



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

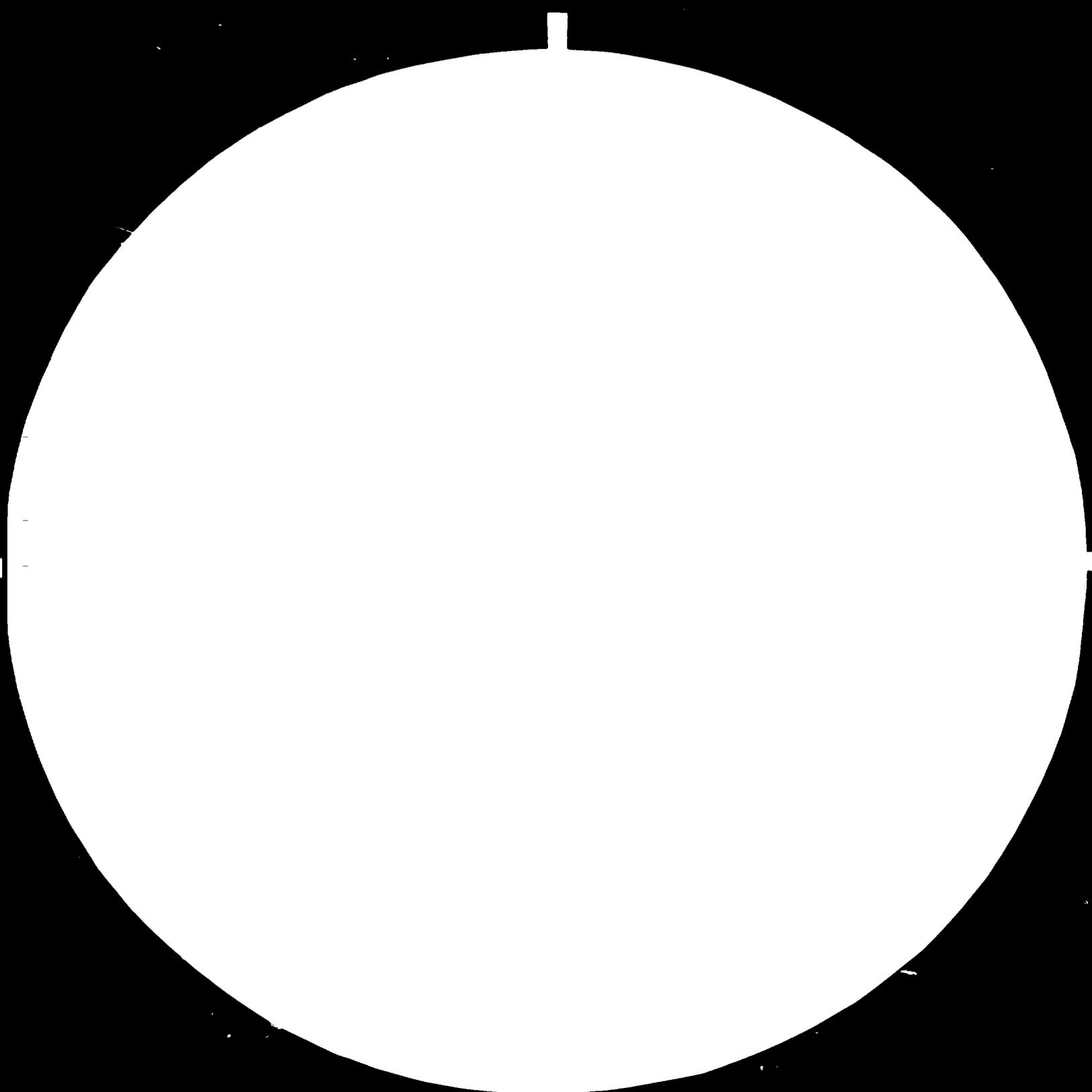
## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





W. H. WILSON, JR., *Editor*, 1000 N. 17th St., Philadelphia, Pa. 19103  
S. J. GARDNER, *Editor*, 1000 N. 17th St., Philadelphia, Pa. 19103

RESERVADO

10838

DP/ID/SER.A/308

5 marzo 1981

ESPAÑOL

Original: INGLÉS

PLASTICOS EN LA AGRICULTURA .

DP/MEX/78/017

MEXICO .

Informe técnico: Misión de seguimiento de un  
consultor en plasticultura\*

Preparado para el Gobierno de México por la Organización de  
las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, en  
su calidad de organismo de ejecución del Programa  
de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Basado en el trabajo del Sr. H.R. Spice, Consultor en Plasticultura

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial  
Viena

---

\* El presente documento es traducción de un texto que no ha pasado por  
los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

V.81-22526

## 1. Introducción

El presente documento es un informe sobre una misión de seguimiento efectuada por un consultor en plasticultura en relación con el proyecto permanente "Plásticos en la agricultura" (DP/MEX/78/017). La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) ha sido designada como organismo de ejecución del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) para este proyecto. En abril de 1979 se aprobó el objetivo de este proyecto de establecer un centro experimental sobre el empleo de plásticos en la agricultura en Saltillo, Coahuila, a fin de efectuar investigaciones sobre los problemas del empleo de los plásticos en zonas climáticas templadas y semiáridas.

La misión del consultor tuvo por objetivo prestar asistencia e impartir capacitación a personal local de contraparte en todo lo relacionado con el empleo y la aplicación de invernaderos, túneles y acolchados de plástico.

El experto estuvo del 8 de enero al 4 de febrero de 1981 en el centro de experimentación de Saltillo. Allí pudo observar los progresos hechos desde su anterior visita, en noviembre de 1979, especialmente en la instalación de nuevos invernaderos y de una zona de túneles bajos; además el centro de experimentación había comprado un pequeño tractor John Deere de cuatro ruedas.

Los dos técnicos en horticultura que, a finales de 1979, trabajaban en "plasticultura" en el Centro de Investigaciones en Química Aplicada (CIQA) habían sido sustituidos por tres técnicos recién diplomados, uno de los cuales se ocupaba directamente del invernadero. Al parecer, el CIQA ha escogido con acierto a estos tres nuevos empleados.

Las condiciones climáticas fueron muy duras al comienzo de la visita; en Saltillo cayó la nevada más copiosa de los últimos años. Afortunadamente, parte del mal tiempo coincidió con el período de conversaciones con el personal del CIQA sobre el programa de trabajo y la compra de los materiales necesarios. La mayor parte de las actividades sobre el terreno descritas en este trabajo se efectuaron en las dos últimas semanas de enero, en condiciones climáticas favorables.

## 2. Labor efectuada

### A. Conversaciones con el personal del CIQA

Se dedicó bastante tiempo a la presentación de diapositivas sobre actividades de "plasticultura" en otras partes del mundo, y se deliberó sobre cuáles de esas aplicaciones podrían ser de interés para las condiciones existentes en México. A la luz de estas deliberaciones se propuso un programa de trabajo. Al mismo tiempo, se hicieron reproducciones de algunas diapositivas y se fotocopiaron algunos folletos para su conservación en el CIQA.

### B. Cortavientos

La estación campestre experimental del CIQA está en un lugar batido por el viento y se decidió construir un cortavientos de demostración que estuvo listo el 24 de enero de 1981. Para su construcción se utilizaron los siguientes elementos:

Diez postes de madera de tres metros de largo y de 4" x 4" de sección transversal fueron clavados en línea a un metro de profundidad y a intervalos de

cinco metros para formar un cortavientos de dos metros de alto. Por encima de estos postes se tensó un fuerte alambre de acero galvanizado anclándolo sólidamente a cada extremo del cortavientos.

La única red apropiada, disponible en el lugar, era una red de alambre galvanizado con una malla de 4" x 6". Cada rollo tenía 40 m de largo por 1 m de ancho. Se fijaron dos rollos a los postes de madera y se taponó una malla sí y otra no de la red hilvanando a su través cintas de película de polietileno negro de unas 4 pulgadas de ancho y unos 150 micrones de grosor. El cortavientos tenía, pues, un factor de permeabilidad del 50%. Un cortavientos de estas características proporciona un resguardo aceptable para una extensión de terreno a sotavento de hasta nueve veces la altura del cortavientos, es decir, para una franja de terreno de hasta 18 metros de ancho.

Un cortavientos de tales características es caro, pero podrían reducirse los costos:

- i) sustituyendo los postes de madera aserrada por soportes de menor costo tal como madera en troncos, madera talada de la que por desgracia no se encontraron proveedores locales;
- ii) sustituyendo la red metálica por una red sintética (de plástico) suficientemente durable, que es muy probable que pueda conseguirse de algún proveedor local en México.

#### C. Ensilado

El 15 de enero de 1981 se fabricó un pequeño silo con una lámina simple de polietileno negro de unos 7 m de ancho por 14 m de largo y con un grosor de unos 150 micrones. Se ensilaron 42 balas de alfalfa de unos 30 kg por bala. Se hizo hermético el silo engrapando los bordes de las láminas de fondo y cobertura y enrollando ajustadamente el reborde así engrapado. En una explotación agrícola se cubriría todo el silo con tierra, viejas cubiertas de automóvil y cualquier otro material que sirva para mantener el plástico bien apretado sobre el producto ensilado. En este pequeño ensayo se dejó la hoja de plástico al descubierto y se dieron instrucciones para que se inspeccionase periódicamente y se reparase con cinta adhesiva de plástico cualquier rotura o pinchazo que se descubriese.

Está previsto que durante el período de almacenamiento se extraigan muestras del silo para su análisis a intervalos periódicos.

#### D. Ventilación de los grandes invernaderos de túnel

Incluso en fechas tan tardías del otoño como el mes de noviembre, se observó que, en días soleados, las temperaturas se hacían insoportables en el interior de los invernaderos de túnel, tanto en los de 4 m de ancho como en el más amplio de 5 m de ancho construido en noviembre de 1979, pese a que no pasaban de 15 metros de largo. Estos túneles se han cubierto con láminas de cloruro de polivinilo que es un material que por sus características de conducción genera temperaturas más elevadas que la película de polietileno.

El problema estaba en diseñar un túnel que se pudiera ventilar todo lo posible durante las temporadas cálidas y hacerlo todo lo hermético que cabe durante los períodos más fríos.

Se eligió una solución que permitía ventilar a lo largo de todo el invernadero de túnel, sistema que fue ensayado en uno de los túneles de 4 m de ancho, como se describe a continuación.

A lo largo de todo un costado del túnel se enganchó sobre sus aros metálicos una barra de madera de 3" x 2" de sección transversal que corría paralela al suelo a una altura de 1,5 m. Entre este listón de madera y el suelo se practicaron orificios circulares sobre la cubierta de plástico de forma que la superficie de esta parte quedara reducida a la mitad. Si se juzga necesario pueden hacerse más o mayores orificios hasta reducir a una cuarta parte la cubierta de plástico en la franja de ventilación. A lo largo de toda la barra de madera del costado del túnel se fijaron nuevas láminas de plástico de 1,5 m de ancho por algo más de 3 m de largo de forma que al enrollar cada lámina sobre la barra de madera se dejaba enteramente al descubierto la franja correspondiente de ventilación. Al desenrollar las láminas de plástico sobre la franja de ventilación se consigue cerrar herméticamente el invernadero igual que antes. Se dispuso, claro está, la instalación de forma que permita fijar bien estas "persianas" de plástico tanto a lo largo de la barra como a nivel del suelo.

Parece probable obtener una ventilación (refrigeración) adecuada con este método, incluso durante los períodos más cálidos. Sin embargo, si la ventilación siguiera siendo insuficiente, nada impediría instalar el mismo sistema en ambos costados del túnel.

E. Fabricación y montaje de un invernadero de túnel de 4 m de ancho para COMAZA

Este trabajo fue una experiencia muy útil para el personal del CIQA.

F. Zona de sombra

Se decidió instalar una zona de sombra de 20 m x 30 m (600 metros cuadrados) porque una zona de estas dimensiones correspondía bien al emplazamiento disponible. Las especificaciones pedían que se instalase la cubierta a suficiente altura para poder cultivar con tractores la zona de sombra, por lo que se seleccionó una altura de 2,10 m.

Se utilizaron postes de madera aserrada de 2,5 m de largo y de 3,1/2" x 3 1/2" de sección transversal que se clavaron en el terreno a intervalos de 5 m en ambas direcciones, a la profundidad necesaria para que la cubierta quedara a 2,10 m sobre el nivel del suelo. Se formó un enrejado con alambres tensados sobre los postes en ambas direcciones (es decir, a lo largo y a lo ancho de la superficie rectangular cubierta) fijándose cada alambre por sus extremos sobre unos postes de anclaje situados a 5 m de distancia de los postes de apoyo exteriores. El armazón de apoyo quedó completado el 27 de enero de 1981.

El 2 de febrero de 1981 se recibió en el CIQA una red monofilamento de nylon de 5 m de ancho y con mallas de 3" x 3". Ese mismo día por la tarde se empezó a tender la cubierta sobre la zona de sombra y al día siguiente se empezó a hilvanar cintas de película de polietileno negro a través de una malla sí y otra no de la red.

3. Sugerencias

A. Redes ensombrecedoras de plástico

En Europa y en los Estados Unidos de América se utilizan cada vez más en la horticultura redes ensombrecedoras de plástico tejido. Se ha difundido mucho, particularmente en Italia y Francia, el empleo de redes de plástico para proteger la fruta de las granizadas, obteniéndose además alguna escasa protección, durante la floración, contra las heladas. En las zonas frutícolas próximas a Saltillo, se utilizan igualmente redes para proteger los pomares contra el granizo.

Si se fabrica este tipo de redes, en México, y si se venden a un precio económico, debería considerarse su empleo para:

- i) zonas de sombra
- ii) cortavientos
- iii) material de cubierta para invernaderos de túnel utilizados (particularmente para cultivos de propagación) durante los meses más cálidos.

Conviene señalar que los fabricantes de este tipo de redes podrían conocer este mercado para su producto y, lo que es más importante, podrían ignorar que el plástico de estas redes debe contener estabilizadores U/V para su utilización a la intemperie.

#### 4. Observaciones

##### A. Calidad de las películas de polietileno negro

La película de polietileno negro utilizada para el cortavientos (2.B. supra) no contenía suficiente carga de negro de carbón, por lo que no es probable que dure mucho a la intemperie. Una prueba sencilla de durabilidad a la intemperie es la de observar el sol a través de un trozo de película ya que una película con suficiente negro de carbón no deja traslucir el contorno del disco solar. Es perfectamente posible fabricar películas de no más de 40 micrones de grosor que pasen esta prueba sencilla.

Una pigmentación negra suficiente puede ser también muy importante para las películas destinadas a las técnicas de acolchado, sobre todo cuando se utilizan para cultivos que se prolongan más de una estación, como por ejemplo los frutales.

##### B. Fragilidad a baja temperatura de las hojas de cloruro de polivinilo

Los revestimientos de cloruro de polivinilo de los invernaderos de túnel sufrieron algunos daños durante la ola desacostumbrada de frío de principios del mes de enero. No se aclaró bien si el deterioro observado era producto del vandalismo o de la fragilidad del plástico a baja temperatura, o de ambos factores a la vez. Sin embargo, a la vista de los resultados debe interrogarse al fabricante sobre la resistencia de su película al frío y pedirle que modifique su formulación si la película se torna quebradiza a bajas temperaturas.

##### C. Inclinación de las cubiertas de dientes de sierra de los invernaderos

Se observó que el agua de lluvia tendía a empozarse en algunos segmentos de las cubiertas de plástico de pendiente suave de los invernaderos, especialmente cuando el plástico no estaba bien estirado sobre el armazón. Al salir el sol, estas capas de agua pueden concentrar, igual que una lupa, los rayos solares y abrasar los cultivos. Se puede contrarrestar esta tendencia al empozamiento estirando fuertemente los alambres entre la cumbrera y la canaleta, a intervalos de unos 30 cm, pero difícilmente se podrá hacer bien esta operación sin levantar previamente el revestimiento de plástico.

## 5. Recomendaciones

### A. Invernaderos de túnel: protección de los "puntos cálidos"

La renovación de las cubiertas de plástico es una de las partidas más importantes de los costos de cultivo en invernaderos de plástico. Todo método que sirva para alargar la vida del plástico es, por ello, interesante. En los invernaderos la película se degrada más rápidamente en los llamados "puntos cálidos" donde, por estar tensamente estirada sobre la armazón de apoyo, la película se calienta bajo la acción del sol y el plástico se fotodegrada más de prisa a temperaturas elevadas. Se puede proteger fácilmente la película en estos "puntos cálidos" pintándolos por fuera con cualquier pintura que proteja al plástico de los rayos ultravioleta. Para ello, se suele utilizar pintura de aluminio.

En Francia, los fabricantes no otorgan ninguna garantía de "larga duración" para los revestimientos de plástico de los invernaderos que no vaya condicionada a la aplicación de pintura protectora sobre estos puntos críticos.

Se recomienda por ello insistentemente al CIQA que adopte la práctica de pintar, lo antes posible, los "puntos cálidos" tan pronto como se recubra de plástico un invernadero de túnel.

### B. Invernaderos - Prácticas de propagación

El cultivo en invernadero y, en menor medida, el cultivo en túneles bajos es una actividad cara cuyos costos cabe esperar que sean compensados por los rendimientos que se calcula obtener mediante una cosecha temprana (y por consiguiente de más valor), más abundante o de mejor calidad, o por varios de estos factores a la vez.

Es sumamente importante que las condiciones de cultivo sean las mejores y reducir al mínimo los obstáculos al desarrollo durante la fase comprendida entre la siembra y el trasplante de los plántones al exterior.

Se sugiere mejorar las prácticas actuales del CIQA:

i) utilizando tierra esterilizada para la siembra y para el trasplante de los plántones a contenedores individuales durante la fase cotiledonea, aunque esto signifique tener que importar abonos de un proveedor acreditado;

ii) utilizando un invernadero (probablemente un túnel de 4 m de ancho) únicamente para cultivos de propagación. Este invernadero deberá estar equipado con bancas y alguna forma de calefacción que proteja al menos, contra las heladas;

iii) cultivando, por sistema, más plántones que los necesarios para compensar pérdidas imprevistas, ya que la semilla es relativamente barata.

### C. Invernaderos: empleo de fertilizantes

Debido a los elevados costos del cultivo en invernadero cualquier pérdida de producción por insuficiente nutrición estaría injustificada. La práctica usual del cultivo en invernadero -cuando se practica en el suelo- suele ser la de aplicar una "dosis básica" de fertilizantes, cuya cuantía y composición dependerá de un análisis del suelo y que irá seguida por sucesivas aplicaciones de fertilizantes líquidos espaciadas a lo largo de la vida de las plantas.

Los folletos de la estación hortícola experimental de Lee Valley (Inglaterra) "Cropping in plastic tunnels" y el folleto de Kinsealey (Dublín) de título similar se dispone de ejemplares en el CIQA) contienen recomendaciones sencillas y precisas sobre el empleo de fertilizantes líquidos para los principales cultivos (tomates, pepinos, pimientos).

La aplicación de los fertilizantes líquidos puede efectuarse perfectamente por cualquiera de los dos métodos siguientes:

- i) Utilizando un diluyente comercial e inyectando una solución concentrada de fertilizante en el suministro de agua conforme a un ritmo predeterminado.
- ii) Dotando a los invernaderos de un tanque situado a una altura de 1,5 a 2 metros sobre el nivel del suelo, en que se disuelve la cantidad deseada de fertilizante para su administración por simple gravedad a los cultivos a intervalos que podrían ser semanales.

#### D. Acolchado de plástico usual

La práctica actualmente utilizada en el CIQA es la de practicar orificios circulares en el plástico antes de plantarlos en plántones (o de sembrar las semillas). Se consiguen mejores resultados plantando o sembrando a través de cortes transversales en la lámina de acolchado, practicándose cortes rectangulares entre sí de unos 10 a 12 centímetros de largo.

#### E. Acolchado de plástico: láminas reflectoras

Durante los meses de verano las láminas reflectoras pueden dar resultados muy superiores que el acolchado usual de plástico negro, sobre todo para el cultivo de plantas de la familia cucurbitácea y se recomienda, por ello, importar partidas para ensayo de película de acolchado de color negro/plateado o negro/blanco. Un proveedor conocido es: Polyagno Plastics Inc., Second and Depot Streets, Bridgeport, Pa. 19405, EE.UU.

#### F. Túneles bajos

Si bien los túneles bajos actuales instalados en el CIQA son prácticos y están bien contruidos, a los agricultores puede parecerles su costo por metro cuadrado de superficie cubierta algo elevado. Cabría reducir este costo, sobre todo para los túneles más estrechos, utilizando aros de soporte de alambre de acero galvanizado de gran resistencia de 6 ó de 8 S.W.G. (Standard Wire Gauge - calibre normalizado). Un alambre de 6 S.W.G. tiene un diámetro de unos 5 mm y un alambre de 8 S.W.G. de unos 4 mm. Es importante utilizar alambre de gran resistencia a la tracción, ya que sólo así se consigue que los aros no se deformen o curven bajo ninguna carga. Se observa una reducción particularmente sensible en los costos de aquellos túneles cuya anchura no excede de un metro. Estos túneles de menos de 1 m de ancho pueden ser muy útiles, a comienzos de la temporada, para fomentar la precocidad de plantas que se cultivarán posteriormente sin protección.



