Diseño de Invernaderos

Instrucciones Técnicas

Miriam C. Marín

29 de abril de 2013

29/04/2013

Tabla de contenido

i. INTRODUCCIÓN....3

1- Construcción de un invernadero....5

1.1- Altura recomendable del Invernadero....5

1.2- Orientación. 5

1.3- Seleccionar el sitio....6

1.3.1-La temperatura 8

1.4- Materiales para el suelo 8

1.4.1-Nivelación del terreno. 8

1.5-Características del Material para la Estructura 9

1.6-Materiales utilizados para la Cubierta, la estructura y los pasillos del invernadero 11

1.6.1-Montaje del Plástico....12

1.6.2-Selección del Plástico de Recubrimiento del Invernadero 13

Plásticos claros y difusos 13

Propiedades foto-selectivas del polietileno 13

1.6.3-Recomendaciones Manipulación del Plástico en Fase de Instalación....14

1.6.4-Recomendaciones durante el mantenimiento del Plástico....14

2- Seguridad y Salud en Invernaderos....15

2.1-ANÁLISIS DE LA NORMATIVA ESPECÍFICA APLICABLE: 15

2.2-EVALUACIÓN DE RIESGOS 17

2.2.1-Principales riesgos de las máquinas agrícolas....17

2.2.2-Riesgos en la manipulación de productos fitosanitarios. 18

2.2.3-EVALUACIÓN DE RIESGOS ESPECÍFICOS EN INVERNADEROS:....22

2.3-MEDIDAS PREVENTIVAS 22

BIBLIOGRAFÍA 24

i. INTRODUCCIÓN

Los invernaderos no son más que Estructuras cerradas, con mayor o menor grado de tecnificación según las necesidades, orientados a obtener la mayor productividad de cultivos hortícolas, semilleros y planta joven, planta ornamental, flor y verde de corte.

La diversificación productiva, tan necesaria en los tiempos actuales, nos indica la necesidad de mejorar nuestros sistemas de producción de hortalizas y flores. Un invernadero es una herramienta muy útil para producirlas fuera de temporada, conseguir mayor precocidad, aumentar los rendimientos, acortar los ciclos vegetativos de las plantas, mejorar la calidad de los cultivos mediante una atmósfera interior artificial y controlada.

Las estructuras de los invernaderos deben obedecer a cálculos de estática y resistencia, permitiendo instalar distintos equipamientos y soportar la sobrecarga producida por los cultivos suspendidos.

Las puertas estándar son tipo correderas de 1 ó 2 hojas, aunque también se pueden suministrar puertas automáticas y especiales de grandes dimensiones.

Los Invernaderos permiten utilizar tanto ***cubiertas*** flexibles (film plástico, malla de sombreo, malla monofilamento, etc.) como rígidas (PVC, policarbonato, chapa metálica, etc.). El cristal también puede ser utilizado.

La **ventilación** en los Invernaderos e puede instalar tanto en techos como en frontales y laterales, con apertura manual o motorizada con posibilidad de automatizarse.

Los invernaderos son susceptibles de ser mejorados con diversos **equipamientos** u tecnificación, tales como: Mesas fijas, móviles, transportables, calefacción, Cooling-System, CO2, FogSystem, pantallas térmicas, equipos de control climático y de fertirrigación, etc.

En los Invernaderos se recomienda contemplar todos los **elementos de seguridad** necesarios para poder realizar trabajos de mantenimiento en los techos de todos nuestros modelos de invernaderos, tales como: barandillas anti-pánico para colocar en las líneas de canalones exteriores, estructuras para "línea de vida", cables y redes anticaída para los techos, así como escaleras de seguridad con protecciones para acceder a los techos.

Si desea lograr buenos manejos es fundamental contar con una instalación de riego por goteo que incluya un mecanismo para incorporar los fertilizantes.

LAS VENTAJAS DE UN BUEN DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANEJO DE UN INVERNADERO, SON:

- ☑ *Altos rendimientos, en la producción,*
- ☑ *mejor calidad (tamaño, color, forma),*
- ☑ *mejor sanidad e inocuidad de los cultivos (limpios, sanos).*

El propósito que se persigue con el invernadero es crear un ambiente propicio para el crecimiento de las plantas. La energía del sol se transmite a través de la cubierta transparente hasta la planta, necesaria para la realización del proceso fotosintético.

Existen diferentes diseños de invernaderos, entre los que podemos citar:

- Semicircular.
- Multicapilla,
- Macro túnel.
- Micro túnel

Los principales factores que hay que tener en cuenta en la selección del sitio:

- Vientos predominantes, debemos lograr la exposición mínima.
- Exposición al sol y duración del foto período.
- Suelos nivelados.
- Área libre de anegamientos (inundaciones) estacionales.
- Accesibilidad vehicular.
- Cercanía a fuente de agua y energía eléctrica.

Para decidir las características constructivas del invernadero se debe tener en cuenta:

1- Las características climáticas de cada planta que vamos a cultivar en un invernadero para obtener un óptimo desarrollo de cada una de estas.

2- Relación entre el clima exterior y el clima que se logra dentro del invernadero, debemos conocer:

-Datos climáticos de la región donde se va a instalar el invernadero.

-Temperaturas diurnas y estacionales, humedad relativa, frecuencia e intensidad de vientos, etc…

-Características mecánicas, térmicas y ópticas de los materiales de cubierta que van a determinar el clima en el interior del invernadero.

1- Construcción de un invernadero

1.1- Altura recomendable del Invernadero

Se tienen varias experiencias en la construcción de invernaderos, la que ha dado mejores resultados es aquella que permite *alcanzar 3 metros cúbicos* por cada metro cuadrado de superficie. En estas condiciones se logra un mejor desarrollo de los cultivos altos como tomates y otros. Si bien se va a necesitar una mayor calefacción interior (en caso de necesitarse), el calor se conservará por más tiempo.

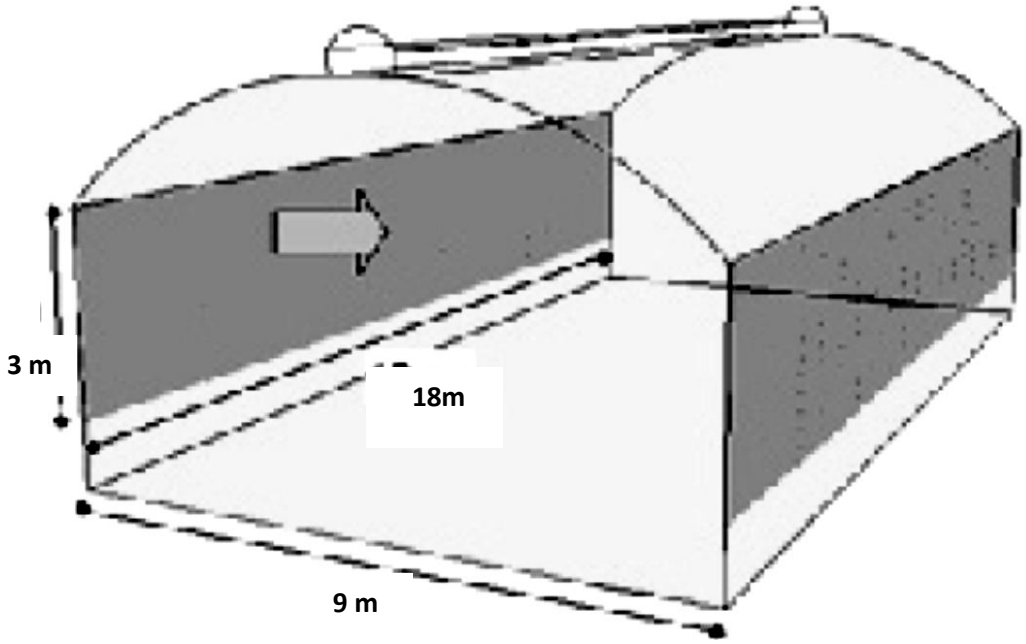
1.2- Orientación.

Dentro de las características para la orientación de un invernadero deben permitir recibir mayor iluminación (orientación de este a oeste), la disposición del terreno, los vientos dominantes y la forma del invernadero van a condicionar su orientación y la disposición de las líneas de cultivo. Las líneas de cultivo deben situarse norte-sur para evitar la proyección de sombra de unas sobre otras y que sobre todas ellas incida la misma cantidad de radiación solar a medida que el sol se desplaza a lo largo del día.

En cambio, en aquellos de menor longitud, la ventilación se puede efectuar a través de ventanas ubicadas en la parte alta del frente y del fondo, las que también deben contar con un mecanismo de abertura y cierre.

ÁREA DE LAS VENTANAS

El área de las ventanas es importante, especialmente con la adopción de sistemas de exclusión de insectos, por lo que se recomienda una relación:
ÁREA DE VENTANA / ÁREA DEL SUELO ≥ 25%

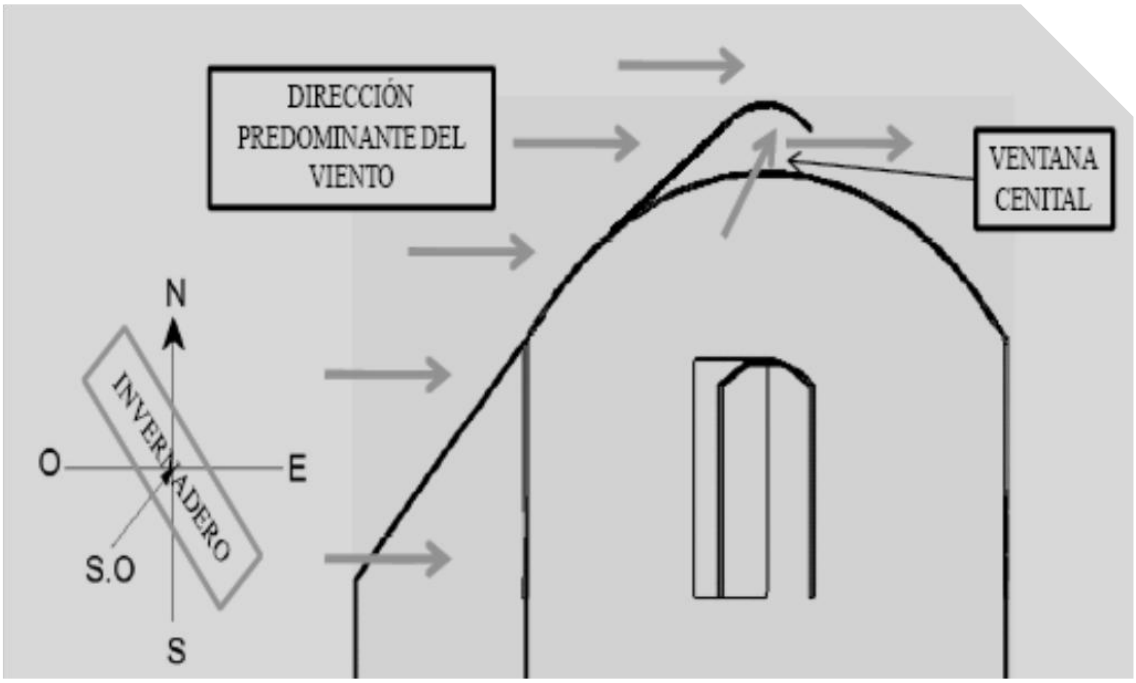


Ejemplo para ilustrar el cálculo de la relación Área de ventana / Área del suelo
*Área de ventana /Área del suelo)*100= (54/162)*100= 33,33%.*

Al techo de los invernaderos se les debe dar bastante pendiente (30%) para facilitar que las gotas de agua, producto de la condensación de la transpiración de las plantas y la evaporación del suelo caigan hacia los lados y no sobre los cultivos. Así se evita el desarrollo de enfermedades en los vegetales.

Muchas veces la pendiente del terreno (topografía) decide la orientación de la nave o caseta. En los suelos planos es importante considerar la dirección de los vientos predominantes, debiendo orientarla hacia aquella que presente menos resistencia.

En zonas con temperaturas altas y bajas velocidades de viento, para mejorar el flujo de ventilación, se recomienda orientar el invernadero de forma tal que la ventana lateral quede perpendicular a la dirección predominante del viento de la localidad y la apertura de la ventana cenital opuesta a esa dirección.



Orientación del invernadero en función de la dirección predominante del viento.

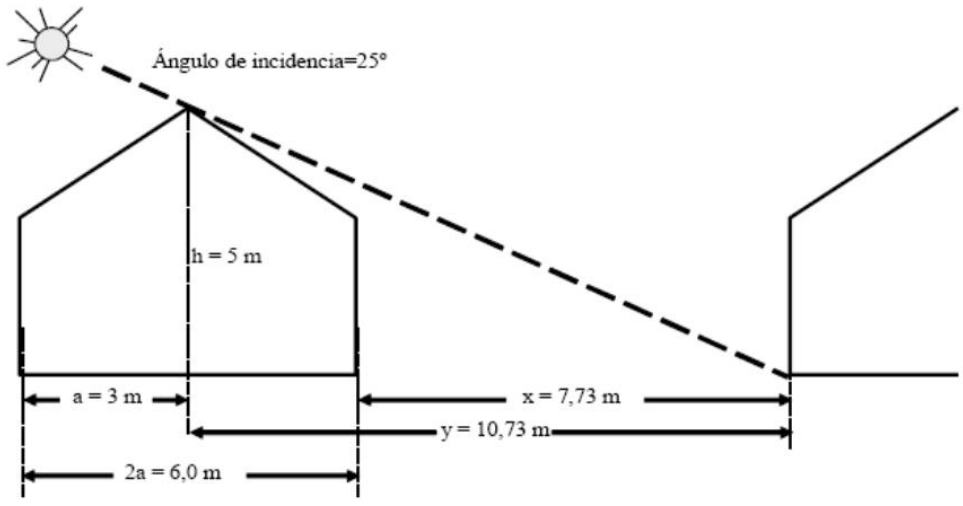
Si desea lograr buenos manejos es fundamental contar con una instalación de riego por goteo que incluya un mecanismo para incorporar los fertilizantes.

1.3- Seleccionar el sitio

Los invernaderos no pueden ser copias improvisadas de otros invernaderos sino el resultado de un estudio puntual de las condiciones climáticas del lugar y el microclima que debe proveerse al cultivo.

Para elegir el lugar donde construir un invernadero se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ La exposición al sol y el número de horas luz recibidas en el lugar, debido a la dependencia fotoperiódica de las plantas para la regulación de sus funciones biológicas.
- ✓ El área no debe ser propensa a inundaciones estacionales. Elegir suelos nivelados, con buen drenaje, libres de posibles anegamientos por aguas lluvias o desbordes de canales. Evitar también de los suelos bajos donde exista un nivel freático alto.
- ✓ La accesibilidad vehicular. Que existan caminos de acceso todo el año para la salida de los productos. En lo posible, lejos de los caminos y zonas polvorientos, debido a que el polvo se deposita en los techos disminuyendo el paso de luz al interior, además de contaminar las hojas y frutos.
- ✓ La existencia de una fuente de agua y un punto de energía eléctrica cercana (para el bombeo del agua de riego y la iluminación). Se debe conocer el caudal del agua disponible. Es decir, La disponibilidad de agua de riego en cantidad y calidad
- ✓ Considerar la separación mínima recomendada entre un invernadero y otras construcciones u obstáculos de 6 m., para evitar el efecto de sombreo y facilitar la entrada de aire al invernadero.
- ✓ Evitar zonas de mucha neblina por su menor luminosidad
- ✓ Que se cuente con mano de obra en la zona.
- ✓ La persona encargada debe estar cerca, para que de solución rápida a cualquier problema.
- ✓ No ubicarlo junto a la sombra de árboles muy altos, ni donde lleguen sus raíces.
- ✓ En lo posible, que estén protegidos de vientos fuertes que puedan dañar la cubierta de polietileno.
- ✓ Estimar la separación mínima entre invernaderos para evitar la proyección de la sobra.



Distancia entre invernaderos para evitar la proyección de sombra

1.3.1-La temperatura

Es uno de los factores más importantes en el desarrollo de las plantas. Por eso, una de las principales ventajas de los invernaderos es la posibilidad de crear las condiciones climáticas que más acomoda a los cultivos, previniendo los daños por bajas temperaturas.

Cuando el costo de los cultivos y cosechas lo justifique es conveniente, además, contar con equipos calefactores que produzcan una buena distribución del calor y que no provoquen contaminación por acumulación de gases, y de equipos de climatización durante los períodos o zonas muy cálidas.

No es fácil refrigerar el invernadero sin invertir altas cantidades en instalaciones y equipos.

Factores que permiten reducir la temperatura en un invernadero:

- ✓ Reducción de la radiación solar que llega al cultivo.
- ✓ Evapotranspiración del cultivo.
- ✓ Ventilación del invernadero.
- ✓ Refrigeración por evaporación de agua.

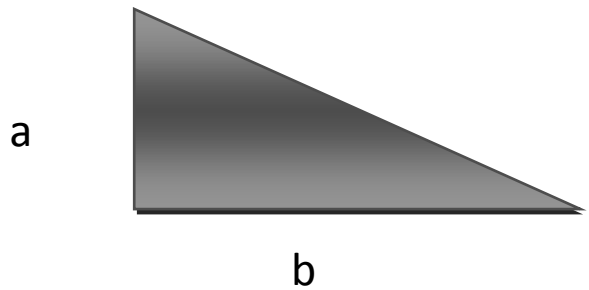
1.4- Materiales para el suelo

El piso de los pasillos del invernadero se cubre principalmente para el control de las malezas, ya que sin protección requiere la aplicación de herbicidas. Entre algunos materiales utilizados, se encuentran:

- ✓ **Plástico negro**: absorbe la mayor cantidad de radiación incidente sobre la superficie. Capacidad para calentar el suelo.
- ✓ **Plástico blanco**: refleja la mayor cantidad de radiación incidente sobre la superficie. Capacidad para enfriar el suelo.
- ✓ **Ground cover**: es una malla de tejido muy ceñido, de color blanco o negro. Es más resistente que los plásticos y permite el paso de fertilizantes líquidos y de aire.
- ✓ **Piedra picada (grava):** se usa sola, sobre plástico o antes del ground cover para evitar acumulación de agua.

1.4.1-Nivelación del terreno.

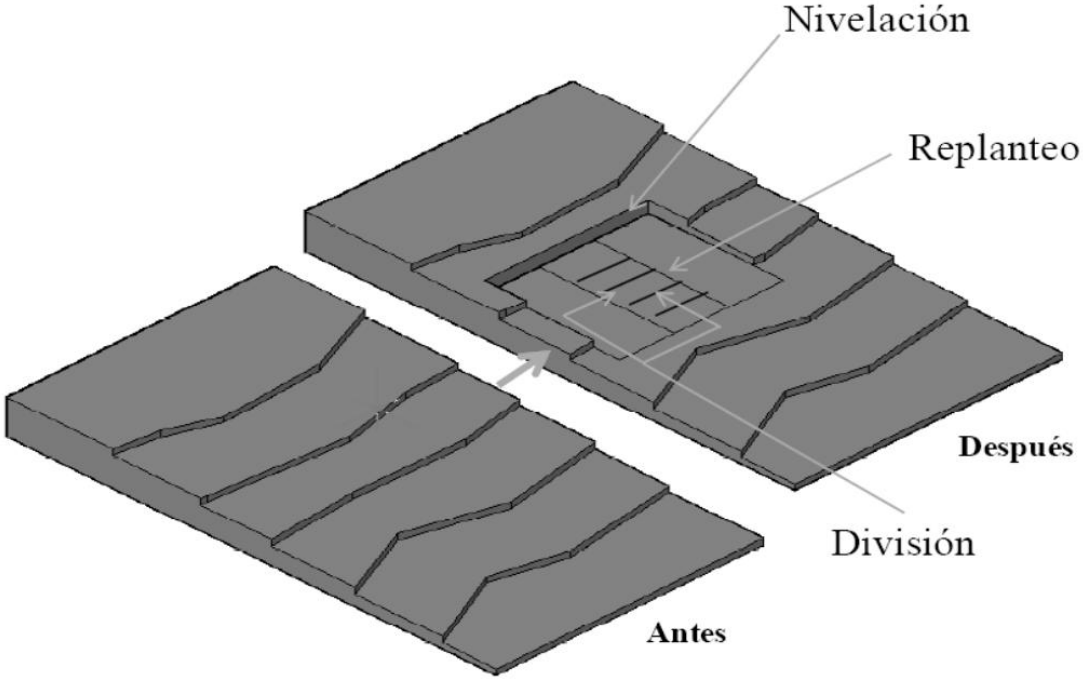
La pendiente del terreno preparado, no debe ser mayor a 1%.



Pendiente= (a/b)*100 < = 1%

DONDE:
a: altura del mayor desnivel del terreno
b: largo del terreno

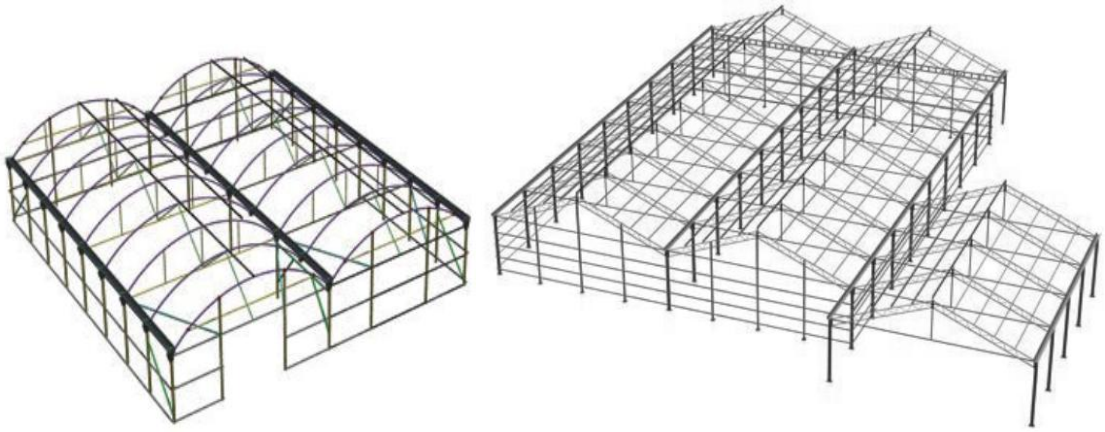
Para el replanteo se dibuja en el piso un rectángulo con las medidas de la superficie que va ocupar el invernadero. Los ángulos en las esquinas deben ser de 90º.



1.5-Características del Material para la Estructura

La estructura del invernadero puede ser metálica con perfiles angulares o de tubos redondos. Hay de madera sola, o de madera y alambre. También de tubos de PVC o de concreto. La decisión de cual será el tipo de invernadero a construir, dependerá del presupuesto disponible. Pero la más utilizada en la de hierro galvanizado.

Las formas son variables. Dependen de las necesidades del usuario y de los materiales que se disponga. Los hay con techos de dos aguas, con estructuras semicirculares y Semienterrados. Se puede considerar una sola nave o juntar varias para ahorrar el polietileno en los costados y aprovechar mejor el espacio interior.



La forma del techo influye en la cantidad de luz que entra al invernadero. Los Invernaderos de Cubiertas Curvas son los más efectivos.

En cuanto a las dimensiones de un invernaderos de perfiles galvanizados, se destaca lo siguiente:

- ✓ La altura mínima del invernadero es de 3 m del piso a la punta del pilar y 5 m a la punta de la cercha, esta medidas son recomendadas para zonas sobre los 2000 m.s.n.m. Para zonas por debajo de esta altitud, se recomienda una altura de 4 m del piso a la punta del pilar y 6 m a la punta de la cercha.
- ✓ Los pilares y las cerchas van unidos por piezas galvanizadas.
- ✓ Los pilares se recomiendan que sean perfiles redondos galvanizado su diámetro depende de las características de la zona (vientos, sismos) y de las dimensiones de la estructura.
- ✓ Las cerchas de tubo redondo están compuestas por tres elementos que se acoplan mediante un mecanismo macho-hembra
- ✓ Los cimientos o bases del invernadero van sumergidos a una profundidad mínima de 0,80 m y los tirantes a 1,20 m. Se deben contar con un cálculo estructural de la carga a soportar y de la resistencia del suelo.

El material más utilizado para la estructura de los invernaderos es el hierro galvanizado.

Descripción	**Ventaja**	**Desventaja**
Hierro galvanizado	- Vida útil de 30 a 40 años. - Alta resistencia al peso y puede ser fabricado fácilmente. -Barrera física, protección electroquímica y autocurado. -Ausencia de mantenimiento, fácil de pintar.	- El costo es elevado frente al hierro no galvanizado. - La vida protectora de este recubrimiento esta principalmente determinada por su espesor y la severidad de las condiciones de exposición. El zinc se corroe en contacto con ácidos. - La superficie dañada, debido al transporte, cortes, etc., debe ser reparada con productos adecuados, de lo contrario provocará corrosión prematura en las zonas dañadas.

1.6-Materiales utilizados para la Cubierta, la estructura y los pasillos del invernadero

El material más empleado es el polietileno de baja densidad. En el comercio se encuentran anchos de 6 a 12 metros. Es necesario considerar estas medidas al diseñar las estructuras.
Polietileno. El más usado es de 0,15 a 0,20 milímetros de espesor, con tratamiento anti UV. Generalmente, dura dos temporadas y tiene una mayor resistencia a los climas adversos. En el caso de usar doble cubierta, la interior será de polietileno más delgado, de 0,06 milímetros. Se encuentra en el mercado de tres tipos:

a. **Normal**. Su espesor más común es de 100 micras (0,10 mm).

Tiene una duración promedio de 8 a 10 meses. Es de color transparente y muy permeable a los rayos infrarrojos de onda larga, lo que provoca pérdida de calor por las noches, con el consiguiente peligro de inversión térmica (menor temperatura dentro del invernadero en noches despejadas, frías y sin viento).

Difunde poco la luz solar, lo que puede ocasionar daños por golpes de sol. Se produce gran condensación de la humedad generada al interior del invernadero (producto de la evapotranspiración).

b. Larga duración. Se mantiene en buenas condiciones por dos temporadas agrícolas. Presenta un color amarillo transparente y lleva aditivos en su composición para protegerlo de los rayos ultravioleta. El espesor más usado es entre 150 y 200 micras (0,15 a 0,20 mm).

Difunde mejor la luz que el polietileno normal, pero no tiene efecto térmico y presenta el mismo peligro de inversión térmica.

c. Térmico. Dura de 2 a 3 temporadas. Su color es amarillo o transparente, con un espesor generalizado de 200 micras (0,20 mm). Tiene aditivos contra los rayos infrarrojos de onda larga que, durante la noche, permiten retener más o menos el 85% del calor almacenado en el día. Eso disminuye el peligro de heladas por inversión térmica.

Produce gran dispersión de la luz, con lo que se evitan los golpes de sol. A la vez, requiere un buen sistema de ventilación para evitar temperaturas muy altas, ya que en los invernaderos cubiertos con este tipo de polietileno se acumula más calor.
La condensación se produce como gotas de menor tamaño, lo que reduce el daño en las plantas.

Mayor o menor duración
Además del espesor y del clima hay otros factores que influyen en la duración de los polietilenos. Los más conocidos son:

- ✓ La radiación ultravioleta y la temperatura a que está sometido el polietileno.

En la siguiente tabla se describen los materiales utilizados con más frecuencia para la cubierta, la estructura y los pasillos del invernadero.

Descripción	Ventajas	Desventajas
Polietileno de baja densidad (PEBD) PEBD < 930 kg/m3 Es el plástico flexible más empleado para la cubierta de los invernaderos, los espesores más usados van de 150 a 250 micras. Una de las características del PEBD es que su alargamiento en el punto de rotura es cercano al 500 %. El material se considera degradado cuando su alargamiento se ha reducido en un 50 % de su valor inicial.	- El PEBD no se oscurece como ocurre con el PVC y el poliéster. - Debido a su gran transparencia, el PEBD da lugar durante el día al calentamiento de las diferentes superficies y el volumen del aire en el interior del invernadero.	- Vida útil corta. - El PE se degrada por la radiación ultravioleta y el oxígeno, por lo que la exposición permanente a la intemperie provoca perdida de sus propiedades físicas. - El PEBD es el material plástico que menos resistencia tiene a la rotura.

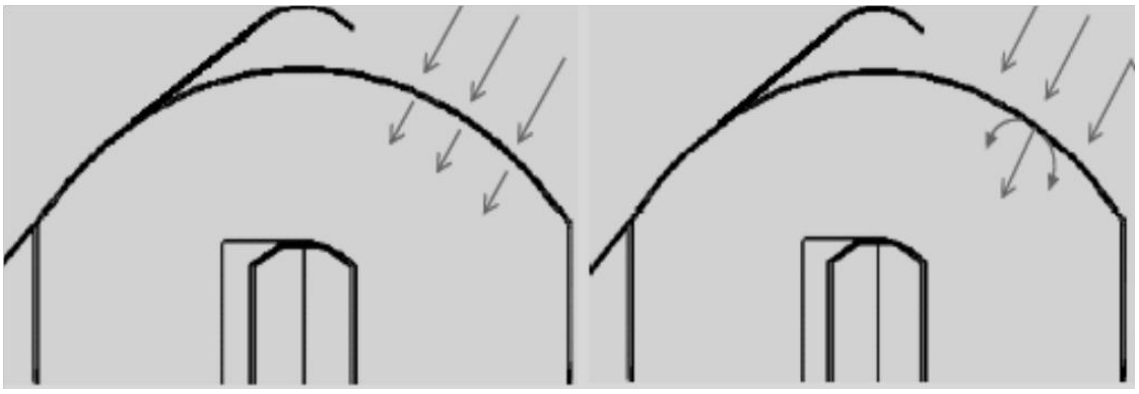
1.6.1-Montaje del Plástico

- ✓ La instalación del plástico va en dos láminas de 4,50 m de ancho, desde el lateral hasta la apertura cenital.
- ✓ Por encima del plástico debe ir un cordón poli 100 Nº 4 entre cuadro y cuadro de cada cercha, para evitar que el viento lo levante
- ✓ Las canales van engrapadas entre cercha y cercha
- ✓ Las cortinas van con un tubo de 1/2 pulg, envolviendo el plástico a la altura deseada.
- ✓ El contorno del invernadero puede ir cubierto sólo por una malla de exclusión de insectos (antiáfidos o de mayor porosidad) o en combinación con una cortina plástica superpuesta movible

1.6.2-Selección del Plástico de Recubrimiento del Invernadero

Plásticos claros y difusos

Los plásticos claros transmiten la mayor parte de la luz en forma directa. Los plásticos con aditivo difusor, distribuye la luz en todas las direcciones reduciendo las sombras, por lo que las plantas pueden aprovechar mejor la luz.



Plástico Claro y Plástico Difuso

Propiedades foto-selectivas del polietileno

A continuación se presentan algunas propiedades del material de cubierta, a considerar para la selección del polietileno adecuado.

Plásticos con estabilización de luz ultravioleta

Los polímeros están sujetos a la degradación por foto oxidación, causada por procesos de transferencia de energía y formación de radicales libres, como resultado pierde sus propiedades físicas o mecánicas. La adición de foto estabilizadores alarga la vida de los plásticos para su uso en el exterior, entre los aditivos utilizados se encuentran los de absorción de rayos ultravioleta y de radicales libres.

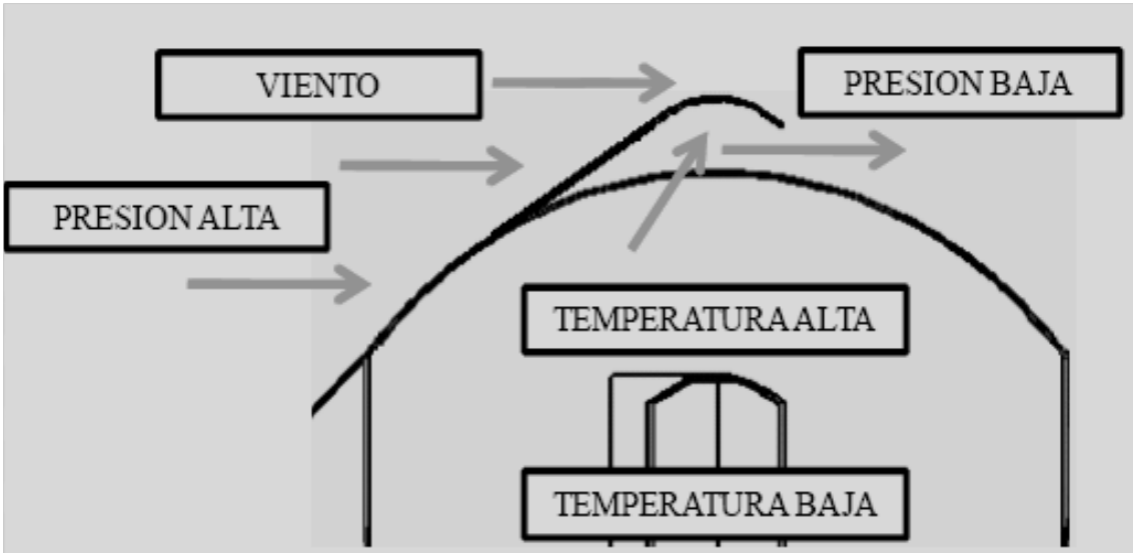
Plásticos anti-goteo

La condensación de agua en el interior del invernadero, implica disminución en la transmisión de la luz y la formación de gotas de agua que caen sobre las plantas, las cuales pueden favorecer el desarrollo de enfermedades. El efecto anti-goteo modifica la tensión superficial del plástico para formar una capa uniforme de agua, que con la inclinación adecuada del material puede eliminar la gota de la superficie, aumentando el escurrimiento del agua que puede ser recogida en los laterales.

Plásticos anti-plaga

Los insectos que causan problemas más serios son la mosca blanca y los trips, la movilidad de estos insectos depende de la presencia de los rayos ultravioleta provenientes del sol, si la entrada de estos rayos es restringida en el plástico se limitará la presencia de insectos en el interior del invernadero. La ausencia de rayos ultravioleta también frena seriamente la actividad de los polinizadores, tales como los abejorros y las abejas, que precisamente necesitan esta luz ultravioleta para su orientación.

La estrategia de ubicar la ventana cenital opuesta a la dirección predominante del viento es facilitar el efecto venturi, que apoya la ventilación natural de los invernaderos. Este fenómeno se produce por los cambios de presiones y temperaturas, donde el aire caliente tiende a subir y salir por la ventana cenital.



Efecto Venturi

Para zonas con alta nubosidad, la orientación recomendada, debe ser aquella que permita la mayor captación de la radiación solar directa.

1.6.3-Recomendaciones Manipulación del Plástico en Fase de Instalación

- ✓ Pintar todas las piezas metálicas que entren en contacto con la cubierta plástica, usando una pintura acrílica aluminizada de alta calidad.
- ✓ Alisar la superficie de las piezas metálicas que entren en contacto
- ✓ con la cubierta plástica y envolver con polietileno todas las partes filosas sobresalientes.
- ✓ Instalar la cubierta plástica en las primeras horas de la mañana, cuando las temperaturas son moderadas y las velocidades de viento más bajas.
- ✓ Si la película de polietileno tiene dos o más capas ubicar la adecuada hacia el interior del invernadero, siguiendo las indicaciones del proveedor de plástico.
- ✓ Estirar la película de polietileno de manera uniforme a todo lo largo del invernadero.
- ✓ Instalar primero la película de polietileno en las caras anterior y posterior, luego en los laterales y por último en el techo, para poder dar la tensión adecuada.
- ✓ El tensado del plástico recomendado es de 1 a 1,5% máximo.
- ✓ Evitar el contacto de los productos fitosanitarios con el polietileno.

1.6.4-Recomendaciones durante el mantenimiento del Plástico

- ✓ Reparar inmediatamente todo agujero o rasgadura, usando cinta adhesiva adecuada para películas de polietileno.
- ✓ Tensar las películas, entre temporadas o después de fuertes vientos.
- ✓ Los agroquímicos y en especial aquellos con azufre o halógenos (cloro, flúor, bromo y yodo), pueden dañar las películas y provocar degradación prematura, por ello hay que evitar que entren en contacto con la película y ventilar el invernadero lo más rápido posible para dejar salir los gases perjudiciales.

2- Seguridad y Salud en Invernaderos

Para evaluar la seguridad y salud durante el montaje y operación de un invernadero se debe tener en cuenta aquellas situaciones de riesgos que conllevan las tres fases de trabajo: construcción del invernadero, mantenimiento y trabajos de cultivo, sin tener en cuenta su tamaño, situación, etc.

Los riesgos que se contemplan no son por sólo específicos de los invernaderos, sino que son un espectro más amplio, como los derivados de las tres fases:

• **Fase constructiva**: emplazamiento, cimentación, estructurado, colocación de cubiertas, fachadas, arriostramientos, alambrados, instalación de plásticos, instalación de ventilación, etc.

• **Trabajos de cultivo**: están todos aquellos derivados de la utilización de la maquinaria empelada que en muchas ocasiones es de factura especial y aquellos otros en los que hacemos especial hincapié como son los derivados de la utilización de productos fitosanitarios cuyos riesgos vienen incrementados por las condiciones ambientales extremas de temperatura y humedad, así como los derivados del estrés térmico.

• **Mantenimiento**: los derivados de la renovación y blanqueo de cubierta, reparaciones de estructuras, limpieza y reparación de equipos de fertirrigación, mantenimiento y reparación de equipos de ventilación por extracción, etc.

2.1-ANÁLISIS DE LA NORMATIVA ESPECÍFICA APLICABLE:

Actualmente no existe una normativa que se pueda aplicar de forma exclusiva a los trabajos en invernaderos, pero tratándose de una actividad agrícola desarrollada en un recinto cerrado y con unas especiales características, le es de aplicación la misma legislación que al resto del sector agrario en sus distintas facetas.

No obstante lo expuesto, cabe destacar como de especial aplicación en el sector, los siguientes decretos:

NORMATIVA NACIONAL

REGLAMENTO	LEYES Y DECRETOS DE APLICACIÓN
☑ PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD	Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo**, Decreto Núm. 522-06 y Resolución No. 04/2007, del Ministerio de Trabajo.**
☑ EVALUACIÓN DE RIESGOS	
☑ LUGARES DE TRABAJO	
☑ SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	
☑ FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES	
☑ PROTECCIONES COLECTIVAS	
☑ EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
☑ INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES	

REGLAMENTO	LEYES Y DECRETOS DE APLICACIÓN
☑ REGLAMENTO PARA LA GESTIÓN DE SUSTANCIAS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS,	_**Ley sobre Medioambiente y Recursos Naturales**, Ley Nº 64-00.
☑ REGLAMENTO DE ETIQUETADO E INFORMACIÓN DE RIESGO Y SEGURIDAD DE MATERIALES PELIGROSOS.	

NORMATIVA INTERNACIONAL VOLUNTARIA

- Real Decreto 1435/1992 de transposición de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, donde se establece el marcado "CE" de las máquinas y la certificación de seguridad, de aplicación a las plataformas indicadas en el párrafo anterior.
- Real Decreto 3151/68, Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión, donde se fija la altura mínima de estas líneas respecto a las superficie del terreno, construcciones, etc., por el riesgo que supone la construcción de invernaderos bajo las mismas invadiendo la zona de seguridad de estas; tanto durante la construcción del invernadero como en las operaciones de mantenimiento.
- Real Decreto 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico y que es aplicable cuando existen líneas aéreas de alta
- Real Decreto 1215/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en cuanto a la utilización por los trabajadores de equipos tales como las plataformas elevadoras de personas.

Así mismo le es de aplicación lo establecido para tratamientos con productos fitosanitarios (productos tóxicos y peligrosos), con el incremento del riesgo de inhalación que supone su aplicación de estos en un recinto cerrado con escasa ventilación y el de contacto dérmico por el mismo motivo y la posibilidad de roce con las propias plantas debido al poco espacio existente entre la calles.

- Fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas. Reglamentación Técnico-Sanitaria (Real Decreto 3349/1983).
- Implantación del sistema armonizado comunitario de autorización para comercializar y utilizar productos fitosanitarios (Real Decreto 2163/1994).
- Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/1997).
- Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (Real Decreto 374/2001).
- Gestión de envases de productos fitosanitarios (Real Decreto 1416/2001).
- Producción integrada de productos agrícolas (Real Decreto 1201/2002).

- Clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos (Real Decreto 255/2003).
- Homologación de cursos de capacitación para realizar tratamientos con plaguicidas (Orden de 8 de marzo de 1994).
- Normativa básica y normas de coordinación en materia de sanidad vegetal (Ley 43/2002).

En cuanto a condiciones térmicas se refiere dentro del invernadero, se hace necesaria la utilización de normativa específica ajena para la valoración de este riesgo, como puede ser el "Índice WBGT", establecido por la "American Conference of Governmental Industrial Hygienists" (ACGIH). Este índice se basa en la posibilidad de eliminación del calor corporal en función de las condiciones termo-higrométricas ambientales, y permite establecer el tiempo máximo de permanencia en un ambiente caluroso en función de parámetros tales como metabolismo basal y de trabajo, tipo de ropa utilizada, velocidad del aire y temperaturas seca, húmeda y de globo del ambiente.

2.2-EVALUACIÓN DE RIESGOS

2.2.1-Principales riesgos de las máquinas agrícolas

1. Aplastamiento por vuelco

Camiones, máquinas agrícolas automotrices.

2. Atrapamiento por piezas móviles

Poleas, correas y engranajes, ejes de transmisión, ejes de toma de fuerza, tornillos sinfines, esparcidores, azadas, etc.

3. Atropellos y autoatropellos

Camiones, máquinas agrícolas automotrices.

4. Atrapamientos por o entre máquinas o con elementos fijos o el paramento

Todas las máquinas, cargadores frontales o posteriores, máquinas con brazos hidráulicos y remolques.

5. Golpes con objetos

Todo tipo de máquinas.

6. Sobreesfuerzos

Mantenimiento, enganche y desenganche de máquinas y aperos.

7. Exposición a temperaturas ambientales extremas

Manejo de máquinas con temperaturas extremas por calor.

8. Caídas al mismo nivel

Una vez descendido del puesto de conducción de camiones, máquinas agrícolas automotrices y remolques, conduciendo motomáquinas, y en labores de mantenimiento.

9. Caídas a distinto nivel

En el acceso o descenso del puesto de conducción de camiones y máquinas, durante el mantenimiento de las máquinas y remolques, y comprobaciones varias.

10. Cortes con objetos

Motosierras, máquinas en general, provistas de cuchillas, dientes o martillos, y chapas.

11. Proyección de partículas, fragmentos y objetos

Remolques distribuidores, cisternas, etc.

I2. Incendios

Máquinas autopropulsadas, etc.

13. Vibraciones

Manejo y conducción de máquinas.

12 Exposición a sustancias nocivas

Aplicadores de productos fitosanitarios, equipos de protección de cultivos.

13. Caída de objetos en manipulación.

Máquinas durante el mantenimiento, remolques apiladores, equipos para movimiento de cargas, etc.

14. Contactos térmicos

Motores de combustión y tubos de escape.

15. Ruido

Manejo y conducción de máquinas.

16. Exposición a contactos eléctricos

Máquinas eléctricas, máquinas móviles (contacto con líneas de conducción de energía eléctrica.

17. Contacto con sustancias cáusticas y corrosivas

Baterías de máquinas autopropulsadas.

18. Proyección de fluidos a presión

Máquinas con circuitos hidráulicos.

2.2.2-Riesgos en la manipulación de productos fitosanitarios.

Los fitosanitarios se consideran peligrosos si presentan alguna de las características e peligros establecidos, de acuerdo con las propiedades fisicoquímicas, toxicológicas, efectos sobre la salud y ecotoxicológicas (efectos sobre el medio ambiente). Las diferentes categorías y sus definiciones son:

	Propiedades Físico-Químicas	
EXPLOSIVOS	**E** **Explosivo**	Las sustancias y preparados sólidos, líquidos, pastosos o gelatinosos que, incluso en ausencia de oxígeno atmosférico, puedan reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que, en determinadas condiciones de ensayo, detonan, deflagran rápidamente o, bajo el efecto del calor, en caso de confinamiento parcial, explotan.
COMBURENTES	**O** **Comburente**	Las sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, produzcan una reacción fuertemente exotérmica.
FÁCILMENTE INFLAMABLES	**F** **Fácilmente inflamable**	Las sustancias y preparados: • que pueden calentarse e inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía, • los sólidos que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de inflamación y que sigan quemándose o consumiéndose una vez retirada dicha fuente, • los líquidos cuyo punto de ignición sea muy bajo, • que, en contacto con agua o con aire húmedo, desprendan gases extremadamente inflamables en cantidades peligrosas.
EXTREMADAMENTE INFLAMABLES	**F+** **Extremadamente inflamable**	Las sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de ignición extremadamente bajo y un punto de ebullición bajo, y las sustancias y preparados gaseosos que, a temperatura y presión normales, sean inflamables en contacto con el aire.
	Efectos sobre la salud	
NOCIVOS	**Xn** **Nocivo**	Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.

TÓXICOS	T Tóxico	Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, en pequeñas cantidades, puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.
MUY TÓXICOS	T+ Muy tóxico	Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, en muy pequeña cantidad, puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.
CORROSIVOS	C Corrosivo	Las sustancias y preparados que, en contacto con tejidos vivos, puedan ejercer una acción destructiva de los mismos.
IRRITANTES	Xi Irritante	Las sustancias y preparados no corrosivos que, en contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria.
SENSIBILIZANTES		(Xi) si es por contacto con la piel, o (Xn) por inhalación. Son productos que pueden originar una reacción de hipersensibilidad, de forma que la exposición posterior al producto dé lugar a efectos negativos característicos. Tienen el mismo símbolo que los nocivos, con la anotación (Xn) o (Xi).

Otras propiedades toxicológicas:

– En contacto con agua libera gases tóxicos.

– En contacto con ácidos libera gases tóxicos.

– En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.

– Peligro de efectos acumulativos.

– Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.

Efectos específicos sobre la salud humana:

– **Carcinógenos**: son los productos que por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden producir cáncer o aumentar su frecuencia. Se establecen tres categorías:

- Primera categoría: si se dispone de elementos suficientes para establecer la existencia de una relación causa/efecto entre exposición de humanos y aparición de cáncer.

- Segunda categoría: si se dispone de suficientes elementos para suponer que lo son.

La primera y segunda categoría se etiquetan como: «Tóxico, puede causar cáncer» o «T, puede causar cáncer por inhalación»

- Tercera categoría: efectos preocupantes, pero no hay información suficiente «Xn, R40, posibilidad de efectos irreversibles».

– **Mutagénicos**: son productos que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden producir alteraciones genéticas hereditarias o aumentar su frecuencia.

Se establecen tres categorías en términos similares a los carcinógenos. Primera y segunda categoría: «T, R46, puede causar alteraciones genéticas hereditarias» o tercera categoría: «Xn, R40, posibilidad de efectos irreversibles».

– **Tóxicos para la reproducción**: Son productos que, por inhalación, ingestión, o penetración cutánea, pueden producir efectos negativos no hereditarios en la descendencia, o aumentar la frecuencia de éstos o afectar de forma negativa a la función o a la capacidad reproductora.

- Categoría primera: sustancias de las que se sabe que perjudican la fertilidad humana, o que se sabe que producen toxicidad en el desarrollo de los seres humanos. «T, R60, Puede perjudicar la fertilidad» o «T, R61, riesgos durante el embarazo de efectos adversos para el feto».

- Categoría segunda: si deben considerarse como tales: «T, R60, Puede perjudicar la fertilidad» o «T, R61, riesgos durante el embarazo de efectos adversos para el feto».

- Categoría tercera: sustancias preocupantes de producir dichos efectos. «Xn, R62, posible riesgo de perjudicar la fertilidad» o «Xn, R63, posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto».

EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE**:**

Peligrosos para el medio ambiente (N): sustancias o preparados que presenten o puedan presentar un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medio ambiente.

Toxicidad es la capacidad de una sustancia química de causar daños a los organismos vivos. Depende de la cantidad de la sustancia administrada o absorbida y del tiempo expuesto a la misma.

La **clasificación** de los productos fitosanitarios, en base a su toxicidad, es la siguiente:

a) De baja peligrosidad: los que por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea, no entrañan riesgos apreciables.

b) Nocivos: los que por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea, pueden entrañar riesgos de gravedad limitada.

c) Tóxicos: los que por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea, pueden entrañar riesgos graves, agudos o crónicos, e incluso la muerte.

d) Muy tóxicos: los que por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea, pueden entrañar riesgos extremadamente graves, agudos o crónicos, e incluso la muerte, con cantidades de producto muy bajas.

La toxicidad de un fitosanitario se debe a la que posee la materia activa, aunque existen algunos componentes del fitosanitario que también pueden poseer carácter tóxico, como los aditivos, los coadyuvantes y otros, o bien, ejercer un efecto potenciador sobre el carácter tóxico de la materia activa.

Los **efectos tóxicos** de los fitosanitarios se clasifican en:

– **Intoxicación aguda**: se origina por una única dosis pero en gran cantidad. Es el caso de accidentes, suicidios, manejo incorrecto, (...).

– **Intoxicación subaguda**: se originan por tomas repetidas de dosis pequeñas.

– **Intoxicación crónica**: se produce por la acción prolongada e inadvertida de dosis pequeñas.

2.2.3-EVALUACIÓN DE RIESGOS ESPECÍFICOS EN INVERNADEROS:

La realización de tareas en el interior de invernaderos, aporta unas connotaciones especiales a las tareas agrarias dando lugar a los siguientes riesgos:

Riesgos de seguridad:

• Caídas a distinto nivel en la sustitución de plásticos, o alambres o blanqueo de la cubierta del invernadero, riesgo que se incrementa debido a la altura que actualmente alcanzan estas instalaciones, que a su vez está condicionada por los nuevos tipos de plantas.

• Caídas a distinto nivel durante la utilización de plataformas móviles durante el montaje y mantenimiento de la estructura del invernadero.

• Atrapamiento por vuelco de plataformas móviles durante el montaje y mantenimiento de la estructura del invernadero.

• Cortes y heridas con las puntas de los alambres.

• Contactos eléctricos con líneas eléctricas aéreas de alta tensión en la sustitución de los plásticos o tareas de mantenimiento sobre la cubierta del invernadero.

• Vuelco de vehículos en el interior de los invernaderos.

• Utilización de maquinaria de construcción modificada para su adaptación a trabajos en el interior de invernaderos sin, el correspondiente marcado “CE” o certificado similar, o con pérdida del mismo debido a la propia modificación.

Riesgos higiénicos:

• La aplicación de productos fitosanitarios en los invernaderos plantea los mismos problemas que en los tratamientos realizados al aire libre, incrementados por las condiciones de temperatura, humedad, concentración del producto al aplicarse este en un recinto cerrado e incremento del contacto dérmico por roce con las plantas debido a la estrechez de las calles.

• Exposición a condiciones termo-higrométricas desfavorables.

Riesgos ergonómicos:

• Lesiones dorso-lumbares por el mantenimiento de posturas forzadas y manejo manual de cargas.

2.3-MEDIDAS PREVENTIVAS

- ☑ Teniendo en cuenta el estrés-térmico, se recomienda potenciar los estudios en invernaderos con el fin de mejorar las condiciones de los trabajadores que deben operar dentro de los mismos.
- ☑ Todos los invernaderos, deberán ser construidos con las garantías constructivas necesarias y con la autorización de los correspondientes Ayuntamientos.
- ☑ En las etiquetas de los productos fitosanitarios debería indicarse, qué equipo de protección personal (EPI´s) específicos se deben utilizar para la aplicación del producto.
- ☑ Debería existir una normativa específica aplicable para facilitar la interpretación entre otros del uso de:
    - Escaleras y plataformas de trabajo.

- Servicios en parcelas.
- Regulación de horas de trabajo (frío-calor).
- Comedores y su utilización, etc.

☑ Fomento de la aplicación racional de una combinación de medidas biológicas, biotecnológicas, químicas, de cultivo o de selección de vegetales, de modo que la utilización de productos fitosanitarios se limite al mínimo necesario para el control de las plagas (lucha integrada), así como la aplicación de los criterios de selectividad y de menor peligrosidad en la elección del producto.

☑ Estudio, adecuación y mejora de los equipos y técnicas de aplicación de productos fitosanitarios, con respecto a la seguridad de los trabajadores.

☑ Creación de un registro de datos reales sobre el uso de productos fitosanitarios con el fin de obtener información actualizada sobre parámetros agronómicos de utilidad preventiva, tales como principios activos utilizados, frecuencia de aplicación, tipo de cultivo, área de cultivo tratada, cantidad de producto, tiempo de aplicación, etc.

☑ Estudio y mejora de los equipos de protección individual teniendo en cuenta las condiciones de utilización, efectuando recomendaciones más específicas.

☑ Desarrollo de actividades de sensibilización-formación sobre los riesgos derivados de la utilización de productos fitosanitarios, dirigidas tanto a los empresarios, técnicos agrarios y prevencionistas como a los trabajadores, con especial atención a los temporales e inmigrantes.

☑ Modificación de la etiqueta de los productos, con objeto de mejorar la información sobre las medidas preventivas y facilitar su lectura.

☑ Impulso al desarrollo de una normativa específica para la prevención de riesgos laborales en el sector agrario.

☑ Promover e intensificar la obtención del carné para la utilización de productos fitosanitarios, así como la revisión del programa de los cursos de capacitación, mejorando y actualizando sus contenidos en lo referente a la prevención de riesgos laborales, con especial atención a los productos de mayor toxicidad.

BIBLIOGRAFÍA

- **BASES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INVERNADEROS,** Marialba Vásquez, Ricardo González, Leyde Briceño, Ramón E. Jaimez, 2012.
- **Materiales de cubierta para invernaderos, desarrollo de nuevas formulaciones** , **CEPLA** (Comité Español de Plástico en Agricultura). 2009. Plastics in Agriculture. Applications and usages handbook. Escobar Impresores, S. L. El Ejido (Almería), López H, J. 2008.
- **Trabajos en Invernaderos,** Comisión Nacional De Seguridad Y Salud En El Trabajo, Sector Agrario, España, 2005**.**
- **Evaluación de la polinización en invernadero bajo plástico convencional y antiplaga. XXXII Seminario de técnicos y especialistas de horticultura**. Logroño, Gazquez G, J. C. Lopez H, J. C. Gomez R, M. A. Ortuño I, M. J. 2002.
- **INVERNADEROS, Guía para la acción preventiva,** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo c/ Torrelaguna, 73 - 28027 MADRID, 2002.