolsas: la mecanización de tales operaciones está resuelta, pero no parece fácil hacerlo con medios sencillos y técnicas poco costosas.

3.- Los frutos no deben estropearse durante su estancia en la bolsa; se trata de una dificultad común a casi todos los preembalajes realizados en la etapa o escala de producción y destinados al consumo fraccionado.

Si se piensa por ejemplo en una bolsa que contenga 10 manzanas, y una de ellas llega podrida a su destino, la bolsa ya no es vendible. La manzana estropeada no puede sacarse sin rasgar el embalaje, es decir, sin estropear la mercancía -- compuesta por producto más embalaje; serán precisos, por lo tanto, nuevos gastos de selección y embalaje.

De todos modos, las ventajas son superiores a los inconvenientes y, hoy por hoy, las bolsas son el embalaje más usado y popular.

Película

Las bolsas de plástico, fabricadas a partir de bandas tubulares extruídas, se sienten desplazadas, en algunas aplicaciones, por películas continuas, tal es el caso del embalaje de ciertos productos alimenticios. Esto ha surgido como consecuencia de la aparición de máquinas muy precisas que, a partir de una película plana, fabrican un tubo, lo llenan por gravedad en dosis precisas y ejecutan el cierre de cada unidad por soldadura térmica.

Estas máquinas se van introduciendo también en los productos agrícolas, especialmente en las frutas de carne más dura.

Películas retráctiles

Una solución más moderna, introducida en Europa desde los Estados Unidos consiste en el empleo de películas retráctiles (PVC, Polietileno, etc.); esta técnica permite resolver el problema de la mecanización de series pequeñas para confecciones de poco tamaño.

La confección está constituida, en general, por una bandeja rígida de cartón (pulpa moldeada) o de plástico, en el cual se coloca la fruta; a mano o automáticamente se envuelve la bandeja llena, con película retráctil, que, al pasar por un ambiente caliente, se contrae y se adapta a la superficie de la fruta, dejando en los extremos de la bandeja unas pequeñas aberturas que permiten la ventilación.

Con respecto a las bolsas citadas anteriormente, los embalajes con películas retráctiles tienen la ventaja fundamental de que el fruto se ve obligado a permanecer en una posición fija; con ello, se evitan movimiento y compresión excesivas de la mercancía, circunstancia que podría ser perjudicial.

Las películas retráctiles pueden serlo en el sentido longitudinal, en el transversal o en ambas. Para lograr estas características, las películas son estiradas en la dirección que se desee luego su retractibilidad y posteriormente se templan, es decir, se fija el estiramiento realizado: en definitiva, el templado consiste en congelar las tensiones provocadas en la operación de estirado. Esta operación se realiza enfriando rápida y bruscamente la película una vez estirada; durante esta operación, la película debe mantenerse en el mismo estado de tensión que tenía en el momento del estiramiento.

La operación de orientación ya sea mono o bidireccional se puede realizar tanto en películas tubulares como planas.

Como materiales plásticos, se suelen emplear: copolímeros de PVC, policloruro de vinilideno, tereftalato de polietilenglicol, polietileno irradiado o no, polipropileno, poliestireno, etc.

No hay que olvidar que se trata de un procedimiento de embalaje y no de conservación, y por tanto el circuito de distribución debe ser lo más corto posible. Por tanto, pueden considerarse como objetivos ade-

cuados los siguientes:

- 1.- Servicio de productos seleccionados, bien calibrados y en - ocasiones ya situados en las bandejas, a centrales de embalaje que realicen la presentación del conjunto y que suministren rápidamente a sucursales o cadenas de distribución.
- 2.- Caso de grandes productores o de cooperativas o expendedores que han de aprovisionar directamente el escalón de venta al consumidor, el embalaje se debe hacer en buenas condiciones, con legumbres o frutas sanas, bien seleccionadas y calibradas; la expedición ha de efectuarse rápidamente, sobre todo en el caso de frutas que corren peligro de estropearse con mayor rapidez.
- 3.- Con primores delicados, que viajan muchas veces por avión o transportes rápidos. Se pueden embalar en las cestitas en el propio campo y embalarlas después con la película retráctil - en las cooperativas o centros de embalaje.

La presentación de productos bajo película retráctil, es una forma muy atractiva de llamar la atención de los consumidores en supermercados y autoservicios.

PELICULAS EN LA CONSERVACION DE PRODUCTOS AGRICOLAS

Las técnicas de refrigeración y congelación de productos alimenticios son muy conocidas por el consumidor. El papel de las películas de plástico, como auxiliares del frío, consiste en mejorar la lucha contra la desecación y contra diversos fenómenos de oxidación de los productos; esto se logra gracias a las propiedades particulares de permeabilidad a los gases y vapores. El comportamiento de los embalajes de plástico ha de ser un tanto distinto según se trate de refrigeración o de congelación, puesto que las temperaturas utilizadas son muy diferentes.

Refrigeración .- La refrigeración utiliza temperaturas moderadas: 0°C a 10°C aproximadamente. En estas condiciones, los riesgos de que los productos se alteren son bastante grandes. Por eso, en general, supone una gran ventaja el empleo de embalajes más o menos resistentes al paso del vapor de agua y del oxígeno.

Existen muchas películas que presentan una gran resistencia al paso del vapor de agua y, por tanto, se formará una atmósfera húmeda alrededor de los productos; de este modo, se reduce considerablemente el peligro de deshidratación o desecación.

Al frenar las pérdidas de agua, los embalajes no sólo impiden las pérdidas de peso, sino que también conservan las propiedades organolépticas de los productos; es bien conocido, por ejemplo, que la desecación favorece el ennegrecimiento de frutas, verduras, carnes, etc.

Los embalajes poco permeables al vapor de agua van bien para productos muy sensibles a la deshidratación, tales como: fresas, uvas, cerezas, lechuga, espinacas, etc., e incluso para otros menos sensibles como lo son las manzanas y las peras.

Sin embargo, no hay que perder de vista que una atmósfera presenta diversos inconvenientes:

- a) Evolución anormal del sabor y perfume
- b) Manchas en diversos órganos vegetales
- c) Mayor desarrollo de mohos.

Por otro lado, puede ser necesaria la ventilación aunque al mismo tiempo se presente un obstáculo al paso del vapor de agua.

Congelación. - La congelación es una técnica de conservación distinta a la refrigeración. Se emplean temperaturas muy bajas: -30° a -40° para la congelación rápida y -18° a -20° en almacenamiento.

Sean cual sean los productos a conservar, se estabilizan en su estado inicial mediante el frío. Esta estabilización da lugar a ciertas dificultades relacionadas con peligros de desecación y de oxidación; y estas dificultades aparecen tanto en la fase de congelación propiamente dicha - como en el almacenamiento. En ambos casos es interesante disponer de embalajes impermeables al vapor de agua o al oxígeno.

Embalajes fisiológicos. - Su principal objetivo es el de retrasar la maduración de productos vegetales que han de tardar varias semanas, e incluso meses en ser lanzados al mercado.

En el interior del embalaje fisiológico, y gracias a la actividad respiratoria del producto por un lado y de la permeabilidad selectiva del plástico frente a los diversos gases por otro, se logra un contenido aproximado de 3% de oxígeno y de gas carbónico de 4 a 5%, diferentes al que existe normalmente en la atmósfera. Por otro lado, en el interior del embalaje, existe un contenido de humedad tal que impide o al menos aminora la pérdida de peso por desecación. No todos los productos hortícolas se presentan fácilmente a este tipo de conservación. La mayor parte de los ensayos se han realizado con peras y manzanas, aunque se están realizando actualmente estudios sobre muchos productos agrícolas.

El tiempo que pueden resistir los productos en este estado de conservación depende de varios factores:

- 1.- Temperatura del recinto de conservación
- 2.- Tipo y variedades de productos a conservar
- 3.- Estado de maduración del producto, así como de su calidad
- 4.- Temperatura a la que se ha realizado el embalaje

Embalajes fisiológicos de polietileno. - Ya en 1955 se demostró en EE.UU. que ciertas bolsas de polietileno permitían crear, bajo el efecto de la respiración de los frutos, una atmósfera que les era muy favorable.

Posteriores estudios realizados en otros países, especialmente en Francia, han puesto a punto diversas técnicas que se explotan hoy en día comercialmente, protegidas por varias patentes. Los embalajes fisiológicos de polietileno consisten en simples bolsas. Una vez llenas de fruta, como por ejemplo manzanas colocadas en una fila; se cierran cuidadosamente por soldadura térmica de modo que el conjunto tenga el aspecto de un cilindro. El número de frutos en el embalaje puede ser cualquiera. La propia permeabilidad selectiva del polietileno a los gases creada por sí, y sin ninguna intervención externa, una atmósfera en el interior de 2 a 3% de oxígeno y de 4 a 5% de anhídrido carbónico.

Estas bolsas se sitúan luego en cajas de cartón o de plástico en el recinto de conservación. Durante el transcurso del tiempo puede observarse que se produce un cierto vacío en el interior de la bolsa, lo cual hace que el plástico se adapte a la forma de los frutos, comunicando al conjunto una rigidez apreciable.

Cuando la fruta se ha embalado en un estado de poca maduración, ésta se logra al final del almacenamiento sin más que cortar una de las esquinas de la bolsa. La maduración termina, entonces, al cabo de dos

a tres semanas.

Las bolsas fisiológicas de polietileno no sólo constituyen un medio de conservación, sino también una confección muy adaptada a la venta en supermercados y autoservicios.

La temperatura de conservación en las bolsas de polietileno puede ser variable y los resultados son, en general, tanto mejores cuanto más baja es la temperatura. Pero la gran ventaja consiste en que se logran resultados excepcionales a temperaturas casi normales, si bien es recomendable no subir de 10 - 12°C y nunca pasar de 14 - 15°C. Se ve que locales sanos y bien ventilados, tales como bodegas, pueden servir perfectamente para estos fines.

Cajones o cajas-palets con ventanas de plástico.- Puede lograrse un buen embalaje fisiológico recubriendo el interior de cajas de cartón o de madera con una especie de saco de polietileno cuyo espesor varía según el producto a conservar.

Las cajas se deben almacenar luego a una temperatura adecuada a cada producto o variedad, si bien en ningún caso es preciso descender por debajo de -1°C.

En este tipo de conservación, como en cualquier otro, es preciso evitar los saltos térmicos, que podrían provocar una condensación peligrosa en el interior del embalaje. Existe también la posibilidad de confeccionar grandes cajones o contenedores, que permiten almacenar en su

interior los frutos en cajas o a granel. Estos cajones a veces se substituyen por grandes sacos de polietileno de gran espesor (0.1 - 0.2 mm.) que son prácticamente impermeables a los gases y que constituyen el forrado interno de las cajas. Estos cajones o sacos estancos, cuidadosamente cerrados una vez llenos, van provistos de una ventana de difusión, fabricadas a base de un tejido recubierto convenientemente con un caucho de silicona. Los intercambios difusivos que tienen lugar a través de las ventanas hacen que al cabo de varios días se logre automáticamente el contenido adecuado de oxígeno y gas carbónico.

Baterías de Difusión.— Las baterías de difusión consisten en unos pequeños recintos ajenos al local de conservación, que es el estanco. Las paredes del difusor en las baterías, está compuesto en general de una serie de tejidos recubiertos de caucho de silicona. Este tipo de instalación permite la conservación de varios centenares de toneladas de fruta de un modo relativamente sencillo. El funcionamiento del difusor no depende sólo de las características de permeabilidad a los gases por parte de sus paredes sino que depende también, en cierta medida, de la importancia del caudal de circulación del gas que lo atraviesa, ayudándose para ello de un ventilador de poca potencia. Este ventilador permite una velocidad del orden de 5 lit/min/ton. de producto almacenado.

Locales con Ventanas de Difusión. - En lugar de utilizar membranas de caucho de silicona en forma de batería en una instalación ajena al local de conservación, se puede en ciertos casos, incorporarlas en forma de ventanas, a las paredes del recinto. En este caso los intercambios de oxígeno, carbónico, nitrógeno y volátiles, se realizaría directamente entre la atmósfera que rodea el producto y la atmósfera exterior. De este modo se evita el ventilador a que se había hecho mención anteriormente. En este tipo de instalación es necesario evitar la condensación de agua en las ventanas ya que disminuirán su poder difusor.

Al comienzo del período de conservación las ventanas de caucho de siliconas, están fuera de servicio (se las tapa por ejemplo, con una persiana de polietileno), hasta que por la propia respiración de la fruta se llegue a un contenido de 10% de carbónico y 11% de oxígeno. A continuación se hace funcionar la superficie requerida de las ventanas de difusión.

Las redes o mallas. - Las redes o mallas de materiales plásticos presentan la ventaja con respecto a las fibras naturales de herir menos la piel - del producto a envasar; sus hilos son más gruesos y elásticos y no se pudren.

Evidentemente estos materiales dejan respirar a los frutos más - fácilmente que cualquier otro material de embalaje.

Con los plásticos en forma de malla se fabrican bolsas y sacos de

poco peso y baratos, por lo que constituyen un método interesante de envasar, para la venta al menudeo de todo tipo de productos agrícolas.

Actualmente existen máquinas sencillas que permiten la confección de bolsas de diferentes tamaños. El producto a envasar, contado o pesado, se vierte dentro de un embudo a través del cual resbala por gravedad y va a caer dentro de la malla en forma de tubo.

El operario, en una sola operación, realiza el cierre superior de la bolsa, la confección del fondo de la siguiente y el corte equidistante de la malla entre ambas.

Debe citarse también el empleo de mallas de plástico en el embalaje de plantas que se han de transportar o trasplantar. La red de plástico asegura el mantenimiento del cepellón y deja pasar las raíces.

Embalajes alveolares.- Ha nacido este tipo de embalajes como consecuencia del perfeccionamiento de las técnicas de moldeo de plástico por vacío.

Los embalajes alveolares se emplean actualmente en numerosos países en el embalaje de frutas delicadas, tales como melocotones, ciruelas, albaricoques, peras, etc., incluso se utilizan para naranjas y mandarinas, como embalaje de presentación y para tomates incluso para la exportación como por ejemplo en el caso de Italia. Se fabrican estas bandejas a partir de hojas delgadas de PVC rígido, poliestireno antichoque, polipropileno y poliestireno expandido. Sea cual fuere el material, este ha de cumplir las siguientes condiciones:

- A.- Los frutos han de ser retenidos sólidamente en los alvéolos.
- B.- Completa separación entre las diferentes unidades de fruta.
- C.- La superficie de contacto entre fruta y plástico debe ser la mínima necesaria, con objeto de favorecer la libre circulación del aire, incluso en la mitad del fruto introducido en el alvéolo.
- D.- Fondo del alvéolo perforado (no siempre) con objeto de permitir la salida del agua de condensación y evitar una excesiva impermeabilidad del propio alvéolo.
- E.- Las paredes deben ser flexibles y elásticas con objeto de que no dañen al fruto cuando sea delicado o esté muy maduro; además debe retener bien los frutos que no tengan la forma o el tamaño completamente regular.

Los alvéolos suelen disponerse al tresbolillo; de este modo se logra una superficie de condicionamiento de un 10% superior a la disposición en líneas ortogonales.

Todas las exigencias que acaban de enumerarse no podrían cumplirse ni realizarse si no fuera gracias a los materiales plásticos.

Además, las cualidades intrínsecas de los materiales plásticos a partir de los cuales se fabrican estos embalajes, hacen que no se sientan afectados cuando las mercancías se meten en locales refrigerados o se transportan en vagones frigoríficos; por otro lado, los materiales plásticos

cos son insensibles a la humedad y a los líquidos orgánicos de los frutos.

Las objeciones más importantes que se hacen a este tipo de empaques son de tipo económico y psicológico. Y, sin embargo, es bien cierto que la rápida difusión que están alcanzando en diversos países se debe no sólo a ventajas de tipo técnico sino también de orden económico.

Estas ventajas pueden resumirse en las siguientes:

- 1.- Reducción de mano de obra en el confeccionamiento. Los operarios pueden trabajar a dos manos y no existe posibilidad de equivocarse, incluso si el personal no está especializado. Esto supone un ahorro del 50% en muchos casos.
- 2.- Imposibilidad de transmisión de podredumbre por estar separados los frutos unos de otros.
- 3.- Amortiguamiento de los choques posibles durante el transporte y manipulación de las cajas.
- 4.- Perfeccionamiento y estandarización de los sistemas de empaque, gracias a la disposición fija y forzada de la fruta en las bandejas; calibre más perfecto y uniforme, ya que el propio alvéolo actúa como medio de control.
- 5.- Presentación más cuidada, de gran eficacia desde el punto de vista comercial. Sustitución más fácil y rápida de un fruto que se haya estropeado durante el transporte.

Desde el punto de vista de una exportación, son ventajas indiscutibles el ahorro de tiempo y mano de obra.

A medida que se va aumentando la industrialización de un país, la mano de obra a disposición de los centros de embalaje, disminuye sensiblemente. Por lo tanto, hay que embalar y confeccionar por los medios y sistemas más modernos y rápidos y que exijan poco personal.

En esta línea, los productos alvéolares de plástico colaboran de una manera muy eficaz. Actualmente existen en el mercado internacional máquinas que permiten embalar más de 8,000 kilogramos de fruta por hora con solamente 10 operarios; esto representa no más del 10 al 15% de la mano de obra exigida en los métodos convencionales. Las bandejas alvéolares se disponen en cajas o marcos de madera, apilables, o de cartón. Se suministran en diferentes colores y tamaños bien normalizados y sirven para la distribución a mercados tanto nacionales como extranjeros.

Bandejas no recuperables.— Para la expedición de productos hortifrutícolas desde el centro de confeccionamiento al mercado interior o exterior, aparecieron en el mercado italiano hace unos pocos años unas bandejas de plástico (poliestireno antichoque) no recuperables y que pretendían sustituir a las tradicionales de madera apilables. En este tipo de embalaje el plástico forma la parte externa del conjunto, que permite el apilamiento por su resistencia, mientras que en el interior va un recubrimiento —

de cartón ondulado. Este tipo de embalaje tiene entre otras, la gran ventaja de una tara absolutamente constante, por lo que se puede efectuar la venta al peso neto. El cartón puede ir con las ventanas que exiga la mer-cancía, y si se elimina dicho cartón, la bandeja puede utilizarse para la expedición de verduras tales como lechuga y otras.

Platos asociados. - En este caso se trata de la asociación de una bande-ja de plástico (poliestireno antichoque) que reposa sobre un fondo de car-tón. Este plato puede apilarse y, además, en el cartón puede inscribirse de manera atractiva no sólo la normalización del producto transportado - sino también una buena publicidad para el productor y expedidor.

Materiales plásticos en recogida y transporte de productos agrícolas. -

- 1.- Canastas y cestas de grandes dimensiones. - Se fabrican en general de polipropileno y en menor porcentaje de polietileno de alta densidad. Se utilizan en la recogida de la fruta en el campo y suelen ser simila-res a las de mimbre. Son aconsejables las que llevan asas ya sea fi-ja o móvil para la cogida directa desde el árbol. Para la vendimia - van bien unas canastas de polipropileno de pared cerrada que ofrecen la ventaja de contener el zumo.
- 2.- Cestas de pequeñas dimensiones. - Se pueden utilizar para la recogi-da, transporte y comercialización de fruta y verduras de tamaños pe-queños, tales como la fresa, cerezas, uva, frambuesa, rábanos, etc

Se fabrican estas cestinas de poliestireno, polietileno o PVC. Se trata de unos embalajes muy interesantes para supermercados y autoservicios. Permiten una presentación elegante e higiénica, superior a la de la madera; las cestitas van colocadas en cajas apilables de cartón o madera y su capacidad, variable, suele estar comprendida entre 135 gr. y un kilogramo. La aereación del producto y la eliminación de humedad se logra a través de los orificios existentes en el fondo de la cestita.

3.- Cajas de grandes dimensiones.- Se fabrican casi siempre de polietileno de alta densidad y en algún caso de polipropileno. Se utilizan para el transporte de productos agrícolas desde el lugar de recolección a los almacenes de selección y confeccionamiento o a las cámaras frigoríficas. En ciertos casos (venta a peso neto con envase recuperable) este tipo de recipiente se envía también a los centros de distribución.

Para esta última aplicación existe en el mercado internacional (origen y patente italianos) unas cajas desmontables o abatibles en una sola pieza, que presentan la gran ventaja de ser devueltas ya vacías con un volumen mínimo. Esto supone un gran ahorro en los gastos de transporte.

4.- Mallas para recogida de aceituna. - Pocos productos agrícolas presentan mayor dificultad en la recogida de las cosechas que la aceituna.

En los países mediterráneos, donde se cultivan olivos en grandes extensiones, se han probado con indudable éxito las mallas de plástico de polietileno y polipropileno extendidas sobre el terreno por debajo de los árboles.

Entre las ventajas que aportan este tipo de mallas, hay que hacer resaltar las siguientes:

- a.- Reducción en la mano de obra, que en ciertas experiencias - ha llegado a ser del 50%.
- b.- Disminución de pérdidas al efectuar la cosecha
- c.- Aumento en el porcentaje de aceite.

La red de plástico se presenta en forma de tiras continuas o enpaños confeccionados a las medidas adecuadas.

Envasado de productos líquidos derivados de la agricultura. - En la actualidad, cualquier producto líquido alimenticio, podría envasarse en materiales plásticos, si no se tiene en cuenta el factor económico.

Existen plásticos químicamente inertes a los productos a envasar y en cuyas formulaciones, cuando se añaden aditivos adecuados, estos - son atóxicos y no extraíbles. Los materiales plásticos en el envasado de

líquidos, se utilizan en compañía de otros productos tales como cartón o folios de aluminio bien sólo en forma de bolsas y, sobre todo, de frascos o botellas.

Los plásticos más utilizados son el polietileno de alta y baja densidad, el PVC rígido no plastificado y, en ciertos casos, poliamidas.

Como productos a envasar pueden citarse:

- A.- Aceites comestibles: de oliva
- B.- Vinos corrientes
- C.- Vinagre
- D.- Aguas minerales: no gaseosas
- E.- Leche

Actualmente está adquiriendo gran importancia el transporte de líquidos de origen agrícola o de líquidos para la agricultura, empleando para ello grandes recipientes fabricados a base de resinas de poliéster reforzadas con fibra de vidrio en sus diversas formas de presentación.

Los problemas que se habían venido presentando hasta hace poco radicaban fundamentalmente en la posibilidad de disponer de resinas específicas para cada tipo de aplicación, de modo que resistieran químicamente a los productos transportados: leche, vino, mosto, agua, fertilizantes líquidos, zumos de fruta, etc.

II. 12 MEJORAMIENTO DE SUELOS CON MATERIALES PLASTICOS

En cultivos intensivos, y particularmente en cultivos bajo invernadero, se utiliza la turba desde hace tiempo para aumentar la producción. Los mejores rendimientos se han logrado con turbas largas y blandas que provienen de países nórdicos.

La demanda de este producto por parte de agricultores, horticultores y floristas en toda Europa es tal, que la explotación de las canteras de turba, ha de realizarse incluso en las temporadas de invierno, época en que resulta difícil, al estar impregnado dicho producto de agua.

Por otro lado, las reservas mundiales empiezan a disminuir en las zonas más próximas a su utilización; todo ello unido al constante aumento de mano de obra, hace que se tema una subida de precio de un material que se considera indispensable.

Una de las formas de modificar la estructura de un suelo, consiste en mejorar la capacidad de retención de agua. Para lograr este objetivo, es preciso emplear sustancias que sean hidrófilas y porosas, y cuyos poros puedan retener agua por capilaridad.

También puede mejorarse un suelo, aligerando o ahuecando su estructura; con ello se logra un mejor aeramiento, aumentando por tanto la respiración de las raíces de las plantas. Al mismo tiempo, se facilita el drenaje de los terrenos pesados.

Estos efectos se alcanzan, añadiendo al suelo unos materiales - que posean una granulometría que permita la disminución de la densidad aparente del mismo.

Como consecuencia de todo lo expuesto, varias empresas mundiales han buscado durante años, unos productos que sirvieran de sustitutos de la turba y que se fabricaran con materias primas abundantes, poco caras y con propiedades similares al material a sustituir.

Todos estos objetivos se logran hoy en día con ciertos tipos de espuma sintética, fabricadas a partir de materiales plásticos.

Resinas empleadas en la fabricación de espumas

Industrialmente se obtienen las siguientes espumas de plástico:

- Espumas de Urea-formol (rígidas)
- Espumas de poliestireno (rígidas)
- Espumas de poliuretano (rígidas y flexibles)
- Espumas de fenol-formol (rígidas)
- Espumas de PVC (rígidas y flexibles)
- Espumas de PE, resinas epoxi, poliéster, etc.

De todas estas espumas, sólo se utilizan en agricultura hasta la fecha, con más o menos intensidad, las de urea-formol y las de poliestireno.

Tipos de espumas de plástico

Con relación a su estructura, las espumas pueden ser de células abiertas, cerradas o mixtas.

Según sea el tipo de estructura, así serán las aplicaciones a que pueden dedicarse las diferentes clases de materiales plásticos espumados.

En espumas rígidas, es prácticamente imposible obtener productos de células abiertas al 100%, más bien se trata de estructuras mixtas con porcentajes variables en células abiertas y cerradas.

Las espumas de urea-formol, contienen en general, de un 60 a un 70% de células abiertas y de un 30 a 40% de células cerradas. Las fenólicas, presentan unos porcentajes de 25 y 75% respectivamente.

En el caso de espumas de poliuretano, las flexibles son de célula abierta; las rígidas o duras, según sea el proceso de fabricación, pueden contener porcentajes variables de celdas más o menos abiertas.

Las espumas de poliestireno son siempre de celda cerrada; las de PVC, pueden llevar celdas cerradas, abiertas o mixtas.

Las espumas a base de resinas fenólicas, son de estructura celular mixta con un 75% de celdas cerradas y un 25% abiertas.

Aplicaciones generales de las espumas de plástico

Las aplicaciones posibles de los diferentes tipos de espuma, difieren no sólo en el tipo de material base de partida, sino también (y fun

damentalmente) de la estructura cerrada o abierta de las celdas, así como en el porcentaje de cada una de ellas.

Las espumas que poseen un elevado porcentaje de células abiertas pueden aplicarse en dos campos bien diferentes:

- 1.- Para aumentar la capacidad de retención de agua por parte del suelo, y poniendo, por tanto, una mayor cantidad de la misma a la disposición de las plantas cultivadas.
- 2.- Para aligerar o ahuecar los terrenos pesados, mejorando el drenaje, y aireación del suelo.

Las espumas de célula cerrada, poca o ninguna influencia pueden tener en la capacidad de retención del agua, sólo valen para aligerar el terreno.

Espumas de urea-formol

Este tipo de espuma puede emplearse como modificador del suelo, en cualquiera de los objetivos descritos anteriormente.

Pueden utilizarse tanto en terrenos arcillosos como arenosos.

En el primer caso, evita el apelmazamiento del suelo, con lo que facilita la penetración del agua de riego o de lluvia, así como la aireación; en terrenos arenosos actúa como retenedor de agua, corrigiendo la estructura excesivamente filtrante de los mismos.

La retención de agua de la resina de urea-formol en estado de saturación, es de 96.5% en volumen, mientras que en el punto de marchitamiento es de sólo 2.7%.

En el punto de saturación, todo el volumen es prácticamente agua. Se trata pues, de un tipo de espuma, que posee, no sólo una gran capacidad de retención de agua, sino que presenta un alto porcentaje de poros de drenaje.

Desde el punto de vista químico, se trata de un material de buena resistencia a la degradación; de todos modos, cuando ésta se produce a lo largo de los años, se comporta como un abono nitrogenado de descomposición lenta; la espuma tiene un 30% de nitrógeno, que va cediendo a razón de 5 - 6% anual.

En cuanto a sus posibles aplicaciones, en principio, puede aplicarse en las mismas en las que se ha venido empleando la turba hasta la fecha, es decir, corregir la estructura del suelo.

Las espumas de urea-formol tienen la ventaja de que pueden fabricarse y distribuirse en el propio terreno donde se vayan a aplicar. Con ello se logra un gran ahorro en los gastos de transporte, ya que si se transportara la espuma terminada, un gran porcentaje de su volumen es aire ya que su densidad es de unos 15 - 30 Kg./m³.

Comercialmente se presentan estas espumas en forma de copos ligeros blancos y pueden utilizarse en:

- 1.- Mezclas con tierra en horticultura, floricultura y viveros, como sustituto de la turba, o mezclada con ella.
- 2.- En suelos filtrantes, en los que se corre el riesgo de sequía.
- 3.- Mezclado con tierra para la confección de capa de fondo en los agujeros de plantación en viticultura y arboricultura frutera.
- 4.- En el acondicionamiento de plantas para evitar el secado durante el transporte.

En espumas cuya densidad está comprendida entre 15 y 20 Kg/m³, la retención del agua embebida es de 1.255%.

Por otro lado, las presiones de liberación del agua son muy bajas; por tanto, casi todo el líquido puede ser restituido y puesto a la disposición de las plantas.

En mercados internacionales, se pueden encontrar tierras con diferentes proporciones de espuma de urea-formol, comprendidas entre 15 y 30%.

Una fórmula standard puede ser la siguiente:

- 40% de tierra
- 20% de turba
- 20% de urea-formol
- 20% de espuma de poliestireno

Estas tierras pueden enriquecerse con cantidades variables de abonos compuestos. La densidad aparente resultante es del orden de - 0.5 a 0.6. Las tierras utilizadas en la producción de estos compuestos, se deben de sacar de capas profundas; así se garantiza la esterilidad biológica del sustrato; no contendrá parásitos, ni semillas de malas hierbas.

En ocasiones se encuentra en el mercado una mezcla de turba y espuma en la proporción de 1:1. La espuma añadida a la turba, permite resolver en parte el problema de exceso de humedad que pueda llevar la turba si se ha extraído durante la época de lluvias.

Salvo casos excepcionales, las espumas de urea, se emplean -- siempre en mezcla con otros productos; rara vez el porcentaje llega o pasa del 50%.

En cultivos de pleno campo la espuma de urea se utiliza en aplicaciones directas, extendiéndose sobre el suelo. Para que sean rentables económicamente, las cantidades utilizadas son del orden de 200 m³ de espuma por hectárea.

En tierras ligeras y arenosas, se utilizan espumas en estado seco de 15 Kg/m³ de densidad; en suelos pesados se emplean densidades mayores (22 - 30 Kg./m³).

Un factor económico muy interesante es el de conocer la duración de la eficacia del producto mezclado con el suelo.

Se ha podido constatar que las resinas de urea sufren dos tipos de degradación:

- 1.- Degradación física o estructural, que se traduce en una transformación de la espuma (forma esponjosa) en una forma pulverenta. Mientras permanece su estructura celular, puede considerarse como retenedor de agua en el suelo.
- 2.- Descomposición por degradación molecular (biológica y química). Se ha comprobado que la capacidad de retención de agua es inversamente proporcional a la degradación estructural de la espuma; este fenómeno ocurre al cabo de 4 - 5 años.

La degradación biológica y química se traduce en la liberación lenta de nitrógeno. Los productos de descomposición no son nocivos para el suelo.

Otro campo de aplicación de las espumas de urea-formol, es la lucha contra la erosión.

En numerosos países con clima de mucho sol y en las regiones barridas por el viento, o donde el terreno no recibe agua suficiente para que el terreno se proteja con un revestimiento vegetal, las extensiones desérticas ganan progresivamente superficies que antes estaban cubiertas de vegetación.

Por el contrario, en países en que las precipitaciones acuosas son elevadas, o donde el terreno está con fuertes pendientes, se puede apre-

ciar erosiones intensas.

En proporciones más modestas, pasa lo mismo en el caso de tr
bajos en carreteras en cuyos cruces hay que elevar el terreno ha distin-
to nivel. Las pendientes así creadas son presa fácil de la lluvia, y los
consiguientes corrimientos de tierra exigen consiguientes gastos.

Si bien en el estado actual todavía no hay que pensar todavía en
parar la progresión de los desiertos, en cambio es posible parar la ero-
sión debida al viento y a la lluvia, en lugares más restringidos en super-
ficie.

Posiblemente, uno de los sistemas más eficaces es la creación
de una alfombra vegetal que protege el terreno contra el viento y que cons
tituirá una protección mecánica, favoreciendo la infiltración de agua y dis
minuyendo, por tanto, su acción erosiva. En casos de este tipo, se han
recubierto con espumas de urea, superficies bastante importantes, mez-
cladas con semillas, fertilizantes y agua. La cantidad de agua almacena
da por la espuma es suficiente para permitir la germinación del grano o
semilla, y las raíces forman una trama de protección que se fija al conjun
to del terreno de un modo definitivo.

Aplicaciones de las espumas de urea-formol

La simple enumeración de sus aplicaciones, nos da una idea de
la versatilidad de esta espuma:

Soporte de flores cortadas con fines decorativos; lucha contra la formación de aguas superficiales; como sustituto de la turba; drenaje de suelos; protección contra heladas; fijación de dunas y taludes; plantación de árboles; trasplante de árboles desde el vivero; tierra de cultivo para jardines de terrazas, balcones, etc.; formación de césped transportable; acolchamiento de suelos; etc.

Espumas de poliestireno

Las espumas de poliestireno están formadas por perlas o copos blancos y huecos de unas dimensiones comprendidas entre 4 y 12 mm. - Estructuralmente, son de celda cerrada.

Desde el punto de vista químico, es un material neutro que no produce ningún efecto sobre las plantas.

El poliestireno expandido, sólo retiene agua en su superficie, pero no se satura; es decir, no penetra en su interior y, por tanto, no pone agua a disposición de las plantas. No obstante, mejora la aereación, el drenaje de suelos y da lugar a un aligeramiento permanente de los mismos. También mejora el equilibrio térmico de los terrenos. Un mayor contenido de oxígeno (por mayor aeramiento) y una temperatura más alta significa aumentar la intensidad vital del suelo y, por tanto, se mejora la producción.

Las espumas de poliestireno, no aportan materia orgánica al suelo de cultivo; su acción de mejoramiento de suelos pesados depende sólo

del estado físico de la espuma, es decir, de su morfología. Puede mezclarse también con turba, etc., en una proporción comprendida entre 200 y 500 m³ por hectárea; la proporción exacta depende del tipo de terreno. Los suelos arenosos no requieren del empleo de espuma de poliestireno (diferencia con las de urea-formol).

Puesto que se trata de un material muy ligero, debe de aplicarse en condiciones atmosféricas de calma e incorporarse inmediatamente al terreno con ayuda de un arado o cualquier otro equipo adecuado.

Como aplicaciones posibles, puede pensarse en las mismas que se han enumerado para las espumas de urea-formol, con excepción de las que se refieren a retención de agua; a este respecto, ya se ha indicado - anteriormente que dicha retención no es posible por tratarse de células cerradas.

III. PROPIEDADES DE LOS PLÁSTICOS UTILIZADOS EN LA AGRICULTURA

Los campos de aplicación de los materiales plásticos empleados en agricultura son numerosos; esto puede observarse por ejemplo con el polietileno o el policloruro de vinilo que se utilizan en invernaderos, túneles, tuberías, etc.

Por otro lado, un material puede presentarse bajo formas distintas y con propiedades diferentes, como es el caso del PVC flexible para túneles, ensilado, etc., o del PVC rígido que es empleado para invernaderos, tuberías, etc.

Los criterios fundamentales para la elección adecuada son el factor económico y las características del material a emplear.

También se debe considerar la influencia que puedan tener las condiciones climáticas, que en algunos casos determinan el valor real del material previsto.

Por lo tanto, puede concluirse que el buen conocimiento de las propiedades de los plásticos permitirá realizar una buena elección que permitirá prever el futuro comportamiento de los mismos.

Materiales plásticos utilizados en agricultura

Los materiales que son más empleados son los siguientes:

- a) Poliolefinas. (Polietileno de baja densidad, polietileno

- de alta densidad y polipropileno)
- b) Policloruro de vinilo (rígido o flexible)
- c) Poliamidas y poliésteres lineales
- d) Poliésteres no saturados, reforzados con fibra de vidrio o de nylon
- e) Polimetacrilato de metilo
- f) Poliestireno
- g) Espumas de urea-formaldehido, poliestireno

Cuando estos materiales se encuentran en forma de semiproductos tales como películas, placas, tubos, etc., o de productos terminados como envases y recipientes, contienen en su mayoría una serie de sustancias o aditivos, tales como plastificantes, absorbentes de luz UV, colorantes, cargas, etc., por lo tanto, la composición de varios materiales pertenecientes a una misma familia pueden ser muy diferentes por lo que también lo serán sus propiedades, y comportamiento.

Los materiales plásticos son sometidos a procesos de transformación variados para obtener diferentes productos. Las películas se obtienen por extrusión o calandreo, las tuberías por extrusión, los recipientes por inyección, etc.

La calidad del producto terminado depende de la aplicación en los distintos procesos de las técnicas más adecuadas para cada formulación particular.

Características generales

Los plásticos, en general, se constituyen de moléculas de gran tamaño, cuyo peso molecular suele variar y está comprendido entre - 10 000 y 1 000 000.

Con las excepciones de los poliésteres reforzados con fibras de vidrio o de nylon y las espumas de urea-formol, todos los plásticos son termoplásticos, es decir, pueden reblandecerse a temperaturas más o menos altas. Las dos excepciones indicadas son materiales termoestables, o sea que no se reblandecen por la acción de la temperatura, si ésta es demasiado alta llegan a quemarse como materiales orgánicos que son, pero sin reblandecerse previamente.

Otra característica comun a todos los plásticos es su poco peso con respecto a los materiales tradicionales, tales como el vidrio o los metales, como se observa en la Tabla XXXII

TABLA XXXII
DENSIDAD DE DIFERENTES MATERIALES

<u>Material</u>	<u>Densidad g/cm³</u>
Polietileno de baja densidad	0.915 - 0.930
Polietileno de alta densidad	0.94 - 0.96
Polipropileno	0.90 - 0.91
Policloruro de vinilo flexible	1.25 - 1.50
Policloruro de vinilo rígido normal	1.35 - 1.46
Policloruro de vinilo rígido alto impacto	1.34 - 1.40
Poliámidas	1.30 - 1.14
Poliéster-fibra de vidrio	1.5 1.6
Polimetacrilato de metilo	1.18
Poliestireno cristal	1.05
Poliestireno antichoque	1.04 - 1.07
Vidrio	2.4
Aluminio	2.7
Acero	7.85
Cobre	8.8
Plomo	11.34

La baja densidad de los materiales plásticos constituye casi siempre una gran ventaja por su facilidad de transporte y menores exigencias en estructuras.

A continuación se mencionan los pesos de algunas películas de materiales plásticos en espesores típicos comparados con el vidrio:

- a) Película de polietileno de baja densidad de 0.1 mm de espesor, pesa 92 gramos por m^2 .
- b) Película de PVC flexible de 0.1 mm de espesor, pesa de 130 a 140 gramos por m^2 .
- c) Placa de poliéster reforzado con fibra de vidrio pesa 2.5 kg. - aproximadamente por m^2 .
- d) Un metro cuadrado de vidrio de 2.7 mm de espesor pesa 6.5 kg.

Características particulares

Poliolefinas

Todos los materiales pertenecientes a esta familia, son menos densos que el agua. A ninguno de ellos se le añade plastificantes para lograr una determinada flexibilidad, en mayor o menor grado la poseen de por sí, siendo el polietileno de baja densidad más flexible que el de alta densidad.

Los pesos moleculares suelen seleccionarse comercialmente mediante el índice de fluidez, que corresponde a una cierta viscosidad del

polímero fundido en condiciones bien determinadas. Cuanto menor es el infrarrojo, mayor es el peso molecular y en consecuencia mejores serán sus propiedades mecánicas.

Para la fabricación de películas de polietileno de baja densidad, destinados para usos agrícolas, debe emplearse un infrarrojo igual a 2 ó inferior.

Las películas son transparentes en general si bien en algunas ocasiones son ligeramente opacas.

El polietileno de alta densidad es más rígido que el de baja, debido a que son menos lineales, o sea menos ramificados; también son más frágiles a temperaturas por debajo de 0°C.

Los polipropilenos son los menos densos dentro de la familia y también los más rígidos. Su dureza superficial es mayor y son más frágiles que los polietilenos a bajas temperaturas.

Su punto de fusión (164-170°C) es muy elevado, por ser más cristalinos.

Las poliolefinas son muy sensibles a la oxidación bajo la influencia del oxígeno atmosférico y de las radiaciones solares; esta oxidación les hace rápidamente frágiles. Afortunadamente mediante la adición de antioxidantes y absorbentes de luz ultravioleta adecuados, puede evitarse en gran parte esta sensibilidad a la oxidación, prolongando el período de vida activa en aplicación. Las películas pigmentadas con negro de humo

son las más resistentes a la acción de la intemperie y agentes atmosféricos en aquellos casos cuando la opacidad y el color negro no supongan ningún inconveniente.

Policloruro de vinilo

En esta familia debe distinguirse entre el PVC plastificado que se utiliza en la fabricación de películas, y el PVC rígido que es empleado en la fabricación de planchas para abrigos y tuberías para conducción de agua.

PVC flexible (plastificado)

El policloruro de vinilo presenta la particularidad de ser compatible en grandes proporciones con diferentes tipos de plastificantes. Estos productos son los que imparten flexibilidad al PVC. La flexibilidad a distintas temperaturas depende del tipo de plastificante y del porcentaje del mismo empleado en la formulación. El plastificante suele emplearse entre 30 y 70%.

Además de los plastificantes, se añaden normalmente otros aditivos tales como estabilizantes térmicos, antioxidantes, absorbentes de luz ultravioleta, etc., pero éstos en menor proporción.

En el caso de protección de cultivos, como en invernaderos y túneles, se utilizan películas transparentes, ya sean incoloras o coloreadas.

En el caso de acolchamiento y embalses, canales de riego, etc., se emplean en general películas opacas.

Cuando la concentración de plastificantes aumenta, la película es más elástica, es decir, experimenta alargamientos cada vez mayores y relativamente recuperables.

El PVC tiene la ventaja sobre el polietileno de que es menos sensible a la oxidación, incluso cuando va plastificado, a condición de haber elegido bien los plastificantes.

En los cambios de formulación se ve que existen pocas posibilidades de influir significativamente en la resistencia a la tracción y rasgado, así como en el alargamiento a la rotura.

La flexibilidad del PVC plastificado a bajas temperaturas suele ser inferior a la del polietileno, si bien depende del tipo y proporción de plastificante.

Desde el punto de vista práctico, se recomienda que las películas vinílicas que alcancen las temperaturas de utilización más bajas, sus módulos de elasticidad no deben ser superiores a 20 kg/cm^2 .

En la Tabla XXXIII se dan propiedades de películas con diferentes plastificantes, a diversos contenidos de los mismos.

TABLA XXXIII
PROPIEDADES DE PELICULAS DE PVC PLASTIFICADO

	Contenido de plastificante %					
	30		50		70	
	DOA	TCP	DOA	TCP	DOA	TCP
Resistencia a la tracción kg/cm ²	260	350	200	250	130	200
Alargamiento a la rotura %	190	170	280	210	350	250
Resistencia al desgarre - kg/cm de espesor	100	120	60	70	40	45
Temp. a la que el módulo de elasticidad es 7 kg/mm ²	16	40	-15	18	-40	2

DOA = Adipato de dioctilo

TCP Fosfato de tricresilo

Con una elección adecuada del plastificante, se puede ampliar bastante el margen de flexibilidad a bajas temperaturas. Por otro lado, esta posibilidad se ve limitada por consideraciones de durabilidad, volatilidad, comestibilidad por los microorganismos, precio de costo, etc.

No es aconsejable emplear contenidos bajos de plastificantes con objeto de que las películas puedan conservar su flexibilidad a bajas temperaturas, pero si se añade en exceso, se logran productos demasiado flexibles a temperatura ordinaria, fluyen demasiado y presentan ciertos inconvenientes desde el punto de vista del envejecimiento.

Para lograr una duración de varios años, la solución más adecuada la constituyen las películas de PVC armadas. Consisten en dos películas superpuestas y soldadas entre sí, incluyendo en su interior en forma

de emparedado, una rejilla fabricada con fibra de poliamida o de poliéster lineal.

Los estabilizantes que se añaden tanto al PVC rígido como al flexible, juegan un doble papel: protegen a la resina contra la temperatura a la que se le somete durante la transformación en las máquinas, ya sea extrusión, calandreo, etc., y evitan las degradaciones debidas a la luz.

Duración de las películas de PVC

El envejecimiento se manifiesta por la pérdida de transparencia, aparición de color y por fragilidad mecánica.

Estas variaciones se deben a modificaciones del polímero y del plastificante por efecto del calor y de la luz en presencia de oxígeno; también se deben a un fenómeno físico, que es la extracción del plastificante provocado por el agua, los suelos absorbentes, los microorganismos o como consecuencia de su volatilidad.

La extracción del plastificante, rebaja el contenido del mismo en la película, por lo que resulta menos resistente a las bajas temperaturas. Por otro lado, la extracción provoca una reducción dimensional que acentúa la tensión de la película sobre su soporte.

El envejecimiento del plastificante puede provocar su exudación, haciendo que sea pegajoso y, por tanto, que se manche con facilidad y pierda propiedades ópticas. El envejecimiento favorece también la pérdida por volatilidad y por solubilización en las aguas de lluvia.

Cuando se manifiesta una cierta fragilidad mecánica ya existen signos visibles de envejecimiento; se forman pequeñas manchas rojizas que se van extendiendo poco a poco hasta ocupar la casi totalidad de su superficie. No obstante, si se utilizan estabilizantes de estaño o productos orgánicos sulfurados, la transparencia y ausencia de color pueden mantenerse, aunque la película sea frágil.

Acción de la luz sobre películas de PVC

En verano las películas transparentes pueden llegar a alcanzar una temperatura de 80°C (los negros hasta 90°C). La degradación térmica - provoca una decoloración que va del amarillo pálido al negro.

Es conveniente saber que estos dos fenómenos no van ligados cuantitativamente, ya que la intensidad e incluso el matiz de la coloración están influenciados por los plastificantes y estabilizantes existentes en la composición.

Por su parte, la luz provoca también la deshidrocloración del polímero, si bien la coloración resultante es menor; incluso una coloración provocada térmicamente puede verse atenuada por la acción de la luz. Así, se explica el hecho de que películas que al principio de otoño presentan ciertas manchas (por haberse consumido casi todo su estabilizante), se vuelven incoloros durante el invierno.

TABLA XXXIV

VOLATILIDAD Y EXTRACCION DE PLASTIFICANTES EN
PELICULAS DE PVC

	DOA	DOP	DIDP	TCP	POLIESTER
Volatilidad (pérdida en % de plastificante en 24 h. a 70°C	18.7	4.2	1.5	0.8	0.8
Extracción por agua (pérdida en %, 24 h. a 23°C	0.16	0.03	0.03	0.03	No medible

DOA = Adipato de dioctilo
DIDP = Ftalato de disodécilo

DOP = Ftalato de dioctilo
TCP = Fosfato de tricresilo

De la Tabla XXXIV se deduce que hay varias posibilidades para -
variar estos fenómenos según sea el tipo de plastificante elegido.

Cuando se prevean películas que han de resistir de 4 a 5 años en
climas cálidos, no deberá utilizarse ningún plastificante cuya volatilidad
sea superior a lo del Ftalato de dioctilo. Lo mismo hay que decir de la
extractibilidad: el Ftalato de dioctilo debe considerarse como límite o no
sobrepasarlo.

Acción de los microorganismos en películas de PVC

Los plastificantes son una fuente de carbono interesante para mu-
chos microorganismos. Se lucha contra ellos eligiendo los materiales -
menos comestibles o añadiendo a las composiciones agentes antisépticos

La primera solución es a la que se recurre en la actualidad.

Comparación de películas de polietileno y de PVC flexible

Es conveniente realizar una comparación entre ambos materiales, ya que son los que prácticamente utilizan los agricultores.

Las películas de PVC de buena calidad tienen mejores características mecánicas que los de polietileno, también de buena calidad. No obstante, esta afirmación no tiene demasiada importancia práctica puesto que los ensayos realizados según normas determinadas, no representan condiciones similares a la forma en que las películas son solicitadas en uso. Las características mecánicas son aún mejores en las películas de PVC armado. Puede concluirse que ambos tipos de películas tienen suficiente resistencia, para ser consideradas de calidad, si se comportan adecuadamente con respecto a otras propiedades.

Las películas de polietileno tienen un mejor comportamiento general frente a las diversas temperaturas. El polietileno resiste o conserva su flexibilidad a temperaturas más bajas que el PVC, si bien se ha visto anteriormente que en el caso del PVC depende de la composición, o sea del tipo y cantidad de plastificante. Por lo tanto, en este caso existe una cierta ventaja por parte de la película de polietileno.

En cuanto a la durabilidad, en el estado actual de la fabricación, puede considerarse una ligera ventaja por parte del PVC siempre que sea

de buena calidad, cosa más difícil de lograr que con el polietileno. Esta ventaja se aumenta sensiblemente en el caso de películas de PVC armadas.

De todos modos esta afirmación debe acogerse con cierta prevención; efectivamente y debido a los continuos estudios y mejoras que continuamente se introducen en las películas de polietileno, en pocos años - puede anularse la ventaja que actualmente tienen las películas de PVC de buena calidad.

En cuanto a las propiedades ópticas, puede considerarse una ligera ventaja a favor del PVC. No obstante y debido a la aparición de películas de polietileno especiales en el infrarrojo, esta ventaja se ha reducido al mínimo en la actualidad.

Policloruro de vinilo rígido

En la agricultura, el PVC rígido se utiliza en forma de placas, generalmente onduladas y en forma de tuberías.

En estos casos, el PVC no lleva plastificantes; solo estabilizantes, absorbentes de luz ultravioleta, antioxidantes y en algún caso pigmentos o colorantes. El espesor de las placas varía entre 1.0 y 1.5 mm y se emplean en la fabricación de invernaderos.

En lo que a tubería se refiere, merece destacarse la gran resistencia a la corrosión de tanta importancia en conducciones de agua, y lí-

quidos alimenticios tales como vino, leche, etc.

La resistencia a la intemperie del PVC rígido puede ser de varios años, si se elige adecuadamente el sistema estabilizante.

Poliésteres lineales

Los poliésteres lineales en forma de películas, químicamente son compuestos a base de tereftalato de polietilenglicol; en el mercado mundial se encuentran con diversos nombres comerciales, si bien y debido a su alto precio, no se utilizan más que en los Estados Unidos.

Estos materiales poseen una excepcional resistencia mecánica, buena resistencia a la intemperie y gran transparencia.

Se utilizan en la construcción de invernaderos, resistiendo entre 4 y 7 años.

Poliésteres no saturados reforzados

Las resinas de poliésteres no saturados reforzados también llamados poliésteres, se utilizan en agricultura reforzadas con fibra de vidrio o de nylon; de este modo se logra una excepcional solidez. Por otro lado, las fibras de vidrio contribuyen a una mejor difusión de la luz.

En el refuerzo se suelen utilizar materiales de vidrio de 450-600 gr. por metro cuadrado. El producto acabado se presenta en forma de placas lisas, onduladas o con nervios de diferentes tipos.

Las resinas de poliéster no saturado son mezclas bien dosificadas de varios constituyentes. Su naturaleza tiene una gran influencia en las propiedades de estratificado final. Así, por ejemplo, la presencia de - 10 - 15% de metacrilato en forma de monómero en lugar de estireno como reticulante, da lugar a un aumento de la estabilidad del material y a una disminución del poder de difusión de la luz.

Las propiedades de los poliésteres reforzados dependen además del modo de fabricación, ya que influye en la homogeneidad y por lo tanto en su alterabilidad; una fabricación cuidadosa dará lugar a un espesor uniforme, ausencia de burbujas y otros defectos que disminuyen la transparencia.

Actualmente, gracias a los absorbentes de luz ultravioleta y al empleo de resinas adecuadas, existen placas de poliéster que dan buen resultado en cuanto a envejecimiento; en ciertos países se llega a garantizar hasta 10 años; estas placas experimentan un ligero amarilleamiento durante el primer año, pero luego se estabilizan. Las placas de poliésteres reforzados se utilizan en la construcción de invernaderos.

Materiales acrílicos

De esta familia de materiales, el que se utiliza en agricultura es el polimetacrilato de metilo, conocido también con el nombre de vidrio acrílico por sus excepcionales propiedades ópticas.

Posee una remarcable resistencia a la intemperie y a los agentes atmosféricos tales como la luz ultravioleta, nieve, granizo, etc.

El polimetacrilato de metilo se emplea en forma de placas para la construcción de invernaderos o chasis. Admiten todo tipo de coloración en la masa, son totalmente estables a la luz desde la máxima transparencia hasta totalmente opaco. Merecen destacarse las placas denominadas "hielo" o blanco translúcido que con un 85% de transparencia, permiten un buen efecto de sombra.

Caucho butílico

Como su nombre lo indica, este material no es plástico sino elastómero. No obstante, y debido a las aplicaciones que tiene en agricultura, en recubrimientos en forma de lámina, debe tomarse en cuenta en esta clasificación.

El caucho butílico es un caucho sintético resultante de la polimerización de isobutileno con pequeñas cantidades de isopreno.

Las láminas de butilo se suministran en espesores de 1.0, 1.5 y 2.0 mm. en anchuras de 1.35, 4.0 y 8.0 metros normalmente, y longitudes de 30, 60 y 90 metros.

Las principales características de las láminas de caucho butílico son las siguientes:

- a) Alta resistencia al ozono, agentes atmosféricos e intemperie
- b) Flexibilidad entre -53°C y $+125^{\circ}\text{C}$.

Su mayor aplicación actualmente consiste en la impermeabilización de embalses artificiales y de canales de riego.

Propiedades ópticas de los plásticos utilizados en la agricultura

La luz solar interviene en el desarrollo general de las plantas mediante el fenómeno de la fotosíntesis.

En el desarrollo de la clorofila son imprescindibles las radiaciones de 0.600 a 0.690 micras (rojo-naranja); la radiación de 0.430 a 0.500 micras (azul-violeta) que actúa como medio activador y las radiaciones infrarrojas superiores a 0.76 micras aportan el calor necesario para la germinación.

Efecto invernadero

Es el fenómeno por el cual un recinto o abrigo cubierto con un material transparente a las radiaciones solares, tiende a mantener, a través del tiempo, una temperatura superior a la exterior.

Retención de calor

Es la capacidad de un abrigo cerrado para mantener la energía térmica acumulada en su interior.

La capacidad de retención está ligada directamente al coeficiente de conductividad térmica del material y con su permeabilidad a las radiaciones caloríficas emitidas por el suelo y plantas.

Rendimiento térmico de un abrigo

Desde el punto de vista práctico es la diferencia entre las temperaturas medias diarias en el interior del abrigo y las medias en el exterior. Mayor rendimiento térmico significa menores gastos de calefacción.

Transparencia

Es la propiedad de un material de permitir el paso de la mayor cantidad posible de radiaciones solares, sean éstas visibles o no visibles.

Transparencia de los plásticos a las radiaciones solares

Los valores de la transparencia de los plásticos a las radiaciones del sol, sólo tienen interés si se expresan en función de la importancia que estas radiaciones tienen en el espectro solar; en efecto, un material es tanto mejor cuanto más transparente sea a las radiaciones que el sol emite en mayor cantidad.

En agricultura los materiales plásticos se consideran en general como sustitutos del vidrio en lo que aplicaciones bajo abrigo se refiere.

Un material ideal debe dejar pasar las radiaciones comprendidas entre 0.3 y 3.0 micras, y ser opaco a las radiaciones de mayor longitud de onda que corresponden a la radiación infrarroja emitida por el suelo o plantas; para estas últimas radiaciones la atmósfera es "transparente" en los días propicios a las heladas.

Desde el punto de vista de la "opacidad" entre 7 y 15 micras, el vidrio es el material casi ideal y hasta hace poco, el polietileno, el más alejado de este ideal. En los espesores utilizados normalmente, el vidrio transmite prácticamente todas las radiaciones que provienen del sol (0.38 a 2.5 micras; visibles e infrarrojas), mientras que es opaco a las radiaciones del suelo o plantas (de 5 a 35 micras).

El material ideal sería el que tuviera el espesor y flexibilidad de los plásticos y las propiedades ópticas del vidrio.

El efecto de abrigo es la característica esencial que condiciona la utilización de las construcciones agrícolas destinadas al cultivo. No obstante, no es éste el único aspecto a tener en cuenta; por ello no hay que eliminar automáticamente todo el material transparente a las radiaciones emitidas por el suelo y plantas de un invernadero, túnel, etc., aunque sea la condición de mayor importancia.

En este aspecto, es importante tomar en consideración:

- a) que un material empleado en recubrir invernaderos, el cual sea menos transparente que otro a las radiaciones solares, no permitirá alcanzar el mismo balance térmico diario; además, la temperatura media en el recinto será también inferior.
- b) Que un material más permeable que otro a las radiaciones infrarrojas comprendidas entre 3 y 35 micras, se halla en las mismas condiciones que las descritas en el inciso a).

c) En el caso de invernaderos, tiene poca importancia la forma de transmisión de la luz (directa o difusa). Un material translúcido, con tal que transmita tanta luz como otro transparente, sea de modo directo o difuso, no parece que constituya ningún inconveniente para los vegetales. Al contrario, puede resultar beneficioso cuando las radiaciones son muy fuertes.

Poder absorbente de los plásticos frente a la luz

El vidrio, el poliestireno y las poliamidas poseen un poder absorbente real frente a las radiaciones correspondientes al espectro visible prácticamente nulo, sea cual sea su espesor (dentro, naturalmente, de los empleados en agricultura); el PVC absorbe hasta el 5% del visible para espesores comprendidos entre 0.05 y 0.25 mm; el polietileno absorbe del 5 al 35% en espesores comprendidos entre 0.03 y 0.50 mm. El PVC en plancha absorbe del 5 al 10%; los poliésteres esterificados, van más lejos en su absorción real.

Si a los valores de transparencia dados en la tabla XXXV se le suma el valor de su poder de reflexión, los cuales se mencionan posteriormente, la diferencia a 100 permite calcular el poder absorbente real.

TABLA XXXV

TRANSPARENCIA DE LOS PLÁSTICOS A LAS RADIACIONES SOLARES

MATERIALES	RADIACIONES			Total 0.3 - 0.2 micras
	U.V.	VISIBLE	I.R.	
Polimetacrilato 3 mm	68	92	80	84.5
Vidrio 3 mm	53	90	88	86.5
Poliamida 0.1 mm	82	91	93	91.5
Poliétileno 0.1 mm	68	80	83	80.0
Poliestireno 0.14 mm	83	90	92	90.5
PVC 0.25 mm	72	88	90	88.0
Poliéster-vidrio 1.0mm	15	76	80	74.0

Poder de reflexión de plásticos utilizados en agricultura

No todos los rayos solares que llegan a un invernadero, penetran en su interior. Una parte se refleja y tanto más cuanto mayor sea el ángulo de incidencia. Algunos materiales plásticos poseen un factor espectral de reflexión totalmente dependiente de la longitud de onda de la luz que reciben; así, por ejemplo, puede ocurrir que el polietileno a una radiación de 0.3 micras, tenga un poder de reflexión del 5%, mientras que frente a longitudes de onda de 1.2 micras, es de 1.4%.

Otros materiales, en cambio, (vidrio, polimetacrilato de metilo y poliésteres estratificados), poseen un poder reflector que varía muy poco

y que puede estimarse en un 8% aproximadamente. El de PVC es incluso inferior (6%).

Hablando en general, la reflexión aumenta con el índice de refracción del material. El del vidrio es de 1.52 y el de los materiales plásticos varía entre 1.45 y 1.8.

Una clasificación, por orden creciente de índice de refracción y por tanto, de su poder de reflexión de las radiaciones solares, sería la siguiente:

- a) Policloruro de vinilo
- b) Polimetacrilato de metilo
- c) Película de poliéster (tereftalato)
- d) Poliésteres – fibra de vidrio
- e) Poliamidas
- f) Polietileno
- g) Poliestireno

Las pérdidas por reflexión disminuyen profundamente la cantidad de luz incidente que llega realmente al nivel de los vegetales cultivados bajo abrigo. Este hecho tiene una gran importancia en regiones o estaciones en las que la luminosidad es poco abundante.

Poder de difusión de plásticos en el caso de aplicación agrícola

Los materiales plásticos con mayor poder de difusión de la luz

en orden decreciente son: poliésteres estratificados, ciertas planchas de PVC y polietilenos.

En ciertas regiones esta propiedad de difundir la luz supone una gran ventaja, ya que evita que los agricultores tengan que "blanquear" sus construcciones para evitar la acción directa del sol en exceso. Por otro lado, y debido al poder difusor, la luz se reparte con más regularidad; esto podría explicar el hecho de que medidas de la luz efectuadas en invernaderos de poliéster-fibra de vidrio, dan a veces como resultado una luminosidad igual e incluso mayor en el interior del invernadero que en el exterior del mismo. Esto no ocurre nunca con el uso de invernaderos de vidrio.

Opacidad de los plásticos a las radiaciones nocturnas

Los materiales empleados en construcciones agrícolas han de ser transparentes a las radiaciones solares en su conjunto, pero lo más opaco posible a las emitidas por el suelo y plantas, que se han calentado por los rayos del sol o por cualquier otro medio. Estas radiaciones suelen variar entre 2.5 y 70 micras, con un máximo en 10 micras.

En la Tabla XXXVI se da este tipo de transparencia, referida a la emisión del cuerpo negro. Las radiaciones comprendidas entre 2.5 y 25 micras, corresponden a 90% aproximadamente de la radiación del cuerpo negro.

TABLA XXXVI

% DE LA RADIACION DEL CUERPO NEGRO QUE ATRAVIESA
LOS MATERIALES PLASTICOS UTILIZADOS EN AGRICULTURA

Materiales	Transparencia %
Cuerpo Negro, 7°C	100.0
Polietileno 0.05 mm	77.0
Poliamida 0.04 mm	56.5
Poliester película	46.0
Polietileno negro 0.05 mm	45.0
PVC 0.1 mm	32.0
Poliestireno 0.25 mm	27.0
Poliamida 0.25 mm	4.5
Resina poliester 0.5	0.5
Poliester - vidrio	0.5
PVC 1.0 mm	0.0

De la tabla anterior se deduce que sólo el vidrio, los poliésteres estratificados y el PVC en planchas (en los espesores que se utilizan normalmente en agricultura) son los materiales que presentan un total efecto de invernadero.

Estos resultados, si son comparados con los datos referentes a la transparencia a las radiaciones de procedencia solar. La mayoría de los

plásticos permiten un calentamiento rápido durante el día, pero muchos de ellos dejan escapar también la radiación acumulada, con lo que disminuye el valor relativo. De todos modos, no hay que olvidar tampoco que los plásticos no eliminan el agua de condensación en su cara interior y, por tanto, resulta en un factor positivo en cuanto a transparencia a las radiaciones.

Problemas de condensación de agua

En ciertas condiciones de temperatura y humedad determinadas, se provoca la condensación del vapor de agua existente en el ambiente, sobre la cara inferior de los materiales en forma de película o de plancha que constituyen la cobertura de un abrigo más o menos hermético.

En el caso del vidrio en invernaderos, esta condensación se desliza sobre su superficie, se recoge en los bordes y se elimina fácilmente. No ocurre lo mismo con los materiales plásticos; la evacuación se realiza lentamente, se forman gotas más o menos grandes que terminan por caer sobre los cultivos. Esta forma de condensación es la causa de que bajo materiales plásticos como por ejemplo el poliéster, haya más humedad que bajo vidrio. El exceso de condensación se elimina mediante una buena ventilación o calefacción. También es importante mencionar que no todos los plásticos se comportan igual en lo que a condensación se refiere.

En el caso de polietileno se trata más bien de una película continua de agua que de gotas como es el caso de las poliamidas. Esa capa fina de agua absorbe y retiene una gran parte de las radiaciones infrarrojas del suelo y plantas, que en el caso del polietileno y otros plásticos, se saldrían normalmente. Por este hecho se aumenta considerablemente el valor hortícola de ciertos materiales. Debido a ello, el polietileno presenta sólo pequeñas diferencias con respecto a la película de PVC; esta diferencia ha desaparecido prácticamente en países como Francia, donde existen calidades especiales de película de polietileno que impide el paso de casi todas las radiaciones del infrarrojo largo; sólo el 9%.

Propiedades ópticas de poliéster-fibra de vidrio

Este tipo de material es muy poco transparente a los rayos ultravioleta solares. El poder difusor para estas longitudes de onda es muy elevado. La presencia de absorbentes de luz ultravioleta para aumentar la resistencia a la intemperie, reduce la penetración de esta parte del espectro. En cuanto a las radiaciones visibles, los estratificados de poliéster presentan buena permeabilidad; menor es la permeabilidad frente a las radiaciones infrarrojas del sol: 0.76 a 2.1 micras y de esta manera se explica que en regiones de mucho sol, los invernaderos de poliéster necesitan menos ventilación que los de vidrio.

Los poliésteres estratificados son prácticamente opacos a los rayos infrarrojos de gran longitud de onda (2.5 a 35 micras) por lo que dan

lugar a un buen efecto de invernadero.

En la Tabla XXXVII se da la transparencia del vidrio y poliésteres estratificados, en % de la radiación incidente.

TABLA XXXVII

TRANSPARENCIA EN % DE RADIACION INCIDENTE SEGUN NISEN

Radiación	Vidrio 3 mm	Poliéster - fibra de vidrio 1 mm
Ultravioleta (U.V.)	53	15
Visible	90	76
Infrarrojo	88	80
T o t a l	86.5	74
% de radiación de cuerpo negro que atraviesa los materiales	0.0	0.5

En la Tabla XXXVIII se resumen las propiedades de poliésteres estratificados en comparación con las del vidrio.

TABLA XXXVIII

PROPIEDADES DE POLIESTER/FIBRA DE VIDRIO FRENTE AL VIDRIO

	Poliester-fibra de vidrio placa de 1-2 mm. 65% resina - 35% vidrio	Vidrio placa 2.7 milímetros
Densidad gr/cm ³	1.5 - 1.6	2.4
Resistencia a tracción Kg/cm ²	600 - 1100	40 - 90
Módulo elasticidad Kg/mm ²	880 - 1000	7.000
Coefficiente de dilatación °C	4.5×10^{-5}	$0.89 - 0.93 \times 10^{-5}$
Resistencia a t.a. °C	- 70 a + 100	
Indice de refracción	1.5	1.5
Transparencia (0.38-0.76 micras)	70 - 80%	85%
% media transmisión entre 0.24 y 2.1 micras	60 - 70	85
% transmisión media entre 7.0 y 35 micras	0	0
Coefficiente transmisión de calor a Kcal/m ² /h/°C	4.7 - 4.9	5.1 (2.7 mm) 4.8 (6.0 mm)

Características ópticas de películas de polietileno y de PVC

Se puede decir que las películas de polietileno y de PVC presentan buena permeabilidad a las radiaciones visibles del espectro solar. En el caso de radiaciones infrarrojas, comprendidas entre 0.76 y 2.1 micras, ambos tipos de película se comporta de modo semejante al vidrio; en cam-

bio, en la región del ultravioleta, el polietileno es francamente más transparente que el PVC y éste es más que el vidrio.

Esta característica puede tener una importancia no despreciable en ciertos cultivos: en efecto, es un hecho comprobado que ciertos vegetales cultivados bajo vidrio, tienen un sabor diferente que los cultivos al aire libre.

En el caso de tomates, su sabor es igual bajo polietileno que al aire libre, si bien las flores cultivadas bajo película de polietileno tienen en general unos colores más acusados que las cultivadas bajo vidrio.

Características ópticas de placas rígidas de PVC

Existen placas transparentes con una permeabilidad de un 90% a las radiaciones visibles; hay también placas translúcidas, llamadas normales, cuya permeabilidad a esta misma radiación es de 75-80% y que además, tienen un cierto poder difusor de la luz.

En lo que a las placas pigmentadas se refiere, poseen coeficientes de transmisión luminosa total del orden de 75% las amarillas, 57% las verdes, 54% las azules y 52% las rojas.

Propiedades ópticas de los acrílicos

El polimetacrilato de metilo une su elevada pureza óptica a una máxima transparencia a la luz.

Aislamiento térmico de materiales plásticos

En la conducción de calor a través de materiales de poco espesor, los coeficientes superficiales juegan un papel más importante que el material en sí, y que su coeficiente de conductividad calorífica λ ; el poder aislante del material plástico, si está en forma de película o incluso en forma de plancha, no tiene ocasión de manifestarse, ya que la relación entre el espesor del material y su coeficiente de conductividad es demasiado pequeña con respecto a los inversos de los coeficientes superficiales anteriormente mencionados.

Hay que distinguir bien entre el valor de λ , antes citados y el valor de K que es el coeficiente de permeabilidad térmica.

Mientras que λ representa una propiedad intrínseca del material, K tiene en cuenta el espesor, así como los coeficientes de intercambio superficial de las caras en contacto con el medio ambiente.

En la expresión

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}}$$

el término $\frac{e}{\lambda}$ apenas tiene influencia en el valor K , que depende mucho más de α_i y α_e .

α_i = Coeficiente de intercambio de la superficie interior (18 a 25 Kcal/h/m²/°c).

α_e = Coeficiente de intercambio de la superficie exterior (5 a 7 Kcal/h/m²/°c).

Las pérdidas de calor a través de una pared opaca a los rayos - infrarrojos, se realiza por conducción, convección y radiación. Viene dada por la expresión:

$$Q = K S (t_i - t_e)$$

donde:

Q = Pérdida de calor de Kcal/h

K = Coeficiente global de transmisión de calor de la pared

S = Superficie en m²

t_i y t_e = Temperaturas interior y exterior

Desde el punto de vista práctico, puede decirse que una placa de vidrio de 3 mm de espesor, da lugar a un aislamiento muy poco superior a una lámina muy fina del mismo material y es casi idéntico al de una película de PVC de 0.15 mm de espesor.

Desde un punto de vista térmico, en el caso de placas, interesa siempre más el empleo de materiales planos, ya que los ondulados pueden dar un aumento de pérdidas del 30 al 40%.

En la Tabla XXXIX se resumen las propiedades generales de los plásticos empleadas en agricultura.

TABLA XXXIX
PROPIEDADES DE PELICULAS Y HOJAS EMPLEADAS EN AGRICULTURA (SEGUN BUCLON)

Propiedades	Polietileno no baja den- sidad	PVC flexible	Poltamida	PVC rígido	Estireno acriloni- trilo	Polimeta- crilato de metilo	Poliester estratifica- do (35% de vidrio)	Vidrio
Densidad	0.92	1.3	1.05	1.4	1.08	1.18	1.5-1.6	2.4
Resistencia tracción Kg/cm ²	120-140	200-250	600-800	500	850	600-700	900-1100	---
Alargamiento en ruptura %	400-500	200-250	250-350	50-100	Débil	Débil	Débil	---
Resistencia al desgarre	50-80	50-60	150	150-200	140	---	---	---
Módulo de elasticidad Kg/mm ²	17-18	1.4-1.5	150	280	300-350	285	800-1000	---
Resistencia al frío y ca- lor °C	-40+70	-10+50	-69+120	-20+70	-50+85	-70+80	-70+100	---
Transparencia 0.38-0.76 micras por 100	70-85 (1)	80-87 (2)	85-88 (3)	80 (4)	83-90 (5)	85-93 (6)	80 (7)	87-90 (8)
Transmisión ultraviolete %	64 (1)	64 (2)	80 (3)	18 con abs U.V.	70 (5)	64 (6)	0 (7)	0 (8)
Transmisión % media en- tre 0.24 y 2.1 micras	80 (1)	82 (2)	83 (3)	-----	85 (5)	73 (6)	65-70 (7)	85 (8)
Transmisión % media en- tre 7 y 85 micras	70 (1)	10 (2)	20 (3)	10	15 (5)	0 (6)	0 (7)	0 (8)
Conductividad térmica	7×10^{-4}	4×10^{-4}	1×10^{-4} (3)	-----	3×10^{-4}	5×10^{-4}	1×10^{-5}	$2.4-2.7 \times 10^{-3}$
	(1) para es- pesor de - 0.08 mm.	(2) para un espesor de 0.1 mm.	(3) para un espesor de 0.1 mm.	(4) para ola ca plana de de 1 mm	(5) para una hoja de -- 0.25 mm.	(6) para plancha de 4 mm.	(7) para plancha de 1 - 2 mm.	(8) para un espesor de 2.7 mm.

IV. INFORMACION NACIONAL

Con el objeto de determinar la situación nacional de los plásticos y definir áreas de aplicación, CONACYT realizó una encuesta en agosto de 1972 en la cual nos brindaron la oportunidad de colaborar, y se definió ésta, la cual formó parte de las ponencias presentadas en el primer Congreso Nacional de Polímeros que se llevó a cabo en la ciudad de Puebla el mismo año.

En base a los resultados de la encuesta antes mencionada, se seleccionaron las industrias que producen plásticos con aplicación en la agricultura. Para realizar dicha encuesta se procedió a la elaboración de un cuestionario. Dicho cuestionario tuvo los siguientes objetivos:

- 1.- Productos que se fabrican y producción aproximada
- 2.- Aplicaciones de dichos productos
- 3.- Regiones y tipo de cultivo en los que se aplican
- 4.- Datos generales
 - a) Problemas de materia prima y procesado
 - b) Fuentes a las que se acuden para su resolución
 - c) Esfuerzos encaminados al desarrollo de este campo
 - d) Problemas que se han presentado al atacar el campo de aplicación de los plásticos en la agricultura

Se encuestaron 80 industrias, de las cuales solamente el 15% cooperaron y se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA XL

USOS	PRODUCCION APROXIMADA TON/AÑO	MATERIALES	REGIONES EN QUE SE APLÍ- CAN	TIPO DE CULTIVO
Tubería para con- ducción de agua	1,045	PVC y PE	Toda la Rep.	Frutas, Legumbres, Trigo, Algodón, Café.
Resinas plásticas para mejoramiento de suelos	505	UF y PEX	Chapingo	Hortalizas
Empaque	- - -	PEX	Centro Rep.	Frutas y Legumbres
Bolsas para pro- tección de cultivos	1,825	PE	No	Frutas y Legumbres
Recipientes para - almacenamiento	60	PE	Toda la Rep.	
Película para in- vernadero	24	PVC	Centro y Pacífico	Legumbres
Cintas con alma de alambre para sopor- te de tallos	- - -	PVC	Centro y Pacífico	Flores, frutos
PE: Polietileno	PVC: Cloruro de Polivinilo	UF: Urea formaldehído		
	PEX: Poliestireno Expandido			

Respecto al punto de datos generales, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Problemas de materia prima.- Variaciones de lote a lote

Problemas de procesado.- Como la mayoría de las compañías encuestadas realizan investigaciones e innovaciones. En caso - de presentarse acuden a: Departamento Técnico y/o Proveedores

Problemas que se presentan al atacar el campo de aplicación de los plásticos en la agricultura.- Por orden de importancia son los siguientes:

- a) Falta de información al consumidor
- b) Burocratización del Departamento Agrario
- c) Falta de conocimiento sobre canales de distribución adecuados

para lo cual se propone una campaña de educación proveedor-consumidor-dependencias agrarias, sobre la conveniencia y redituabilidad del uso de los plástico.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Insurgentes Sur 1677

México 20, D.F.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Questionario para formular el Programa de Aplicación de Polímeros en la Agricultura en la Industria de Polímeros

1.- Nombre de la empresa _____

2.- ¿Qué productos fabrica para el uso en la agricultura y hacia qué usos están destinados?

P roductos	U sos
_____	_____
_____	_____
_____	_____

3.- ¿Qué cobertura ha tenido en el mercado y regiones donde se han introducido?

Localización geográfica _____

Régimen hidráulico del lugar _____

Tipo de cultivo:

- frutas
- legumbres
- hortalizas
- otros (especifique)

Tipo de aplicador:

- ejidatario
- comunero
- otros (especifique)

4.- Producción aproximada de estos productos:

_____	_____
_____	_____
_____	_____

5.- ¿Qué otras aplicaciones agrícolas puede cubrir con el mismo o con otros productos?

_____	_____
_____	_____
_____	_____

6.- ¿Qué materias básicas utiliza para la elaboración de estos productos?

_____	_____
_____	_____
_____	_____

7.- ¿Qué prueba se efectúa en:

Materia Prima

Proceso

Producto Terminado

_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

8.- ¿Qué problemas le da la materia prima?

9.- ¿Qué problemas tiene en el proceso?

10.- ¿A qué fuente recurre para resolverlos?

11.- Esfuerzos encaminados al desarrollo de este campo:

a) ¿Ha realizado alguna forma de investigación? Si No

b) ¿Ha producido alguna innovación? Si No

12.- ¿Por qué no ha pensado en atacar el campo de aplicación de plásticos en la agricultura y qué problemas ha encontrado como proveedor para introducirse en esa área?

13.- ¿Cómo piensa usted que el CONACYT podría ayudar a orientar en ese mercado?

CONCLUSIONES

La aplicación de los plásticos en el mundo es cada día mayor, en las diversas áreas de su aplicación. El área a que este trabajo - compete no podía ser la excepción, y seguramente en un futuro no muy lejano se obtendrán todavía mejores resultados, ya sea perfeccionando las técnicas actuales o por la creación de nuevas técnicas; todo esto con el fin de llegar a resultados óptimos.

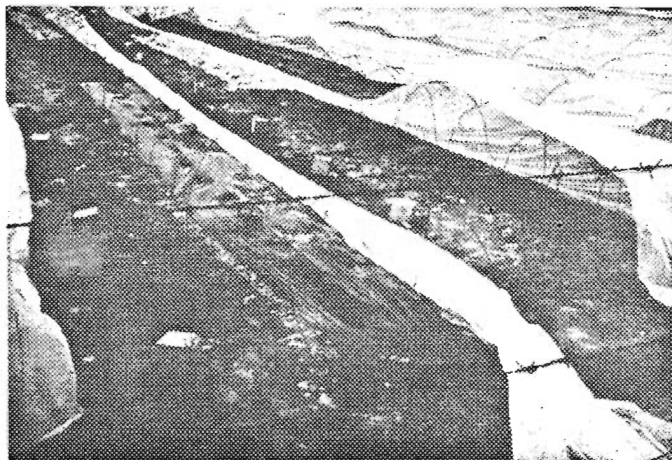
Actualmente en la agricultura los plásticos han tenido muchas aplicaciones, con excelentes resultados, puesto que se incrementa la producción en las cosechas, se obtienen productos de mayor calidad y en un tiempo relativamente corto.

México en general tiene un suelo privilegiado y grandes áreas de un extraordinaria fertilidad; sin embargo, la lucha que el gobierno lleva adelante para ampliar y mejorar esas áreas de posible cultivo, debe ser íntegramente apoyada por toda la tecnología disponible en todos los sectores.

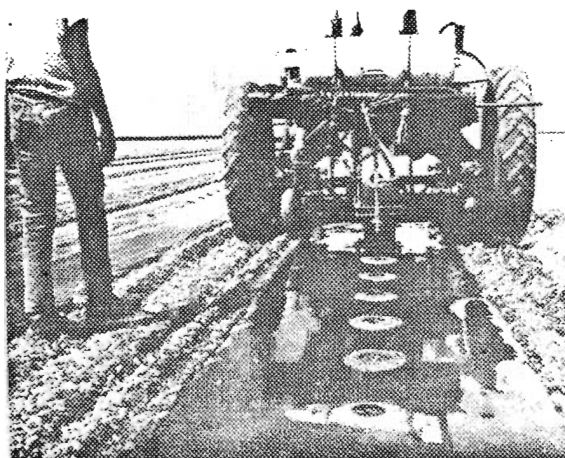
Los objetivos primordiales de este trabajo son: describir las principales aplicaciones que tienen los plásticos en la agricultura; - las ventajas y desventajas que presenta cada una de éstas aplicaciones y las variables a considerar para su selección adecuada, teniendo como objetivo principal el despertar una inquietud entre todos los

sectores respecto a la implantación de nuevas técnicas en la agricultura, con el consiguiente beneficio para nuestro país.

Los esfuerzos del Gobierno, de Petróleos Mexicanos, de la Industria Química, de la Industria de los Plásticos, de las Universidades y Centros de Investigación, todos ellos coordinados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, indiscutiblemente será el único factor que permita alcanzar la meta de una mayor utilización de los plásticos en beneficio del desarrollo de las actividades agrícolas.



Sección de túneles con acolchamiento para el cultivo de papa



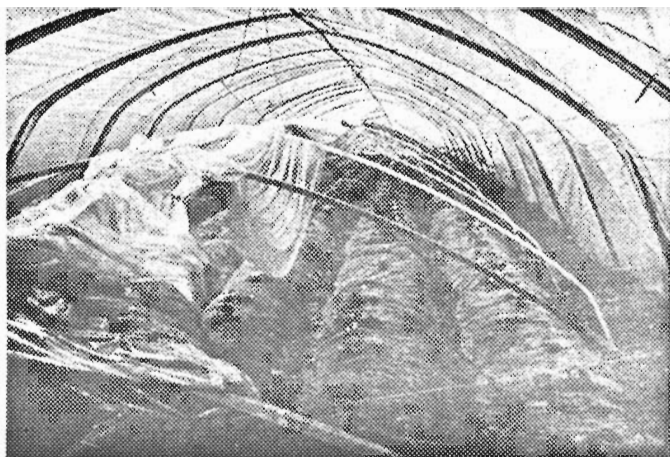
Máquina para tendido y perforado de películas en acolchamiento



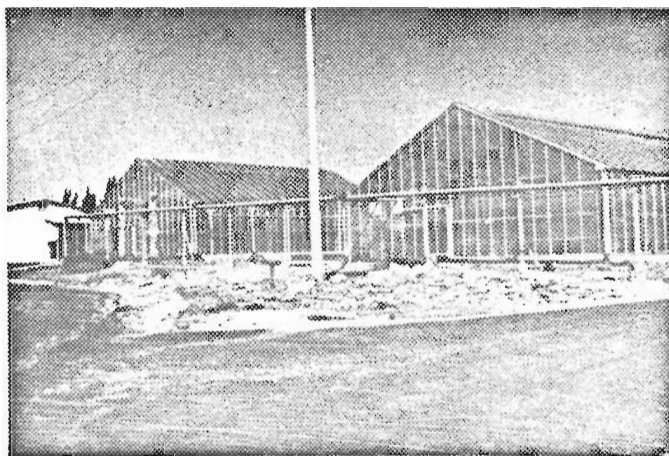
Interior de un invernadero con estructura semi-circular para cultivo de pimiento



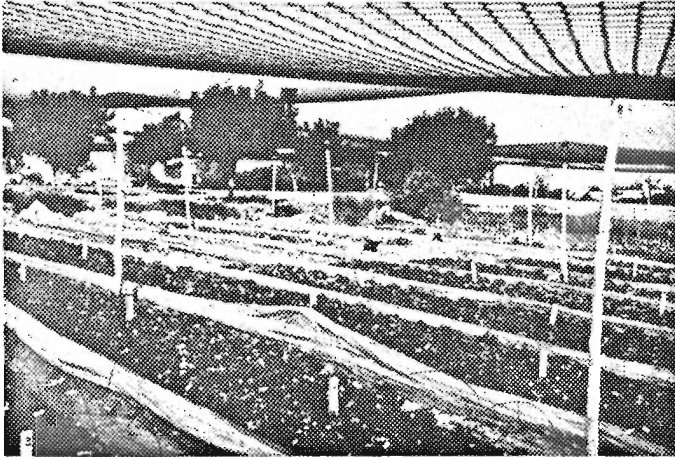
Acolchamiento y semiforzado de la fresa utilizando película de polietileno



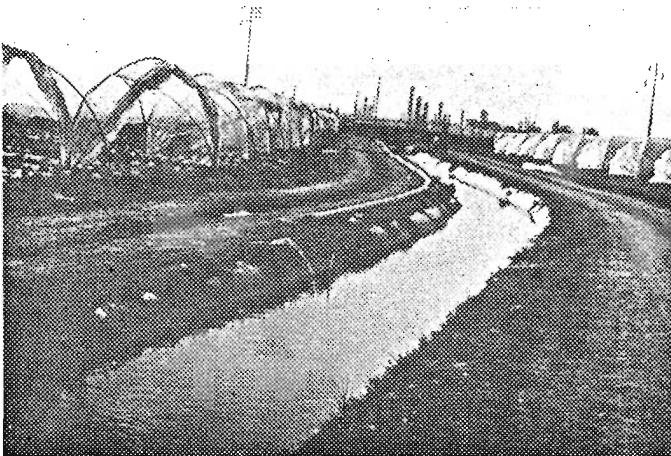
Invernadero- túnel de estructura de madera en forma circular y cubierta de polietileno



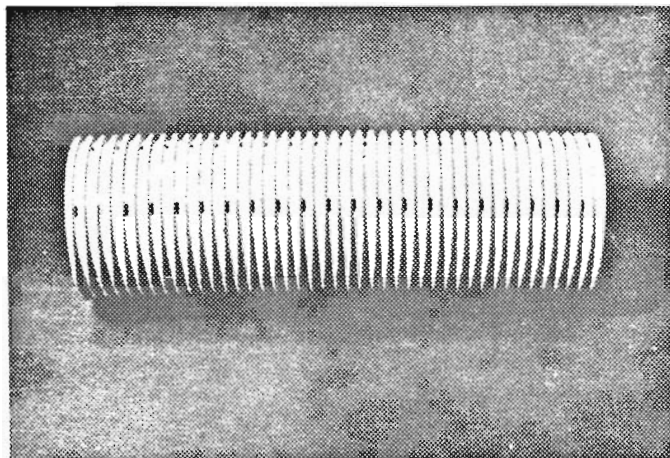
Invernaderos tipo capilla con cubierta de polietileno



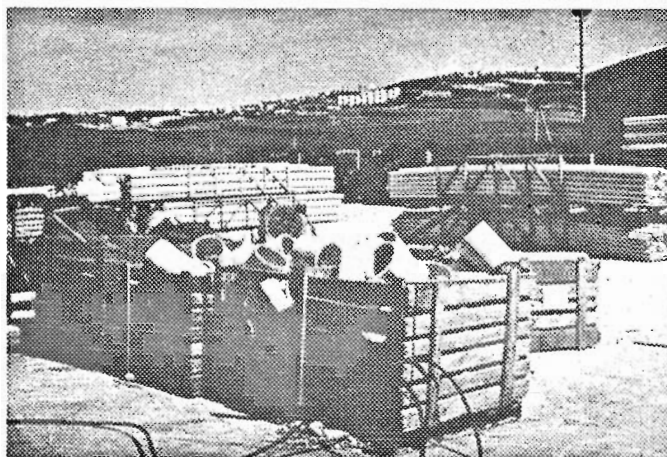
Vista panorámica de túneles en posición de aereación y protegidos por una red antipájaro



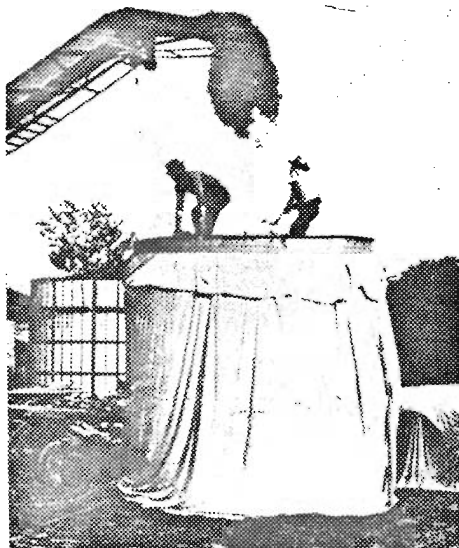
Impermeabilización de suelos para conducción de agua



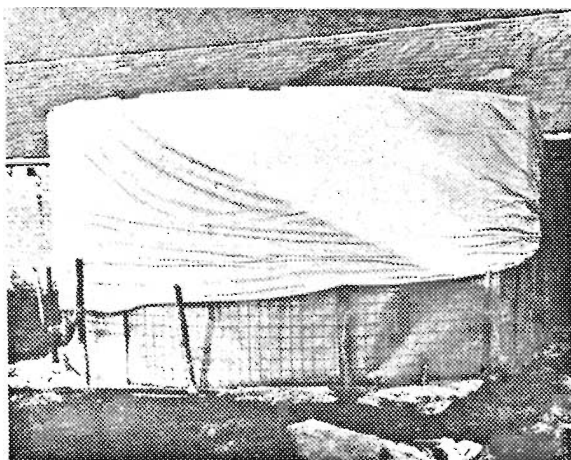
Tubo flexible corrugado empleado para drenaje



Tuberías y accesorios empleados para conducción de agua



Silos listos para ser llenados



Silo para almacenamiento reforzado con una cera metálica

BIBLIOGRAFIA

I. - SITUACION MUNDIAL DE LOS PLASTICOS EN LA AGRICULTURA

- F. BUCILON: Développement de la plasticulture au cours de la dernière decennie et perspectives pour l'horizon 1975. (Plasticulture No. 7, septiembre 1970).
- F. BUCILON: Développement des materiaux plastiques a usage agricole en France et dans le monde (III Congreso Internacional de Plásticos en Agricultura, Barcelona, 1968).
- DR. O. BONFIGLIOLI: Lo sviluppo dei diversi materiali plastici nell' agricoltura italiana nell'ultimo settenio (III Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Barcelona, 1968).
- DR. O. BONFIGLIOLI: Développement des matieres plastiques dans l'agriculture italienne et perspective pour l'avenir (IV Congreso Internacional de los Plásticos en la Agricultura, París, Junio 1970).
- U. KLONER: The use of plastic in Israeli agriculture (IV Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, París, Junio 1970).
- M. MASATAKA TANAGISAWA: Development of agricultural plastic applications in Japan (IV Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, París, Junio 1970).
- PROF. P.H. MASSEY: General Trends in the use of plastics in agriculture in U.S.A. (III Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Barcelona, 1968).
- PROF. P.H. MASSEY: Development of plastic applications in agriculture in U.S.A. (IV Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, París, Junio 1970).
- M.F. ROBLEDO: Aplicación de los Plásticos en la Agricultura - Española (IV Congreso Internacional de los Plásticos en la Agricultura, París, Junio 1970).

II.- APLICACIONES DE LOS PLÁSTICOS EN LA AGRICULTURA

- M.F. BUCLON: Matieres Plastiques utilisées dans la construction des serres. Jornadas Plásticos en la Agricultura en Orleans, Marzo 1964.
- R. FAVILLI: Impiego dei materiali plastici a fotoselettività specifica nelle colture protette (IV Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, París, Junio 1970).
- DR. IR. A. NISEN: Diffusion des matériaux de couverture de serres (IV Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, París, Junio 1970).
- A. BRY: Serres, abris-serres et abris developpement et utilisation en France (III Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Barcelona, 1968).
- J. MONROZIER M.: Techniques modernes d'irrigation a l'aide de - matieres plastiques (I Congreso Internacional de los Plásticos en la Agricultura, Avignon, 1964).
- DR. F. TELARA: Tubazioni in polietilene ad alta densità per - - irigazioni (II Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Pisa, Abril 1966).
- S.W.O. MENZEL: Water supplies in Australia - Plastics in water reserves and irrigation (II Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Pisa, Abril 1966).
- W.B. KIRKPATRICK: Agricultural Plastics in Australia (IV Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, París, Junio 1970).
- W.B. KIRKPATRICK: Development of trickle irrigation in Australia (IV Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, París, Junio 1970).
- T.W. EDMINSTER y J.L. FOUSS: Drainage with plastics materials in the United States (II Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Pisa, Abril 1966).

- PROF. L. ZOLI: Il drenaggio del terreno agrario (V Convención Nacional sobre las Aplicaciones de los Materiales Plásticos en la Agricultura, Italia, Abril 1971).
- L. SINE: L'utilisation des tuyaux de drainage en matiere plastique (Revue Belga de Materiales Plásticos No. 4, 1964).
- DR. V. RAVELLI: Pacciamatura e semi-forzatura della patata per mezzo di films plastici (IV Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, París, Junio 1970).
- R. AGULHON: Le paillage de la vigne (IV Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, París, Junio 1970).
- R. MONJARDINO: Contribution pour l'etude du paillage plastique - dans l'arboriculture frutiere (IV Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, París, Junio 1970).
- F. ROBLEDO: Semiforzado de leguminosas (III Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Barcelona, 1968).
- B.J. HALL: Semi-forcing techniques in horticulture in California (III Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Barcelona, 1968).
- PROF. E. MOSCHINI: Recenti aspetti e problemi sull'applicazione delle materie plastiche in orticoltura e floricoltura (V Convención Nacional sobre las aplicaciones de los Materiales Plásticos en la Agricultura, Italia, Abril 1969).
- PROF. C.W. LAURITZEN: Plastics in the development and management of water supplies (II Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Pisa, Abril 1966).
- HYDE: Storage trials with moist barley and field beans in PVC and butyl rubber silos (IV Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, París, Junio 1970).
- H.R. SPICE: Vacuum compressed silage a new technique using poly ethilene film (II Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Pisa, Abril 1966).

- PROF. G. HAUSSMANN: Insilamento in plastica sotto vuoto (IV Convención Nacional sobre las Aplicaciones de los Materiales Plásticos en la Agricultura, Italia, Abril 1969).
- H.R. SPICE: Progress in plastics for silage (IV Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, París, Junio 1970).
- DR. P. FERRARIO: Protezione contro la gradine e le brinate con reti plastiche sturture portanti (IV Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, París, Junio 1970).
- F. ALCAZAR: El Polietileno de Baja Densidad en el Envasado de Aceite de Oliva (I Simposium Nacional de Plásticos en la Agricultura, Barcelona 1967).
- F. FERRUCCI: Nuovi plateau in materia plástica e cartone per il trasporto dei prodotti otto frutticoli (III Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Barcelona, 1968).
- U. DEDINI: Contenitore in resina poliolefiniche per la raccolta ed il trasporto du prodotti agricoli (II Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Pisa, Abril 1966).
- J. GRACIAN: El saci de polietileno en agricultura (Modern Plastics No. 135, Septiembre de 1967, pag. 748).
- F. COCCIOLI: Sacchi in raffia sintetica per usi agricola (III Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Barcelona 1968).
- R. ROMAN, V. HERNANDO y L. JIMENO: Condicionamiento de suelos por plásticos pulverizados (III Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Barcelona, 1968).
- V. HERNANDO, R. ROMAN y A. GUERRA: Efecto "mulch" con Plásticos Pulverizados (III Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Barcelona, 1968).
- B. WERMINGHAUSEN: Cellular plastics for improving soils (III Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Barcelona, 1968).

III. - PROPIEDADES DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS USADOS EN EN LA AGRICULTURA

- A. RODEYNS: Les matieres plastiques utilisables en agriculture (Revue Belga de los Materiales Plásticos No. 4, 1964).
- R. FAVILLI: Materie plastici a fotoselettività specifica per la copertura delle serre. (II Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Pisa, Abril 1966).
- R. DE BROUTELLES: Conception de films en polychlorure de vinile pour usage agricole (III Congreso Internacional de Plástico en la Agricultura, Barcelona, 1968).
- J. HANRAS: Application horticole des films de polyethylene et - amelioration de leur qualité (III Congreso Internacional de Plásticos en la Agricultura, Barcelona, 1968).
- L.M. VICENTE y F. ROBLEDO DE PEDRO: Manual sobre Aplicación de los Plásticos en Agricultura (Publicación del Instituto de -- Plásticos y Caucho, Madrid, España 1971).