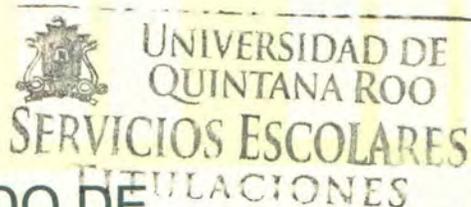




**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL  
PROYECTO DE VINCULACIÓN (CONACYT):  
"INVERNA MÓVIL"**

**MONOGRAFÍA  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
INGENIERO EN REDES**



**PRESENTA  
OMAR HUMBERTO HUERTA HUCHIN**

**SUPERVISORES  
DR. FREDDY IGNACIO CHAN PUC  
DR. HOMERO TORAL CRUZ  
M.C. EMMANUEL TORRES MONTALVO**



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, SEPTIEMBRE 2014



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**TRABAJO DE MONOGRAFÍA ELABORADO BAJO  
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA Y APROBADA  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**INGENIERO EN REDES**

**COMITÉ DE TRABAJO MONOGRÁFICO**

**Supervisor:**

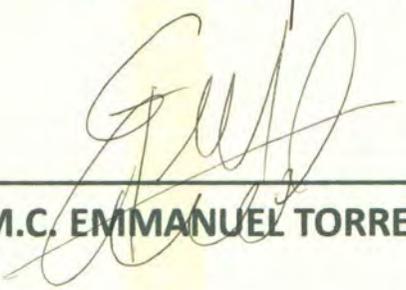
  
\_\_\_\_\_  
**DR. FREDDY IGNACIO CHAN PUC**

**Supervisor:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. HOMERO TORAL CRUZ**



**Supervisor:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. EMMANUEL TORRES MONTALVO**



## **Resumen**

La creciente demanda de alimentos ocasionó que tecnologías existentes se apliquen a la producción de alimentos, en específico la tecnología de invernaderos, esto ha ocasionado que se necesiten automatizar ciertos procesos, como son: el suministro de agua, suministro de iluminación, control de la temperatura, entre otros. Por lo tanto también se necesitan reglas y normas que expliquen a un nivel técnico las características de los elementos que servirán para realizar estos procesos.

Este documento es elaborado con la finalidad de analizar un sistema prototipo denominado “Inverna Móvil” dirigido a productores agrícolas que cuentan con un invernadero, propuesto por la empresa “Energía, Suministro e Instalaciones S.A de C.V.”. Este prototipo ofrecerá un sistema de automatización que permitirá controlar y monitorear de manera remota, la operación de un invernadero utilizando como interfaz para el usuario un teléfono celular o una computadora con acceso a Internet para tener un mejor aprovechamiento de los recursos.

Se analizarán si existen normativas y leyes ambientales, agropecuarias y en su caso de sustentabilidad que regularicen o indiquen que debido a los materiales que se utilicen presenten un riesgo para el consumidor final o la sanidad animal y vegetal.

## **Agradecimientos**

A mi supervisor el Dr. Freddy Ignacio Chan Puc por su siempre pronta ayuda en todas mis dudas en la realización de mi monografía, agradezco su tiempo y su paciencia.

A mis supervisores el Dr. Homero Toral Cruz y el MC. Emmanuel Torres Montalvo por ayudarme en la corrección de mi trabajo.

A mis profesores de la carrera de Ingeniería en Redes por enseñarme las bases y darme las herramientas necesarias para poder desenvolverme sin ningún problema en el ámbito laboral, al M.S.I Rubén Enrique González Elixavide, por su apoyo en cada una de mis situaciones.

A todas aquellas personas, que sus nombres no caben en este párrafo, por poner su granito de arena para poder culminar esta etapa en mi vida.

## **Dedicatoria**

A mis padres Gildardo Huerta Cruz (en paz descanse) por todas sus enseñanzas y consejos a lo largo de su vida. A mi madre Seidy Rubi del Socorro Huchin Pacheco por todo su gran esfuerzo al convertirse en padre y madre al mismo tiempo, estaré agradecido toda mi vida.

Este trabajo es la culminación de todos sus esfuerzos, sus sacrificios por fin dieron fruto, ese fruto es que logré terminar mi carrera.

¡Gracias!

## Contenido

Índice de figuras .....	vi
Índice de tablas .....	iii-
Capitulo 1. Introducción .....	1
Capitulo 2. Justificación.....	4
Capitulo 3. Objetivos.....	5
3.1 Generales.....	5
3.2 Particulares.....	5
Capitulo 4. Marco teórico.....	6
Capitulo 5. Normativas nacionales.....	9
5.1 Normativas Agropecuarias.....	9
5.1.1 SAGARPA.....	9
5.1.1.1 SENASICA.....	10
5.2 Normativas Ambientales.....	13
5.2.1 SEMARNAT.....	13
5.2.2 Sustancias contaminantes que se pueden encontrar en el equipo Inverna Móvil.....	16
Capitulo 6. Conceptos de Sustentabilidad.....	23
6.1 Tecnologías Avanzadas de Riego.....	24
6.1.1 Sistema por Goteo.....	24
6.1.2 Reciclaje de Agua.....	25
6.2 Energías Limpias.....	29
6.2.1 Captación de la radiación solar.....	30
6.2.2 Invernadero solar: Ahorro de energías a través de otros materiales.....	32

Capítulo 7. Normativas extranjeras.....	33
7.1 Análisis de las normas de la FDA.....	33
7.2 Ley de Modernización de Inocuidad de los Alimentos (FSMA-FDA) PUBLIC LAW 111–353—JAN. 4, 2011.....	34
7.3 Aplicación de la Ley FSMA-FDA a Inverna Móvil.....	39
7.4 Código de Reglamentos Federales CFR Titulo 21 “Alimentos y Medicamentos” .....	40
7.5 Normativas y Dependencias involucradas con la FDA.....	41
7.6 Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).....	42
7.6.1 Programa Nacional Orgánico (NOP).....	44
7.6.2 Aplicación de la NOP a inverna Móvil.....	46
Capítulo 8. Otras normas involucradas.....	46
8.1 Ley Federal sobre Metrología y Normalización.....	46
8.2 Normas para Instalaciones Eléctricas.....	47
8.2.1 NOM-001-SEDE-2012.....	48
8.2.1.1 Artículo 547 “Construcciones Agrícolas” .....	49
8.2.1.2 Artículo 675 “Máquinas de Riego Operadas o Controladas Eléctricamente” .....	51
8.2.1.3 Artículo 647 “Equipos Electrónicos Sensibles” .....	53
Conclusiones.....	55
Bibliografía.....	57

## Índice de Figuras

Figura 1. SENASICA y SAGARPA .....	111
Figura 2 Sensor de Humedad.....	155
Figura 3. Dispositivos de "Inverna Móvil" .....	177
Figura 4. Asbestos. ....	18
Figura 5. Pintura a base de plomo. ....	19
Figura 6. Cable fabricado con Plastiplomo. ....	19
Figura 7. Dispositivos Electrónicos donde se puede encontrar el PCB. ....	20
Figura 8. Dispositivos donde se puede encontrar Mercurio. ....	21
Figura 9. Materiales peligros en equipo electrónico. ....	22
Figura 10. Riego por goteo.....	24
Figura 11. Captación de agua de lluvia. ....	25
Figura 12. Sistema de tuberías para canalizar el agua hacia los contenedores. ....	26
Figura 13. Techo conocido como "dos aguas" para la recolección de agua de lluvia. ....	26
Figura 14. Sistema de recolección de agua que condensa en el techo. ....	26
Figura 15. Sistema de recuperación de aguas residuales agrícolas en hidroponía. ....	27
Figura 16. Panel Fotovoltaico. ....	29
Figura 17. Sistema Fotovoltaico.....	30
Figura 18. Invernadero Solar. Imagen obtenida de (Todo Huerto y Jardin, 2013) .....	32
Figura 19. Temas contenidos dentro de la FSMA-FDA. ....	35
Figura 20. Metodología para el análisis y controles preventivos basados en el riesgo. ....	38
Figura 21. Organigrama de la FDA. ....	41
Figura 22. La USDA. ....	42
Figura 23. Programa Nacional Orgánico (NOP). ....	44
Figura 24. Cable tipo MC.....	50
Figura 25. Romex subterránea, cable alimentador tipo UF-B. ....	50
Figura 26. Tubo conduit policloruro. ....	46

## Índice de tablas

Tabla 1. Límites Máximos Permisibles para metales pesados en Biosólidos. ....	14
Tabla 2. Sustancias usadas para la producción de cosechas orgánicas.....	45



## **1. Introducción**

En el sector agrícola es muy común encontrar empresas que busquen un mayor beneficio económico. Esto lo logran acelerando el proceso de crecimiento de los huertos a fin de lograr mayor cantidad de producto, lo que se traduce en más ganancias. Sin embargo, estas empresas agrícolas usan desenfrenadamente y sin responsabilidad: químicos, fertilizantes y pesticidas para lograr su objetivo, además de desperdiciar agua en sistemas de riego mal planeados y consumir un alto nivel de energía eléctrica para cada uno de sus procesos.

El uso de químicos y materiales inadecuados en los procesos agrícolas provoca frecuentemente problemas de sanidad vegetal, además de contaminar los suelos y mantos acuíferos. Cada uno de estos problemas generados impacta directamente a la salud humana e incluso a cualquier ser vivo que consuma estos alimentos, beba del agua o entre en contacto con un área contaminada. Estudios han encontrado que algunos químicos y materiales pueden provocar en humanos desde dolores de cabeza, mareos, diarreas hasta diferentes tipos de cáncer.

Por otro lado el uso inmoderado del agua en los sistemas de riego provoca desperdicio de este elemento vital, sin considerar otras estrategias como usar sistemas de recuperación de aguas residuales o un sistema de riego basado en temporadas y horarios, para tratar de aprovechar y hacer rendir este preciado líquido.

De igual manera se pueden presentar otros problemas como el consumo excesivo de energía eléctrica, la cual es utilizada para encender las bombas y electroválvulas que controlan el sistema de irrigación. Incluso se puede alcanzar alto consumo de la misma debido a una mala instalación eléctrica. Todo esto provoca que las empresas que lucran con energía eléctrica, exploten inmoderadamente los recursos no renovables para generar electricidad, contribuyendo así al deterioro del medio ambiente.

Debido a lo mencionado anteriormente algunas empresas han tomado consciencia de los problemas que pueden causar por su negligencia, todo por obtener un mayor bien económico. Hoy en día las empresas agrícolas desean que sus servicios cuenten con ciertas características, tratando de cumplir con diversas normativas establecidas por la ley, sean: ambientales, de sustentabilidad, de uso de energía y de inocuidad de los alimentos, para ser certificadas como “empresas verdes”, por mencionarlo de esa manera y acreditadas como empresas responsables y comprometidas. Algunas han aprovechado los avances tecnológicos implementando sistemas de automatización para tener un mejor control de los recursos: agua y energía por ejemplo. También se ha optado por el uso de “energías limpias” como es la solar y la eólica que no perjudican al medio ambiente.

Una de las opciones que se han puesto en práctica es la implementación de invernaderos. En un invernadero se puede controlar la temperatura, la humedad y otros factores que contribuyan al desarrollo de las plantas, prestándose así para la instalación de un sistema de automatización que permita aprovechar mejor los recursos.

La automatización permite controlar todos los procesos agrícolas llevados a cabo dentro del área, mediante sensores que monitorean cada una de las variables energéticas utilizadas, los cuales transmiten las señales obtenidas a un elemento controlador sea una tarjeta de adquisición de datos o a un sistema de cómputo acondicionado para la tarea. Estos controladores de acuerdo a las diferentes mediciones adquiridas por los sensores, deciden que dispositivo o equipo iniciará o terminará un proceso agrícola, por ejemplo: el encendido de una bomba para el sistema de riego, el encendido de la iluminación artificial en horas y momentos específicos, abrir o cerrar una válvula, etc. Esto permite aprovechar mejor la energía eléctrica y desperdiciar menos agua. Además poniendo en práctica el uso de “energías limpias” se puede contribuir a la conservación del medio ambiente.

El siguiente documento analizará un sistema prototipo denominado “Inverna Móvil” dirigido a productores agrícolas que cuentan con un invernadero, propuesto por la empresa “Energía, Suministro e Instalaciones S.A de C.V.”. Este prototipo ofrecerá un sistema de automatización que permitirá controlar y monitorear de manera remota, la operación de un invernadero utilizando como interfaz para el usuario un teléfono celular o una computadora con acceso a Internet para tener un mejor aprovechamiento de los recursos.

El sistema “Inverna Móvil” usará diferentes dispositivos que podrían entrar en contacto directo con las hortalizas (sensores, válvulas, bombas de agua, conductores, etc.), por lo que se analizarán si existen normativas y leyes ambientales, agropecuarias y en su caso de sustentabilidad que regularicen o indiquen que alguno de ellos está prohibido debido a los materiales con que han sido fabricados y que presenten un riesgo para la sanidad vegetal.

Por otro lado se analizarán normas para instalaciones eléctricas, con el fin de que la instalación del sistema prototipo sea realizada de acuerdo a los lineamientos y protocolos ya establecidos y probados que garantizan una red eléctrica eficiente y segura. Además se hablará sobre energías limpias y se darán algunas sugerencias para que Inverna Móvil trabaje bajo el concepto de “sustentabilidad”.

Las normatividades que involucren químicos, fertilizantes y pesticidas no serán expuestas en este documento porque su aplicación es responsabilidad del cliente o usuario final. El usuario decide la cantidad, el tipo y los horarios de aplicación de estas sustancias, además de que están en función del tipo de huerto que se cultivará. Por lo que no es responsabilidad de Inverna “Móvil”

## **2. Justificación**

Las enfermedades por consumir alimentos agrícolas contaminados, la explotación de energías no renovables y la destrucción del medio ambiente han llamado la atención de los gobiernos de algunos países, trayendo como consecuencia que se creen normas y leyes que se apliquen de manera obligatoria a toda empresa involucrada en el sector agrícola.

Cuando alguna empresa busca ofrecer sus servicios deberá cumplir con las normatividades establecidas para dicho sector. En el caso particular “Inverna Móvil” siendo un sistema de automatización para invernaderos, necesitará apegarse a todos los lineamientos ya establecidos antes de salir a la venta. Cualquier norma o ley que se infrinja puede provocar su exclusión en el mercado, prohibiendo así su comercialización.

Este documento fue realizado para analizar normatividades ambientales, agropecuarias y de sustentabilidad que involucren cualquiera de los servicios o equipos usados en “Inverna Móvil”, con el fin de que este producto cumpla con los requerimientos establecidos para ofrecer un servicio sustentable y así lograr su lanzamiento al mercado sin ningún inconveniente.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Generales**

Estudiar normas y leyes que puedan afectar la comercialización del producto “Inverna Móvil”. Además de lograr que este producto cumpla con las leyes establecidas para ofrecer un servicio sustentable.

#### **3.2 Particulares**

- Analizar normativas nacionales, regionales y extranjeras.
- Analizar leyes y normas agrícolas.
- Analizar leyes y normas ambientales.
- Analizar conceptos de sustentabilidad.
- Analizar normas de instalaciones eléctricas.

#### 4. Marco teórico

**Invernadero:** Según la NMX-E-255-CNCP-2008 un invernadero es una construcción agrícola de estructura metálica, usada para el cultivo y/o protección de plantas, con cubierta de película plástica traslúcida que no permite el paso de la lluvia al interior y que tiene por objetivo reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en el interior. Los invernaderos pueden contar con un cerramiento total de plástico en la parte superior y malla en los laterales.

**Inverna Móvil:** Es un sistema prototipo, dirigido a productores agrícolas que cuenten con un invernadero, que permite controlar y monitorear de manera remota, la operación de un invernadero utilizando como interfaz para el usuario, un teléfono celular o una computadora con acceso a Internet.

**Inocuidad alimentaria:** Es la condición de los alimentos que garantiza que no causaran daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso al que se destinan. (Gonzalez, 2007)

**Fitosanitario:** El producto fitosanitario o plaguicida se define, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) como aquella sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir la acción de, o destruir directamente, insectos (insecticidas), ácaros (acaricidas), moluscos (molusquicidas), roedores (rodenticidas), hongos (fungicidas), malas hierbas (herbicidas), bacterias (antibióticos y bactericidas) y otras formas de vida animal o vegetal perjudiciales para la salud pública y también para la agricultura (es decir, considerados como plagas y por tanto susceptibles de ser combatidos con plaguicidas); durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de productos agrícolas y sus derivados.

**Fitotoxicidad:** Daño producido al vegetal por algún ingrediente químico que posee el producto fitosanitario.

**Taxón:** En biología, un taxón es un grupo de organismos emparentados, que en una clasificación dada han sido agrupados, asignándole al grupo un nombre en latín, una descripción si es una especie, y un tipo. Cada descripción formal de un taxón es asociada al nombre del autor o autores que la realizan, los cuales se hacen figurar detrás del nombre.

**Plano equipotencial:** Área donde una malla metálica u otros elementos conductores están embebidos o colocados bajo concreto, unidos a todas las estructuras metálicas y equipos no eléctricos fijos que se pueden energizar, y están conectados al sistema de puesta a tierra eléctrico, para prevenir que dentro de este plano se desarrolle una diferencia de potencial. (NOM-001-SEDE-2012)

**Punto de distribución:** Punto de alimentación eléctrica desde el cual se alimentan acometidas aéreas, entradas de servicio, alimentadores o circuitos derivados que van a los edificios o estructuras utilizadas bajo una sola administración. (NOM-001-SEDE-2012)

**Máquina de riego:** Maquina que se opera o controla eléctricamente, con uno o más motores y que es usada principalmente para transportar y distribuir agua para propósitos agrícolas. . (NOM-001-SEDE-2012)

**Fertirrigación:** es una técnica de aplicación de abonos disueltos en el agua de riego a los cultivos. Resulta un método de gran importancia en cultivos regados mediante sistemas de riego localizado (goteo), aunque también se usa, en menor medida, en sistemas de riego por aspersión (equipos pivote y cobertura total). La diferencia principal entre estos sistemas es que en el riego localizado no se moja toda la superficie, mientras que esto sí sucede en riego por aspersión. (SIAR, 2005)

**Riego:** Consiste en aportar agua al suelo para que los vegetales tengan el suministro que necesitan favoreciendo así su crecimiento. (Alarcón, 2000)

## 5. Normatividades Nacionales.

### 5.1 Normatividades Agropecuarias.

#### 5.1.1 SAGARPA

En México SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) es el organismo federal encargado del sector agrícola. Esta dependencia de gobierno tiene una sede en cada estado del país, la cual según la “*Ley Orgánica de la Administración Pública Federal*” en su artículo 35 en cuanto al sector de agricultura corresponde tiene las siguientes funciones:

- *IV. Vigilar el cumplimiento y aplicar la normatividad en materia de sanidad animal y vegetal; fomentar los programas y elaborar normas oficiales de sanidad animal y vegetal; atender, coordinar, supervisar y evaluar las campañas de sanidad, así como otorgar las certificaciones relativas al ámbito de su competencia;*
- *VII. Organizar y fomentar las investigaciones agrícolas, ganaderas, avícolas, apícolas y silvícolas, estableciendo institutos experimentales, laboratorios, estaciones de cría, semilleros y viveros, vinculándose a las instituciones de educación superior de las localidades que correspondan, en coordinación, en su caso, con la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca;*
- *XII. Participar junto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en la conservación de los suelos agrícolas, pastizales y bosques, y aplicar las técnicas y procedimientos conducentes. (UNIÓN, 2013)*

Como se mencionó en los puntos anteriores SAGARPA tiene distintas responsabilidades, no solamente se centraliza en aplicar normas y lineamientos para el

sector agrícola, siendo el tema de interés de este documento. Por lo tanto esta Secretaría cuenta con diferentes órganos encargados de cada una de sus tareas. Para el sector agrícola se mencionan algunos ejemplos:

- **ASERCA:** Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria.
- **SENASICA:** Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.
- **CONADESUCA:** Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar.
- **INIFAP:** Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- **SNICS:** Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.
- **CSAEGRO:** Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero.

De los anteriores ninguno cuenta con normas que limiten o regularicen de alguna manera la implementación de los dispositivos usados para la automatización de los invernaderos. Sin embargo SENASICA cuenta con normas y reglamentos que garantizan la inocuidad de los alimentos agrícolas, además cuenta con sedes en cada estado y sus lineamientos son aplicables a cualquier parte del país.

### 5.1.1.1 SENASICA

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) es un órgano de SAGARPA encargado de regular, administrar y fomentar las actividades de sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria, reduciendo los riesgos inherentes en materia agrícola, pecuaria, acuícola y pesquera, en beneficio de los productores, consumidores e industria, (figura 1).



Figura 1. SENASICA y SAGARPA

Al analizar cada una de las normas que expide SENASICA las cuales se pueden consultar en el siguiente enlace (<http://www.senasica.gob.mx/?id=1051>), se puede concluir que no hay ninguna norma o ley que de alguna manera impida la comercialización o implementación del producto. La mayoría de las normas con las que cuenta SENASICA hablan sobre fitotoxicidad (*Normas FITO*) en alimentos debidos al mal uso de plaguicidas y fertilizantes, los cuales su aplicación no es responsabilidad de “Inverna Móvil”, si no, del propietaria o encargado de administrar el invernadero. (SENASICA)

Las normatividades de SENASICA en ningún momento hacen mención acerca de cómo los sistemas de automatización (bombas, sensores, equipos de adquisición de datos, válvulas, etc.) afectan la sanidad de los alimentos agrícolas. Si bien SENASICA es la encargada de regular todo lo relacionado con la inocuidad de los alimentos, en ninguna de sus normas restringe el uso de los equipos o dispositivos mencionados, comentando

que tampoco hacen mención sobre los materiales con que han sido fabricados y como estos pueden afectar la sanidad vegetal, por lo que no son normas que regularicen la automatización de un invernadero. A continuación se muestra algunas de las normas expedidas por la SENASICA:

- **NOM-032-FITO-1999:** Establece los requisitos y especificaciones fitosanitarios para la realización de estudios de efectividad biológica de plaguicidas agrícolas y su dictamen técnico. **NO APLICA**
- **NOM-033-FITO-1995:** Requisitos y especificaciones para inicio de funcionamiento de personas interesadas en comercializar plaguicidas. **NO APLICA.**
- **NOM-034-FITO-1995:** Requisitos y especificaciones para inicio de funcionamiento de personas interesadas en fabricación, formulación, maquila e importación de plaguicidas. **NO APLICA.**
- **NOM-052-FITO-1995:** Por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para presentar el aviso de inicio de funcionamiento por las personas físicas o morales que se dediquen a la aplicación aérea de plaguicidas agrícolas. **NO APLICA.**
- **NOM-057-FITO-1995:** Por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para emitir el dictamen de análisis de residuos de plaguicidas. **NO APLICA.**
- **NOM-081-FITO-2001:** Manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos. **NO APLICA.**

## 5.2 Normatividades Ambientales.

### 5.2.1 SEMARNAT

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la dependencia de gobierno que tiene como propósito fundamental "fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas, recursos naturales, y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable" (Ley Orgánica de la Administración Pública, Artículo 32).

Entre sus diferentes normatividades aplicadas se encuentra la NOM-004-SEMARNAT-2002, (Protección ambiental.-Lodos y biosólidos.-Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final).

La NOM-004 define lodos y biósólidos de la siguiente manera:

- **Lodos:** *Son sólidos con un contenido variable de humedad, provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales, que no han sido sometidos a procesos de estabilización.*
- **Biosólidos:** *Lodos que han sido sometidos a procesos de estabilización y que por su contenido de materia orgánica, nutrientes y características adquiridas después de su estabilización, puedan ser susceptibles de aprovechamiento.*

La NOM-004 menciona materiales de origen metálico (mercurio, cadmio, plomo, arsénico, etc.) denominándolos "Materiales pesados" y que son considerados como agentes contaminantes en biósólidos (*tabla 1*). Incluso diversos estudios de inocuidad alimentaria realizados por organizaciones como la FDA (Food and Drug Administration: Agencia de alimentos y medicamentos) han prohibido el uso de materiales como el plomo para la construcción de latas para alimentos, por su alto nivel de toxicidad.

**Tabla 1. Límites Máximos Permisibles para metales pesados en Biosólidos.**

<b>Contaminante (determinados en forma total)</b>	<b>Excelentes mg/kg en base seca</b>	<b>Buenos mg/kg en base seca</b>
Arsénico	41	75
Cadmio	39	85
Cromo	1 200	3 000
Cobre	1 500	4 300
Plomo	300	840
Mercurio	17	57
Niquel	420	420
Zinc	2 800	7 500

Los “metales pesados” no solamente se pueden encontrar en los biosólidos utilizados para cultivos agrícolas, si no en cualquier área que entre en contacto con ellos. Estos pueden provocar contaminación en el agua y suelo de un invernadero si se encuentran expuestos a ellos, por lo que la aplicación de esta norma puede ser útil al momento de evaluar toxicidad de las tierras usadas para el cultivo de hortalizas dentro de un invernadero.

Los equipos usados en la automatización como sensores, motores y válvulas, pueden estar fabricados con dichos materiales metálicos. Si la instalación del sistema requiere que alguno de ellos entre en contacto directo con los suelos del invernadero, podría provocar que las sustancias metálicas sean absorbidas por las plantas, provocando problemas de sanidad vegetal. Altos niveles de estos materiales en los alimentos agrícolas pueden generar muchos tipos de enfermedades en las personas, desde mareos, vómitos incluso cáncer. Por lo mencionado se debe tratar que los equipos utilizados no entren en contacto directo con el agua, suelo y plantas del invernadero o tratar de evitar usar equipos fabricados con dichos materiales.

Por ejemplo, si se requiere medir la humedad del suelo en el invernadero, se necesitará de un sensor que entre en contacto directo con él. En la *figura 2* se puede observar un sensor de humedad que se encuentra incrustado en la tierra y que cuenta con una tarjeta electrónica que contiene componentes como capacitores y baterías, fabricados con sustancias contaminantes que pueden ser absorbidas por las plantas. La tarjeta normalmente viene sellada dentro de una cubierta, para evitar contacto con el agua u otros elementos que puedan dañar el circuito. Sin embargo, un accidente como un corto circuito que haga estallar los capacitores, derramando el líquido interno o un golpe que ocasione que se dañe la cubierta dejando expuesta la tarjeta, puede provocar que los materiales entren en contacto con el suelo donde se encuentran los cultivos.



**Figura 2 Sensor de Humedad.**

### **5.2.2 Sustancias contaminantes que se pueden encontrar en el equipo usado en Inverna Móvil.**

Se debe de considerar que algunos de los dispositivos entrarán en contacto directo con las hortalizas del invernadero, como los son sensores y electroválvulas. Si alguno de estos dispositivos contiene algún material que pueda adulterar a las hortalizas y provocar fitotoxicidad, estará afectando la inocuidad de los alimentos agrícolas y poner en riesgo la salud humana e incluso animal.

Las leyes normalmente exigen estudios toxicológicos a los establecimientos dedicados al cultivo de alimentos agrícolas. Si alguno de estos estudios sale positivo, en por lo menos una sustancia la cual pueda provocar efectos negativos para la salud y además se comprueba que el responsable de la contaminación es uno de los dispositivos usados, en este caso para la automatización de invernaderos, estará violando las normas de inocuidad de los alimentos, por lo que puede ocasionar problemas con la comercialización del producto Inverna Móvil.

El producto Inverna Móvil usará los siguientes componentes:

- Sensores: Humedad, flujo, Temperatura, presión, luminosidad, etc.
- Sistemas de riego.
- Electroválvulas.
- Bombas de Riego.
- Iluminación artificial.
- Cámaras de video para la toma de imágenes en tiempo real de los cultivos.
- Tarjetas controladoras con Modulo GSM.
- Computadoras.

Las cámaras de video, computadoras, y las tarjetas controladoras no entran en contacto directo con los cultivos, por lo cual no presentan riesgo alguno (*Figura 3*). Sin embargo, los sensores usados para la automatización como lo son: de humedad,

temperatura, presión, luminosidad, sensores de flujo, etc., pueden estar instalados de tal manera que estén en contacto directo con las frutas, verduras, plantas, el suelo, etc. Por otro lado se encuentran las válvulas y bombas para el sistema de riego encargadas de suministrar agua a los cultivos.



Figura 3. Dispositivos de "Inverna Móvil".

Algunos materiales que se pueden encontrar en los equipos se mencionan a continuación:

- **Asbestos (Amianto):** Se ha determinado por los organismos médicos internacionales y organizaciones como el Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos que los productos relacionados con el asbesto/amianto (*figura 4*) provocan cáncer con una elevada mortalidad. El asbesto tiende a descomponerse en un polvo de fibras microscópicas. Debido a su tamaño y forma, estas pequeñas fibras permanecen suspendidas en el aire durante largos períodos de tiempo y pueden penetrar fácilmente en los tejidos del cuerpo después de ser inhalado o ingerido. Debido a su durabilidad, estas fibras pueden permanecer en el cuerpo durante muchos años y por lo tanto

convertido en la causa de las enfermedades relacionadas con el amianto. Los síntomas de estas enfermedades no suelen aparecer de 10 a 30 años después de la exposición. Por lo tanto, puede provocar enfermedades en el cuerpo como es el cáncer de pulmón, de mesotelioma y de otros cánceres. No existe un nivel seguro de exposición conocida, por lo tanto, la exposición al amianto friable debe ser evitada.



Figura 4. Asbestos.

Edificios en los establecimientos agrícolas y agroindustriales pueden contener amianto o de materiales que contienen asbesto (ACM). Utilizados para el aislamiento y como retardante del fuego, amianto y ACM se pueden encontrar en gran variedad en materiales de construcción, incluyendo tuberías y materiales de aislamiento de hornos, tejas de asbesto, cartón, pintura texturizada y otros materiales de recubrimiento, y baldosas

- **Pinturas a base de plomo:** El plomo es un agente cancerígeno conocido y, a través de cualquier vía de exposición, puede causar efectos sobre la salud. Puede provocar una amplia variedad de síntomas, desde el dolor de cabeza y de estómago hasta problemas de comportamiento y anemia (cantidad insuficiente de glóbulos rojos en sangre). El plomo también puede afectar al desarrollo cerebral del niño.

La pintura a base de plomo (*figura 5*) se puede encontrar en establecimientos agrícolas normalmente en la construcción de interiores y exteriores de edificios. En el caso de los dispositivos para el producto Inverna Móvil usar válvulas o bombas de riego que no contengan este tipo de pintura. Incluso *la CFR (Código de Regularizaciones Federales de los E.E.U.U) Titulo 21, parte 189, Sec. 189.240, "Sustancias Prohibidas en Alimentos Humanos"*, prohíbe el uso de soldaduras con aleaciones de metales que incluyen el plomo y se utilizan en la construcción del metal para latas de alimentos. Para darse una idea más clara del grado de prohibición del plomo cuando está en contacto con los alimentos.



**Figura 5. Pintura a base de plomo.**

Además algunos de los cables de energía eléctrica, también pueden tener aislantes a base de plomo como los denominados aislantes de "Plastiplomo", (*figura 6*) para superar la corrosión del ambiente húmedo del invernadero.



**Figura 6. Cable fabricado con Plastiplomo.**

- El bifenilo ploriclorado (PCB): es un compuesto químico formado por cloro, carbón e hidrógeno, considerado como una sustancia cancerígena. Este químico tiene propiedades físicas que van desde líquidos aceitosos a sólidos cerosos. Debido a su no inflamabilidad, estabilidad química, alto punto de ebullición, y las propiedades de aislamiento eléctrico, los PCB se utilizan en cientos de aplicaciones industriales y comerciales, incluyendo equipo eléctrico, transferencia de calor, o bien hidráulica, como plastificantes en pinturas, plásticos y productos de caucho, en pigmentos, tintes y papel de copia sin carbón, y en muchas otras aplicaciones (*figura 7*). Más de 1.5 millones de libras de PCBs fueron fabricados en los Estados Unidos antes de la producción se detuvo en 1977.

En México todavía se encuentran transformadores de baja y media tensión que contienen aceite refrigerante de PCB y que, en muchos casos, chorrean ese lubricante por falta de mantenimiento. La liberación del aditivo con PCB contamina el suelo, las napas y el agua. El principal riesgo ocurre si los transformadores explotan o se prenden fuego, en ese caso, el PCB se transforma en un producto químico denominado dioxina. Ésta se produce a través de la combustión.



**Figura 7. Dispositivos Electrónicos donde se puede encontrar el PCB.**

Bifenilos policlorados (PCB) se utilizaron ampliamente en aparatos eléctricos fabricados desde 1932 hasta 1978. Tipos de equipos en los establecimientos agrícolas y agroindustriales que puedan contener PCB incluyen transformadores y sus bujes, condensadores (capacitores), reconectores, reguladores, balastos de luz eléctrica, y los interruptores de aceite. Cualquier equipo que contenga PCB en su fluido dieléctrico en concentraciones superiores a 50 ppm, están sujetos a los requisitos de PCB. Por lo tanto, transformadores y otros elementos que contienen PCB no deben estar ubicados cerca de los alimentos agrícolas.

- **El mercurio:** El envenenamiento por mercurio puede provocar varias enfermedades, incluyendo acrodinia (enfermedad de rosa), el síndrome de Hunter-Russell, y la enfermedad de Minamata.

Una pequeña pila de reloj arrojada al agua y cuyo compuesto base sea el óxido de mercurio, llega a contaminar 8 millones de metros cúbicos de agua o el equivalente a 400 camiones cisternas. En el caso que la pila sea arrojada a un lago o estanque, los compuestos pesados pronto serán absorbidos por el lecho o subsuelo, permaneciendo allí por mucho años y si el medio es un río o el mar, las aguas arrastrarán los compuestos, contaminando todo el recurso natural de una amplia zona

En instalaciones agrícolas se pueden encontrar dispositivos o instrumentos de medición como termómetros y sensores de humedad que puedan contener baterías de mercurio y estar en contacto directo con los productos agrícolas (*figura 8*). Además cuando se da mantenimiento a los equipos, se debe evitar arrojar las baterías al suelo donde se realizan las cosechas, esto puede provocar fitotoxicidad.



Figura 8. Dispositivos donde se puede encontrar Mercurio.

- **Cadmio:** El cadmio es un metal pesado que produce efectos tóxicos en los organismos vivos, aun en concentraciones muy pequeñas. Este tipo de químico también se puede encontrar en baterías de los instrumentos electrónicos.

Efectos sobre la salud que pueden ser causados por el cadmio son:

- Diarreas, dolor de estómago y vómitos severos.
- Debilitamiento óseo.
- Fallos en la reproducción y posibilidad incluso de infertilidad.
- Daño al sistema nervioso central.
- Daño al sistema inmune
- .Desórdenes psicológicos.
- Posible daño en el ADN o desarrollo de cáncer.

- **Otros materiales en equipo electrónico (figura 9):** En la manufactura de equipos electrónicos se emplean frecuentemente materiales como plata, cromo, arsénico y oro que en cantidades muy elevadas pueden provocar contaminación en el suelo de los cultivos.



Figura 9. Materiales peligrosos en equipo electrónico.

## **6. Conceptos de sustentabilidad.**

El desarrollo sustentable es el desarrollo que satisface las necesidades de esta generación sin impedir que la próxima generación pueda satisfacer sus propias necesidades.

La innovación en los invernaderos va a contribuir a la agricultura sustentable a través del uso de recursos renovables y tecnologías amigables. El ahorro de energía es posible en invernaderos calefaccionados, a través del uso de nuevas cubiertas y materiales, o el uso más eficiente de la energía solar. Además, ya existen invernaderos solares diseñados. (New AGI, 2004)

Los invernaderos siguen siendo muy importantes en la agricultura debido a sus múltiples ventajas: alta productividad en áreas pequeñas, utilización máxima de la energía, producción durante todo el año, alta calidad, etc. Sin embargo, Actualmente no existen normas que apliquen lineamientos sobre sustentabilidad en invernaderos. Existen normas que se aplican a edificios comerciales, institucionales y residenciales nuevos y existentes como el caso de la norma LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental) aprobadas por la USGBC (Consejo de la Construcción Ecológica de Estados Unidos) y la CCVE (Consejo Construcción Verde España). Por otro lado países como España, Francia e Israel han desarrollado tecnologías de automatización innovadoras, utilizando energías limpias y optimizando el uso del agua ayudando así a un desarrollo agrícola sustentable.

## 6.1 Tecnologías avanzadas de riego

Para considerar los procesos agrícolas como sustentables es indispensable optimizar el agua usada en el riego de las hortalizas. Actualmente se están aplicando técnicas avanzadas como el goteo y el reciclaje de agua.

### 6.1.1 Sistema por Goteo

El agua es aplicada en forma de gotas a través de emisores comúnmente llamados “goteros”, (*figura 10*). Esta técnica suministra a intervalos frecuentes pequeñas cantidades de humedad a la raíz de cada planta por medio de delgados tubos de plástico garantizando así pérdidas mínimas de agua por evaporación o filtración y es válido para casi todo tipo de cultivos. Se utilizan mucho en zonas áridas donde es indispensable optimizar el consumo del agua. (Juvenal Medina Rengifo, 2005)



Figura 10. Riego por goteo.

### 6.1.2 Reciclaje de agua

Para optimizar el uso del agua en sistemas de riego se recomienda realizar prácticas como el Reciclado de aguas residuales agrícolas para reuso en el riego, mediante su recolección y almacenamiento, filtrado y desinfección. La generación y la posterior reutilización de las aguas supone un importante medio para suavizar la escasez, al tiempo que reduce el vertido de sustancias contaminantes al medio ambiente.

A continuación se muestran algunos ejemplos de técnicas usadas para el reciclaje de agua:

- Recolección de agua de lluvia: Sistema de captación, almacenamiento, distribución y aplicación de agua de lluvia para la producción de hortalizas en invernaderos.

Los techos del invernadero son diseñados con cierta pendiente para llevar el agua hacia los ductos que la canalizan hacia los contenedores, (*figura 11, 12 y 13*).

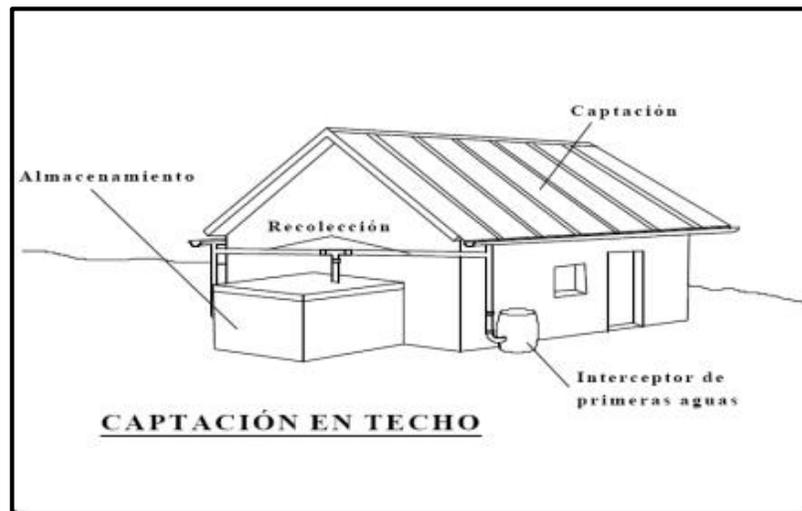


Figura 11. Captación de agua de lluvia.



Figura 12. Sistema de tuberías para canalizar el agua hacia los contenedores.



Figura 13. Techo conocido como "dos aguas" para la recolección de agua de lluvia.

- **Recolección de agua mediante condensación.** Algunos invernaderos cerrados con poca ventilación provocan que el agua se condense en el techo, el cuál ha sido diseñado para tener una pendiente que dirija el agua hacia unos ductos que se encargan de llevarla hacia los contenedores.



Figura 14. Sistema de recolección de agua que condensa en el techo.

- **Sistemas de recuperación de aguas residuales agrícolas:** En los invernaderos es muy común aplicar la agricultura hidropónica que consiste en cultivar las plantas usando soluciones minerales en vez de suelo agrícola. Las raíces reciben una solución nutritiva equilibrada disuelta en agua con todos los elementos químicos para el desarrollo de las plantas, que pueden crecer en una solución mineral únicamente, o bien en un ambiente inerte, como arena lavada, grava o perlita, entre muchas otras.

En un sistema hidropónico, el agua y los nutrientes son absorbidos en forma directa por las raíces durante el riego. El exceso de agua y fertilizantes no se acumulan en el sustrato sin suelo, creando un escurrimiento que se puede canalizar con tuberías y sistemas de desagüe hacia los contenedores, (figura 15). De esta manera el agua no aprovechada se puede volver a reutilizar para el riego del mismo u otros cultivos ya que contiene los nutrientes y demás sustancias necesarias para el desarrollo de las plantas.

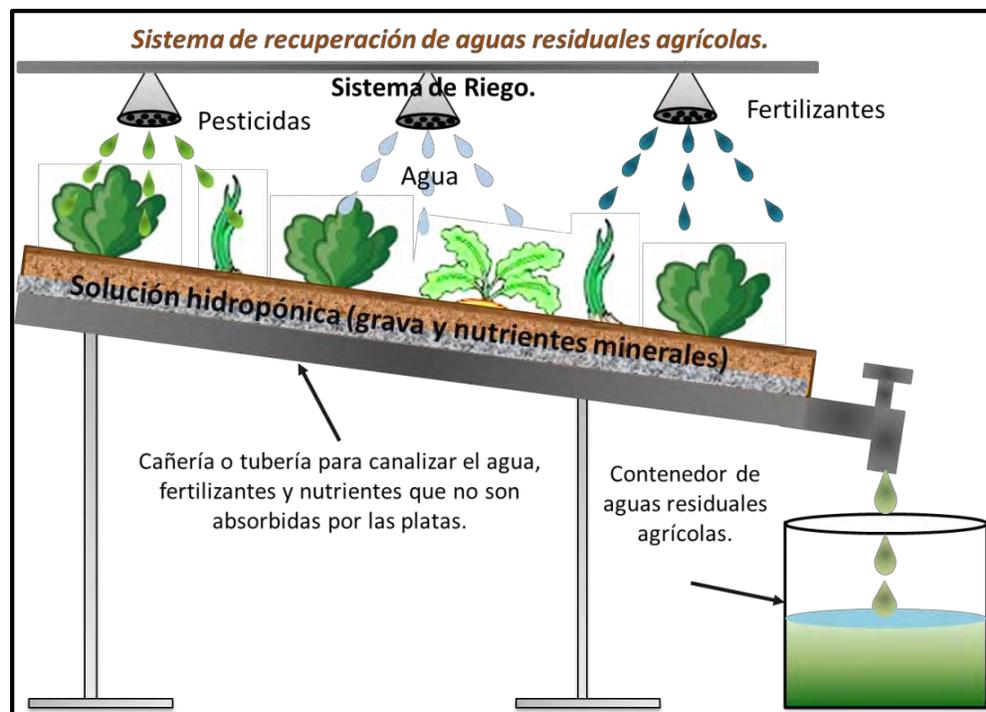


Figura 15. Sistema de recuperación de aguas residuales agrícolas en hidroponía.

En muchos países las regulaciones medioambientales requieren que el agua residual de un invernadero se recolecte o recicle, no está permitido drenarla hacia ríos, corrientes, lagos, albercas ni al sistema municipal de recolección de aguas (Marlow, 2012). El agua residual puede contener químicos debido a los pesticidas y fertilizantes nocivos para la salud humana y otros seres vivos, además se pueden encontrar agentes patógenos (bacterias y virus) como pythium, hytophthora, fusarium, Phomopsis, así como Olpidium y virus Tobano que pueden ocasionar la podredumbre de las raíces de las plantas.

Las aguas residuales que son recolectadas se pueden desinfectar con técnicas como la pasteurización (desinfección por calor) y las basadas en rayos UV (radiación ultravioleta) que pueden destruir los microorganismos patógenos. El agua reciclada se puede reutilizar en otros procesos agrícolas proporcionando así una vía adecuada, no sólo desde una perspectiva ecológica sino económica.

**Aplicación de agua desalinizada:** Las aguas residuales que se han logrado recolectar y desinfectar en el invernadero pueden combinarse con agua desalinizada captada del mar mediante su desalinización por osmosis inversa.

## 6.2 Energías Limpias

La combustión de los recursos naturales no renovables, como el carbón y el petróleo para generar energía eléctrica, provoca contaminación ambiental y el consumo inmoderado de los recursos, por lo que se ha optado por tecnologías limpias como la captación de energía solar a través de paneles fotovoltaicos (*figura 16*), la eólica por medio de aerogeneradores, la energía hidráulica para generar electricidad (plantas hidroeléctricas) y la energía solar térmica, que no contaminan y son renovables.



Figura 16. Panel Fotovoltaico.

La fuente de energía se determina dependiendo del lugar donde se encuentre ubicado el invernadero. Por ejemplo, el invernadero se puede encontrar en lugar donde la velocidad del viento no sea la suficiente para hacer funcionar el aerogenerador, por lo que no sería viable usar este medio. Otra opción puede ser la energía hidráulica para generar electricidad, pero si no hay alguna planta hidroeléctrica cerca quedaría nula esta técnica. Por otro lado está la energía solar térmica que es aquella que genera calor y puede satisfacer la demanda calorífica del invernadero y la captación de irradiación solar por medio de paneles fotovoltaicos, siendo estas dos las más usadas debido a su adaptabilidad en cualquier ambiente, siempre que hay luz solar se podrá generar energía.

### 6.2.1 Captación de la radiación solar

Una buena opción es usar la radiación solar para generar energía por medio de un sistema fotovoltaico. El sistema fotovoltaico, (figura 17) está formado principalmente por los siguientes elementos, los cuales hay que determinar en función de las características tanto técnicas como ambientales que dispongamos en cada caso:

- Generador fotovoltaico (paneles solares).
- Regulador de carga.
- Batería de acumulación.
- Inversor.

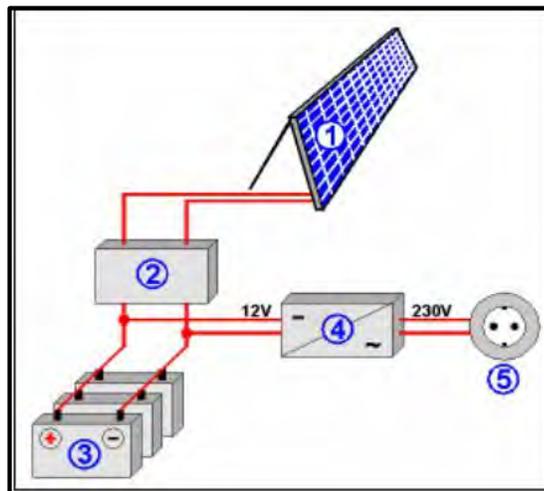


Figura 17. Sistema Fotovoltaico.

**El generador fotovoltaico:** es el encargado de transformar la energía del Sol en energía eléctrica. Este generador está formado por un número de paneles fotovoltaicos conectados que nos proporcionan la demanda de energía requerida por la explotación.

**El regulador de carga:** Permite controlar los procesos de carga y descarga de la batería y es el encargado de proteger a las baterías contra sobrecargas o contra

sobredescargas excesivas que podrían resultar dañinas para las baterías, acortando su vida útil.

**Batería de acumulación:** La energía producida por el generador fotovoltaico se acumula en un sistema de baterías, de este modo la energía producida durante las horas de sol se puede utilizar durante la noche o en momentos en los que no se disponga de la suficiente radiación solar para generar la energía necesaria. La batería es un elemento que va estar cargándose y descargándose cíclicamente de manera que conviene dimensionarla convenientemente para que tenga una larga vida útil.

**Los módulos fotovoltaicos:** producen corriente continua que se puede almacenar directamente en las baterías. En el caso de que tengamos que dar suministro eléctrico a aparatos que consumen corriente alterna, como es el caso de la mayoría de los sistemas de consumo que existentes en un invernadero, es necesario disponer de un inversor el cual se encargue de transformar la corriente continua en corriente alterna y esta conversión se realice con el máximo rendimiento posible.

**Los sistemas de consumo:** abarcan a todos los consumos o cargas eléctricas que el sistema fotovoltaico ha de satisfacer, los cuales pueden ser en corriente continua o en corriente alterna (es la situación general en este momento). Una buena determinación de los consumos que va a abastecer la instalación fotovoltaica es un hecho fundamental a la hora de diseñar tal instalación. (Manero, 2003)

## 6.2.2 Invernadero solar: Ahorro de energía a través de otros materiales.

Un invernadero solar funciona dejando pasar la radiación solar y atrapando la energía de esa radiación para aumentar y mantener la temperatura interna sobre la del exterior (figura 18). Actualmente se han investigado nuevos materiales en búsqueda de mejor transmisión de luz y aislamiento de la temperatura, los materiales más promisorios son aquellos que entregue alta transmisión de luz con alta capacidad aislante, lo que se traduce en un ahorro de energía en procesos como la calefacción y la

iluminación artificial, esenciales para el desarrollo de las plantas.

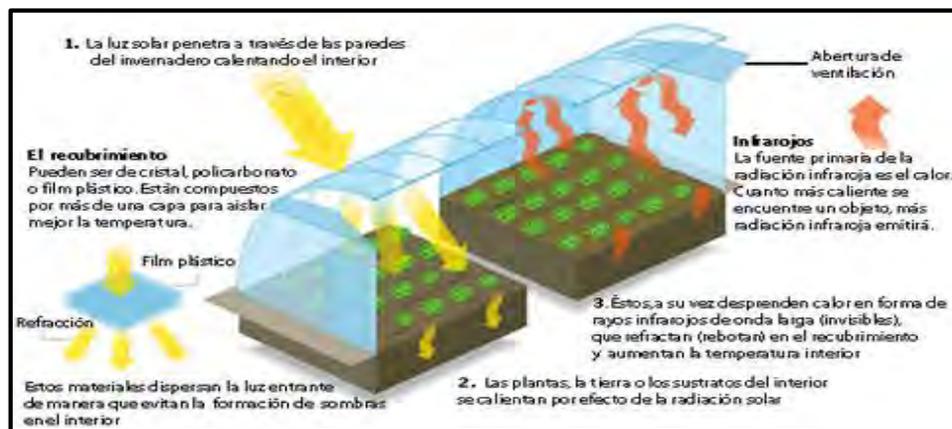


Figura 18. Invernadero Solar. Imagen obtenida de (Todo Huerto y Jardin, 2013)

En la práctica ya existen láminas dobles de plástico. Algunos de los materiales que se aplican son el polimetilmetacrilato (PMMA) y el policarbonato (PC). Estas láminas rígidas tienen buenas capacidades aislantes (dependiendo del grosor de las capas de aire dentro de las láminas). Pese a ello, el uso de estos materiales fue bastante menor en los últimos años debido a que transmiten cerca de un 10% menos de luz

comparadas con el vidrio tradicional. Más aún, la transmisión de luz se reduce con el tiempo conforme envejecen los productos.

En busca del desarrollo sustentable empresas como IMAG y General Electric han introducido nuevos productos al mercado como la lámina denominada “Zig-zag”. La lámina es doble, de PC, lo que agrega una alta capacidad aislante, pero con una geometría en forma de zigzag. La transmisión de una lámina zigzag doble (480) es de 89% para luz directa. Un vidrio simple transmite entre 89 y 91% y un PC normal, entre 68-72% (Mediciones IMAG, 2000). La transmisión de las láminas puede ser mejorada aún más si se le aplican cubiertas anti reflexión. Si se le aplica uno de estos productos en las cuatro caras de la lámina zigzag su transmisión se iguala con la de un vidrio. (New AGI, 2004)

## **7. Normativas Extranjeras.**

### **7.1 Análisis de normas de la FDA**

Según la página oficial de la FDA (Food and Drug Administration: Agencia de alimentos y medicamentos) es una Agencia del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los E.E.U.U. Consiste en la oficina del comisionado y cuatro direcciones generales que supervisan las funciones básicas de la agencia: Productos Médicos y el Tabaco, Alimentos y Veterinaria.

La FDA es responsable de:

- *La protección de salud pública asegurando que los alimentos (a excepción de la carne de ganado, aves de corral y algunos productos de huevo que son*

*regulados por el Departamento de Agricultura de EE.UU.) sean seguros, saludables, sanitarios y debidamente etiquetados, además garantizar que los alimentos humanos, veterinarios, vacunas y otros productos biológicos y dispositivos médicos para uso humano sean seguros y eficaces.*

- *La protección de los ciudadanos contra la radiación de productos electrónicos.*
- *Asegurar cosméticos que los suplementos dietéticos sean seguros y debidamente etiquetados.*
- *Regulación de los productos del tabaco.*
- *Promover el progreso de la salud pública, ayudando a acelerar las innovaciones de producto.*

Las responsabilidades de la FDA se extienden a 50 Estados de E.E.U.U, el Distrito de Columbia, Puerto Rico, Guam, las Islas Vírgenes, Samoa Americana y otros territorios y posesiones de los Estados Unidos. (U.S. Food and Drug Administration)

## **7.2 Ley de Modernización de Inocuidad de los Alimentos (FSMA-FDA) PUBLIC LAW 111–353—JAN. 4, 2011**

La FDA publicó en enero del 2011 la nueva ley de Modernización de Inocuidad de los Alimentos FSMA (Food Safety Modernization Act), que el Presidente Obama firmó el 4 de enero de 2011. La cual permite a la FDA proteger mejor la salud pública garantizando la seguridad del suministro de alimentos.

La Nueva Ley de Modernización de Inocuidad Alimentaria, surgió a raíz de una Serie de brotes de enfermedades relacionados con la inocuidad alimentaria de alto perfil. Según

la FDA alrededor de 48 millones de personas (1 de cada 6 estadounidenses) se enferman por consumir alimentos contaminados, de los cuales 128,000 son hospitalizados y 3,000 mueren cada año según datos recientes de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. Esta es una situación que puede prevenirse.

La Ley pretende que los instrumentos regulatorios de la Administración de Alimentos y Medicamentos (*FDA*) actúen de manera preventiva, y no reactiva, para evitar los brotes de enfermedades que sean causados por el consumo de alimentos, la ley contiene lo siguiente:

- *Tema I- mejorar la capacidad para prevenir problemas de seguridad alimentaria.*
- *Tema II. Mejorar la capacidad de detectar y responder a los problemas seguridad alimentaria*
- *Tema III-mejorar la seguridad de los alimentos importados*
- *Tema IV- otras disposiciones, (figura 19)*

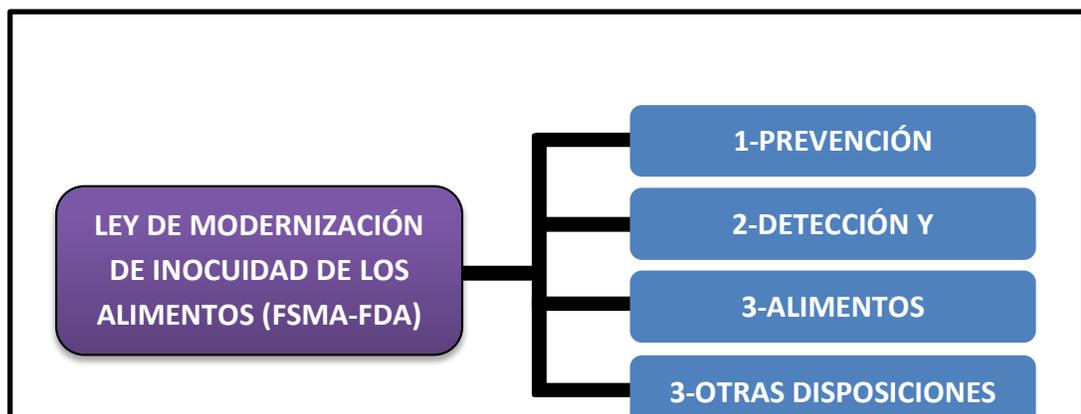


Figura 19. Temas contenidos dentro de la FSMA-FDA.

Por ejemplo, el Tema I de la FSMA en la *sección 101* otorga a la *FDA* la autoridad adicional para tener acceso e inspeccionar los registros [bitácoras] de los establecimientos.

**RESUMEN:**

***Sección 101:*** *Si la secretaría considera que existe una probabilidad razonable de que un producto alimenticio pueda causar consecuencias a la salud ya sea graves o la muerte a los seres humanos o a los animales, cada persona (con exclusión de las granjas y restaurantes) que fabrique, procese, empaque, distribuya, reciba, almacene en bodegas o importen estos artículos, a petición de un funcionario o empleado debidamente designado por el Secretario, deberá permitir que dicho funcionario o empleado tenga acceso y copia de todos los registros de dicho producto alimenticio, para determinar si existe una probabilidad de que el uso o la exposición de la comida causará consecuencias adversas a la salud graves o la muerte a los seres humanos o animales.*

La FSMA también exige a los establecimientos un reporte por escrito donde se analicen todos los posibles riesgos que puedan presentar los alimentos para el consumo humano. Lo anterior se encuentra en la *sección 103*: “Análisis de peligros y controles preventivos basados en el riesgo”.

**RESUMEN:**

***Sección 103:*** *El propietario, operador o agente a cargo de la instalación, debe evaluar los riesgos que puedan afectar a los alimentos elaborados, procesados, envasados. Identificar Controles preventivos de manera significativa y minimizar*

*o prevenir la ocurrencia de dichos riesgos y ofrecer garantías de que estos alimentos no están adulterados.*

El análisis de peligros (*figura 20*) y controles preventivos se dividen en:

**ANÁLISIS DE PELIGROS:** Identificar y evaluar los peligros conocidos o razonablemente previsibles, que pueden estar asociados con la instalación, incluyendo: biológicos, químicos, físicos y peligros radiológicos, toxinas naturales, plaguicidas, residuos de medicamentos, la descomposición, los parásitos, los alérgenos, los aditivos alimentarios y colorantes no autorizados.

**MONITOREO DE LA EFICACIA:** El propietario, operador o agente a cargo de la instalación deberán supervisar la eficacia de los controles preventivos aplicados.

**ACCIONES CORRECTIVAS:** El propietario, operador o agente a cargo de la instalación establecerá procedimientos para garantizar que, si los controles preventivos aplicados resultan ineficaces que se tomen medidas apropiadas para reducir la probabilidad de recurrencia de la falla aplicación.

**VERIFICACIÓN:** El propietario, operador o agente a cargo de una instalación comprobarán que: los medios de prevención aplicados son adecuados para controlar los riesgos identificados.

**REGISTROS:** El propietario, operador o agente a cargo de la instalación deberá mantener, por un período no inferior a 2 años, los registros que documenten la vigilancia de los medios de prevención aplicadas.

**PLAN ESCRITO Y DOCUMENTACIÓN:** El propietario, operador o agente a cargo de la instalación deberán preparar un plan por escrito de los documentos y describir los procedimientos utilizados por la institución para cumplir con los requisitos de esta sección, incluyendo el análisis de la peligros y la identificación de los medios de prevención adoptadas para hacer frente a esos peligros

**REQUERIMIENTOS PARA EL RE-ANÁLISIS:** El propietario, operador o agente a cargo de la instalación realizará un nuevo análisis, cada vez que un cambio importante se haga en las actividades llevadas a cabo en una instalación operada por dicho propietario, operador, o el agente a cargo, si el cambio crea un potencial razonable para un nuevo peligro o un aumento significativo de un peligro ya identificado anteriormente, se debe realizar un nuevo análisis o por lo menos realizar un análisis una vez cada 3 años.

En la *figura 20* se puede observar la metodología a seguir para el análisis de riesgos sanitarios:



Figura 20. Metodología para el análisis y controles preventivos basados en el riesgo.

### **7.3 Aplicación de la Ley FSMA-FDA a Inverna Móvil**

La FSMA-FDA no restringe de manera alguna el uso de los dispositivos usados para Inverna Móvil, pero hay que considerar que la ley exige un estudio minucioso sobre la inocuidad de los alimentos para consumo humano, por lo que hay que asegurarse que ninguno de los dispositivos que entren en contacto directo con el suelo o plantas del invernadero contenga sustancias que puedan generar toxicidad en las hortalizas. Esto se logra investigando con los proveedores acerca de los materiales usados para la fabricación de los diferentes dispositivos. Las sustancias o materiales que pueden causar problemas de sanidad vegetal se mencionarán a lo largo de este documento.

**En cuanto en la metodología “Análisis de peligros y controles preventivos basados en el riesgo” es responsabilidad del propietario, operador o agente a cargo del invernadero realizar estudios periódicamente, que garanticen la inocuidad de sus productos, sin embargo si en alguno de los estudios se logra demostrar que los equipos instalados por “Inverna Móvil” son causantes de una contaminación en los productos agrícolas puede comprometer seriamente la integridad de este servicio.**

## **7.4 Código de Reglamentos Federales CFR Titulo 21 “Alimentos y Medicamentos”.**

La CFR (Code of Federal Regulations: Código de Reglamentos Federales) titulo 21 es la encargada de regular los alimentos y medicamentos en los E.E.U.U. de la FDA, además de la Administración de Control de Drogas (DEA) y la Oficina de Política Nacional para el Control de Drogas (ONDCP).

Esta norma contiene los requisitos que rigen los métodos, las facilidades y los controles empleados en el diseño, la fábrica, el empaquetado, el etiquetado (rotulación), el almacenamiento, la instalación y el servicio de todos los dispositivos terminados que se destinan a uso humano.

Los reglamento CFR no son aplicables a Inverna Móvil debido a que contiene regularizaciones para productos que ya han sido procesados, por ejemplo productos enlatados y empaquetados, lo cual no involucra el cultivo o cosecha de productos agrícolas, mucho menos es aplicable a invernaderos. Por lo que no es restricción para la comercialización.

## 7.5 Normativas y Dependencias involucradas con la FDA.

La FDA establece en la ley (FSMA-FDA) los estándares que aseguren la inocuidad en la producción y cosecha de frutas, vegetales y hortalizas. La FSMA-FDA se basa en el Código de Reglamentos Federales (CFR Titulo 21 “Alimentos y Medicamentos”). También sigue los lineamientos establecidos por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el cual, se basa en la norma y estándares NOP (Programa Nacional Orgánico), por lo que este departamento es conocido como USDA-NOP, (Figura 23).

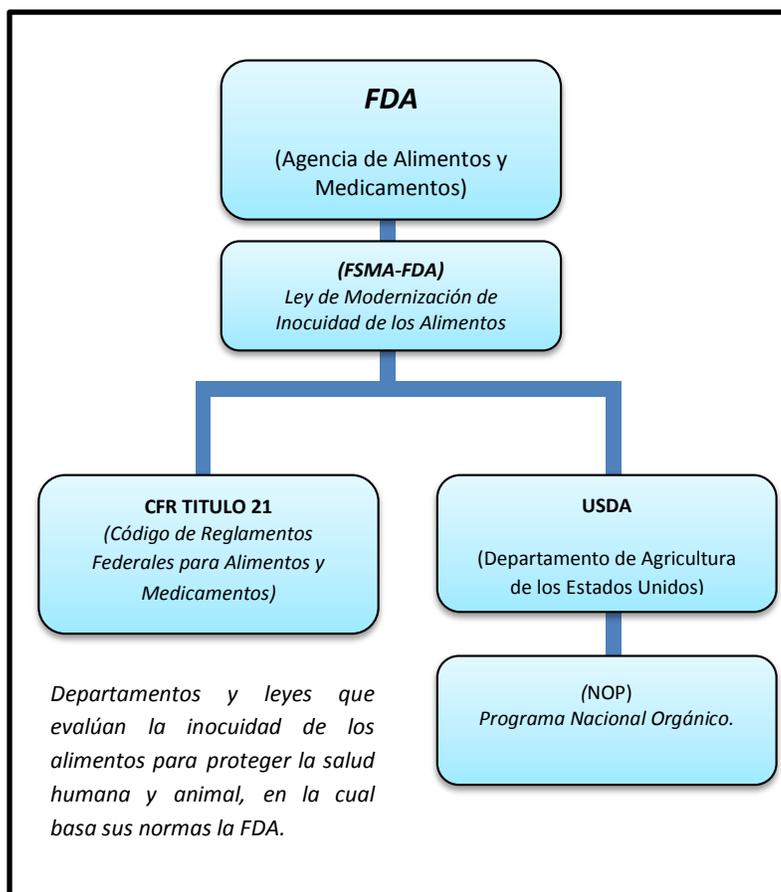


Figura 21. Organigrama de la FDA.

## 7.6 Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)

La USDA (U.S. Department of Agriculture: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) es una agencia encargada de desarrollar y ejecutar políticas de ganadería, agricultura y alimentación (figura 22).

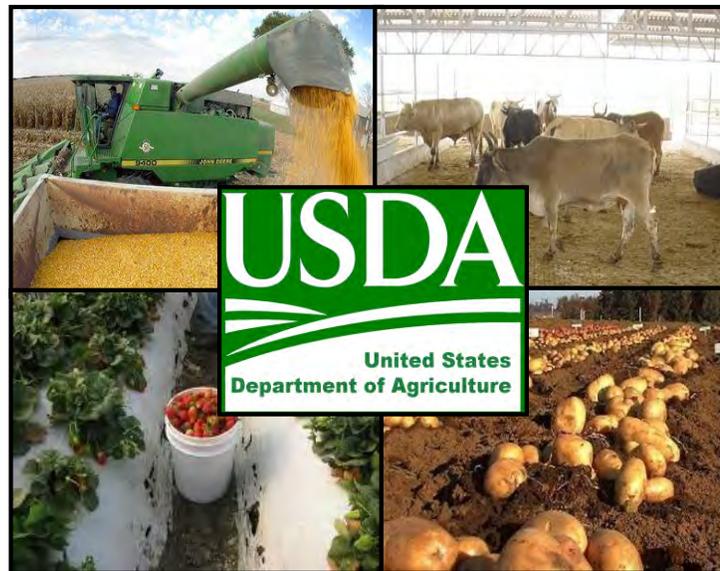


Figura 22. La USDA.

La USDA está en coordinación con la FDA, trabajan conjuntamente para establecer estándares y regularizaciones de control para la inocuidad de alimentos de origen orgánico (agrícolas). Incluso la ley FSMA-FDA al mencionar las regularizaciones sobre productos agrícolas hace referencia en las normatividades establecidas por la USDA.

Por ejemplo en la *sección 103*: “Análisis de peligros y controles preventivos basados en el riesgo” la FSMA-FDA incluye la Sec. 418 de la ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos (21 U.S.C. § § 301) la cual hace mención al Departamento de Agricultura de los E.E.U.U.

**RESUMEN:**

*“(i)(I) Documentación que demuestre que el propietario, operador o agente a cargo de la instalación hayan identificado los peligros potenciales asociados con los alimentos que se producen, llevando a cabo controles preventivos para hacer frente a los riesgos, y seguir de cerca los medios de prevención para garantizar que dichos controles son efectivos; o*

*“(II) Documentación (que pueden incluir licencias, informes de inspección, certificados, permisos, credenciales de certificación por una agencia apropiada (por ejemplo **Departamento el Agricultura del estado**), u otra evidencia de la supervisión), según lo especificado por el Secretario, que la instalación cumple con leyes estatales, locales, del condado, u otra ley de seguridad alimentaria no federal aplicable;*

Cabe destacar que la ley FSMA-FDA exige estudios sobre la sanidad de alimentos para consumo humano pero el encargado de realizarlos es el Departamento de Agricultura del estado, en este caso la USDA, por lo que los linimentos para asegurar la inocuidad de los alimentos estarán basados en las normatividades de este órgano, pero siguiendo la metodología de la FSMA-FDA.

### 7.6.1 Programa Nacional Orgánico (NOP)

La USDA, (figura 23) tiene sus propias normativas como las establecidas en la NOP (National Organic Program: Programa Nacional Orgánico). La NOP es el marco normativo federal que rige los alimentos orgánicos. Cubre productos agrícolas frescos y procesados, incluidos los cultivos y el ganado. Además cubre a detalle todos los aspectos de los alimentos de origen orgánico como: la producción, el procesamiento, la entrega y la comercialización. Los agricultores y elaboradores de alimentos que deseen utilizar la palabra “orgánico” en sus empresas y productos, deben ser certificados bajo los estándares NOP.



Figura 23. Programa Nacional Orgánico (NOP).

La parte importante de la NOP es que establece las sustancias que pueden causar fitotoxicidad en los alimentos de origen orgánico (frutas, vegetales y cultivos), así como sustancias permitidas en el proceso de cultivo y cosecha. Por mencionar algunos ejemplos la norma establece lo siguiente:

- ***Criterios de evaluación para sustancias, métodos e ingredientes permitidos y prohibidos,***

- **Sustancias sintéticas permitidas** para el uso en la producción agrícola orgánica,
- **Sustancias no sintéticas prohibidas** para el uso en la producción de cosechas orgánicas,
- **Sustancias no agrícolas (no orgánicas) permitidas** como ingredientes dentro de productos procesados rotulados como “orgánico” o “elaborado con productos orgánicos” (ingredientes especificados o grupo(s) de alimentos),
- **Productos agrícolas producidos no orgánicamente permitidos** como ingredientes dentro de productos procesados rotulados como orgánico o elaborados con ingredientes orgánicos, etc. (Landa, 2008)

Los puntos anteriores se pueden encontrar en la subparte G. Administrativa “Lista Nacional de Sustancias Permitidas y Prohibidas” de la NOP.

En la tabla 2 se presenta una síntesis de las sustancias usadas para la producción de cosechas orgánicas según la NOP:

**Tabla 2. Sustancias usadas para la producción de cosechas orgánicas.**

<p><b>Sustancias permitidas</b></p> <p><b>sintéticas</b></p>	<p><b>Sulfato de Cobre:</b> puede ser usado como alguicida en sistemas de producción de arroz bajo inundación,</p> <p><b>Materiales de cloro:</b> los niveles residuales de cloro en el agua no excederán el límite máximo residual de desinfectantes según la Ley de Agua Potable.</p> <p><b>Gas ozono:</b> Solamente para la limpieza de sistemas de irrigación.</p> <p><b>Ácido peracético:</b> para la desinfección de equipos, semillas y material de propagación asexual.</p>
<p><b>Sustancias no sintéticas prohibidas</b></p>	<p><b>Cenizas de estiércol quemado</b></p> <p><b>Arsénico.</b></p> <p><b>Polvo de tabaco:</b> (sulfato de nicotina)</p> <p><b>Nitrato de sodio:</b> a menos que su uso esté restringido a no más del 20% del requisito total de nitrógeno del cultivo, usado en forma irrestricta en la producción de espirulina hasta el 21 de octubre de 2005.</p> <p><b>Cloruro de potasio:</b> a menos que sea derivado de procedencia mineral y aplicado de una manera que minimice la acumulación del cloruro en el suelo.</p>
<p><b>Sustancias no agrícolas (no orgánicas) permitidas dentro de productos procesados.</b></p>	<p><b>Bicarbonato de amonio:</b> para el uso como agente de fermentación únicamente</p> <p><b>Dióxido de carbón</b></p> <p><b>Materiales de cloro:</b> para desinfectar y sanear superficies de contacto con alimentos, excepto, que, niveles residuales de cloro en el agua no deberán exceder el máximo del</p>

	<p><i>límite de desinfectantes residuales según La Ley de Agua Potable.</i></p> <p><b>Etileno:</b> permitido para madurar la fruta tropical después de la cosecha y pérdida de color verde en cítricos.</p>
<p><b>Productos agrícolas no producidos orgánicamente, permitidos como ingredientes dentro de productos procesados</b></p>	<p><b>Tripas, de intestinos procesados.</b></p> <p><b>Polvo de apio.</b></p> <p><b>Colorante:</b> extracto Jugo de remolacha (pigmento CAS # 7659-95-2), colorante Jugo de zanahoria (pigmento CAS # 1393-63-1), etc.</p> <p><b>Almidones:</b> Almidón de arroz, no modificado (CAS # 977000-08-0), almidón de batata, Maicena (nativa), et.</p>

En la *tabla 2* se enlistan algunas de las sustancias prohibidas como el arsénico que se puede encontrar en las tarjetas electrónicas. Por otro lado se encuentran sustancias permitidas como el sulfato de cobre que también se pueden hallar en los equipos.

### 7.6.2 Aplicación de la NOP a Inverna Móvil

La FSMA-FDA trabaja en conjunto con la USDA, y esta última usa la norma NOP para evaluar los requisitos que tienen que seguir los establecimientos agrícolas para certificar un producto como orgánico y garantizar la sanidad de sus productos, pero, siguiendo la metodología de la FSMA-FDA.

Inverna Móvil puede ofrecer un servicio de automatización para mejorar los procesos dentro del invernadero pero si además garantiza a los usuarios que ninguno de sus equipos o dispositivos es perjudicial para la sanidad vegetal agregará un plus a su servicio.

## 8. Otras normas involucradas

### 8.1 Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Esta ley se hace mención por algo muy importante como son los Sistemas de medida. Las unidades de medida tienen que ser consideradas en cualquier proceso de medición.

Una mala interpretación al momento de analizar los datos puede causar decisiones equivocadas en los procesos que se realicen en el invernadero. Según la Ley Federal sobre Metrología y Normalización en el artículo 5 menciona lo siguiente:

**ARTÍCULO 5.-** *En los Estados Unidos Mexicanos el Sistema Internacional de Unidades de Medida es el único legal y de uso obligatorio.*

## **8.2 Normas para Instalaciones Eléctricas**

Inverna Móvil requiere de la instalación de líneas eléctricas para alimentar a los sensores o equipos de adquisición de datos, que estarán monitoreando las diferentes variables a interés en puntos específicos del invernadero. Algunos sensores podrían entrar en contacto directo con las hortalizas e incluso con el suelo, por lo cual se necesitará llevar los conductores hasta cada punto donde se requiera. De igual forma los motores para el sistema de riego, como las bombas de agua, requieren de una instalación adecuada para su correcta operación.

Un invernadero se encuentra expuesto a factores como: la humedad, la corrosión, el acumulamiento de polvo o polvo con agua, los cuales pueden generar un ambiente hostil para las líneas y conductores eléctricos, así como para cualquier otro equipo o dispositivo electrónico que se encuentre operando en el área. Las consecuencias que genera una instalación eléctrica afectada por las condiciones anteriores, pueden provocar desde cortos circuitos que dañen los equipos, hasta accidentes al personal que labora en el área. Por mencionar algunos se señalan los siguientes.

- Calentamiento en los conductores: lo cual puede aumentar los gastos en cuanto a consumo de energía eléctrica.
- Sobrecorrientes y Cortos circuitos.
- Sobretensiones.
- Bajos o huecos de tensión.

- Transitorios (picos de tensión muy altos que duran tan solo unos cuantos milisegundos): usualmente provocados por motores, como es el caso de las bombas de agua.
- Daños en los equipos de cómputo: los equipos se pueden apagar ocasionalmente e incluso las fuentes de poder se pueden dañar por variaciones de los niveles de tensión en el sistema eléctrico.
- Daños en tarjetas electrónicas: los sensores o tarjetas de adquisición de datos son muy susceptibles a variaciones en el sistema eléctrico.
- Aislantes dañados: el aislante de los cables puede verse afectado por las condiciones mencionadas anteriormente, dejando expuesto al conductor. Esto puede ocasionar que el conductor entre en contacto con el agua e incluso con alguna parte metálica de la estructura del invernadero, generando un ambiente de riesgo para el personal que labora en el área.
- Incendios provocados por cortos circuitos.

Se puede analizar que son muchos los riesgos que puede ocasionar una instalación eléctrica en mal estado. Debido a esto, existen normas como la NOM-001-SEDE-2012 (Norma Oficial Mexicana para Instalaciones Eléctricas) que establecen las especificaciones y los lineamientos de carácter técnico que deben de satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades.

### **8.2.1 NOM-001-SEDE-2012**

La Secretaría de Energía (SENER) de México se basa en la NOM-001-SEDE-2012 norma que regulariza todo lo referente a las instalaciones eléctricas, la cual entre sus campos de aplicación hace mención a las instalaciones eléctricas en construcciones agrícolas, por lo tanto, se puede considerar como “construcción agrícola” a un invernadero.

### **8.2.1.1 Artículo 547 “Construcciones Agrícolas”**

En su artículo 547 “Construcciones Agrícolas” menciona su aplicación a los edificios agrícolas o partes de ellos o áreas adyacentes de naturaleza similar o parecida que se puedan ver afectados por lo siguiente:

- Los edificios agrícolas en los que se pueda acumular polvo excesivo o polvo con agua.
- Los edificios agrícolas donde existan atmosferas corrosivas. (Por ejemplo: áreas húmedas y mojadas).

En este artículo se mencionan normas y lineamientos como:

- 547-4 Temperatura superficial para los equipos o artefactos eléctricos.
- 547-5 Métodos de alambrado.
- 547-6 Desconectores, interruptores automáticos, controladores y fusibles.
- 547-7 Motores.
- 547-8 Luminarias.
- 547-9 Alimentación eléctrica a edificios o estructuras desde el punto de distribución.
- 547-10 Planos equipotenciales y unión de planos equipotenciales.

#### *Ejemplo del artículo:*

En la sección 547-5 “Métodos de alambrado” inciso (a), menciona lo siguiente:

*a) Sistemas de alambrado. Se emplearan los métodos de alambrado basados en cables tipo UF, NMC, SE, de cobre cable tipo MC o MC-HL con cubierta, tubo conduit de policloruro de vinilo, tubo conduit no metálico flexible hermético a los*

*líquidos, u otros cables o canalizaciones adecuadas para el lugar, con accesorios terminales aprobados. Se permitirá utilizar los métodos de alambrado del Artículo 502, Parte B para las áreas descritas en 547-1(a).*

En las figuras 24, 25 y 26 se pueden observar imágenes de los tipos de cables y tubos mencionados.



Figura 24. Cable tipo MC.

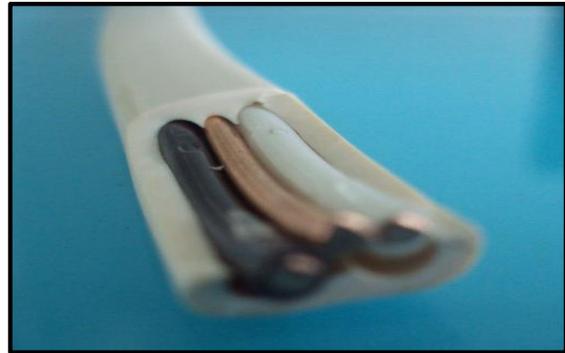


Figura 25. Romex subterránea, cable alimentador tipo UF-B.



Figura 26. Tubo conduit policloruro.

En la sección 547-5 “Métodos de alambrado” inciso (c) “Envolventes de equipos, cajas, cajas de paso y accesorios” sección (2) “Lugares húmedos y mojados”, menciona lo siguiente:

*2) Lugares húmedos o mojados. En lugares húmedos o mojados, las envolventes de los equipos, cajas, cajas de paso y accesorios se deben de ubicar o equipar de manera que se prevenga la entrada o acumulación de humedad dentro de la envolvente, caja, cajas de paso o accesorio. En lugares mojados, incluso los lugares normalmente secos o húmedos donde las superficies se lavan o rocían periódicamente con agua, las cajas, cajas de paso y accesorios deben de estar aprobados para su uso en lugares mojados y las envolventes de equipos deben de ser a prueba de intemperie.*

En la sección 547-5 “Métodos de alambrado” inciso (c) “Envolventes de equipos, cajas, cajas de paso y accesorios sección (3) “Atmosfera corrosiva”, menciona lo siguiente:

*3) Atmósfera corrosiva: Cuando puedan estar presentes polvo húmedo, humedad excesiva, gases o vapores corrosivos u otras condiciones corrosivas, las envolventes de los equipos, cajas, cajas de paso y accesorios deben de tener propiedades de resistencia a la corrosión adecuadas para esas condiciones.*

#### **8.2.1.2 Artículo 675 “Máquinas de Riego Operadas o Controladas Eléctricamente”**

El controlador de riego es el elemento de automatización que centraliza todas las órdenes encaminadas a un eficaz funcionamiento del sistema. Un controlador de fertirrigación completo debe contemplar la puesta en marcha y el paro en el momento preciso de bombas, válvulas de mando, agitadores y dosificadores de fertilizantes, dispositivos de control, medida, regulación, seguridad, emergencia, etc.

El artículo 675 regula todo lo referente a la instalación eléctrica de un sistema de riego, Esta se aplica a máquinas de riego operadas o controladas eléctricamente, así como a los circuitos derivados y controladores. A continuación se mencionan algunos de los puntos del artículo:

- 675-4.- Cables para máquinas de riego.
- 675-5.- Más de tres conductores en una canalización o cable.
- 675-6.- Marcado en el panel de control principal.
- 675-7.- Valores equivalentes de corriente.
- 675-8.- Medios de desconexión.
- 675-9.- Conductores de circuito derivado.
- 675-10.-Varios motores en un circuito derivado.
- 675-13.- Método de puesta a tierra.
- 675-15.- Protección contra descargas atmosféricas.
- 675-17.- Conectores.

Ejemplo del artículo:

En la sección 675-4 “Cables para máquinas de riego” inciso (a) “construcción” párrafo (2), menciona lo siguiente:

*El aislamiento de los conductores debe de ser cualquier tipo incluido en la tabla 310-104(a) para temperatura de operación de 75 °C y para uso en lugares húmedos. El material aislante del núcleo debe de tener un espesor no menor a 0.76 milímetros y el recubrimiento metálico debe de tener un espesor no menor a 0.20 milímetros. El espesor del material de la cubierta no debe de ser menor a 1.27 milímetros.*

En la sección 675-10 “Varios motores en un circuito derivado” inciso (a) “Protección requerida” sección (1,2 y 3), menciona lo siguiente:

*Protección requerida: Se permitirá instalar varios motores que no excedan de 1.50 kW (2 HP), siempre y cuando el circuito de la máquina de riego este*

*protegido a no más de 30 Amperes en 600 Volts o menos, siempre que cumplan las siguientes condiciones:*

*La corriente a plena carga de cualquier motor en el circuito no supere 6 Amperes.*

*Cada motor en el circuito debe tener protección contra sobrecarga de acuerdo con 430-32.*

*Las derivaciones a cada motor individual no deben de ser de tamaño menor a 2.08 mm<sup>2</sup> (14 AWG) y con una longitud que no exceda 7.00 metros.*

### **8.2.1.3 Artículo 647 “Equipos Electrónicos Sensibles”**

Este artículo trata de las instalaciones y alambrado de sistemas derivados separados operando a 120 Volts línea a línea y 60 Volts a tierra para equipo electrónico sensible. En este artículo por mencionar algunos se encuentran los siguientes:

- 647-3.- Generalidades.
- 647-4.- Métodos de alambrado.
- 647-5.- Sistemas trifásicos.
- 647-6.- Puestas a tierra.
- 647-7.- Contactos.
- 647-8.- Equipo de alumbrado.

#### *Ejemplo del artículo:*

En la sección 647-3 “Generalidades” sección (1,2 y3) menciona lo siguiente:

*Se debe permitir el uso de un sistema derivado separado de 120 Volts, monofásico, 3 hilos con 60 Volts en cada uno de los conductores de fase a un conductor del neutro puesto a tierra, para el propósito de reducir el ruido*

*indeseable en ubicaciones de equipo electrónico sensible, proporcionando las siguientes condiciones aplicables.*

*El sistema se instaló sólo en lugares industriales o comerciales.*

*El uso del sistema está restringido a áreas bajo estricta supervisión por personas calificadas.*

*Se cumplan todos los requisitos de 647-4 hasta 647-8.*

En la sección 647-7 “Contactos” inciso (a) “Generalidades” sección (1 y 2) menciona lo siguiente:

*Generalidades: Cuando se usan contactos como un medio de conexión del equipo se deben de cumplir las siguientes condiciones:*

*Todos los contactos de 15 y 20 amperes deben de tener protección con interruptor de circuito de falla a tierra.*

*Todas las tiras, adaptadoras, tapas y placas frontales de los contactos deben estar marcados con la siguiente inscripción equivalente:*

<p style="text-align: center;">ADVERTENCIA- POTENCIA TÉCNICA NO CONECTAR A EQUIPO DE ALUMBRADO.</p> <p style="text-align: center;">PARA USO CON EQUIPO ELECTRÓNICO ÚNICAMENTE 60/120 VOLTS 1 FASE CORRIENTE ALTERNA PROTEGIDO CON INTERRUPTOR DE CIRCUITO POR FALLA A TIERRA</p>
--

Se puede concluir que la instalación eléctrica de un invernadero debe de realizarse con los equipos y materiales adecuados, además de realizar las prácticas adecuadas. Por otro lado los puntos mencionados anteriormente son solo partes de los artículos de la NOM-001-SEDE-2012, los cuales se consideraron importantes en la aplicación del producto “Inverna Móvil”, el cual podría verse afectado por las regularizaciones

emitidas por dicha norma. De igual forma realizar la instalación eléctrica siguiendo los lineamientos de esta norma podría garantizar el correcto funcionamiento de “Inverna Móvil”.

## **9. Conclusiones**

En el análisis de normatividades nacionales, se estudiaron las normas FITO establecidas por la SENASICA, las cuales entre sus reglamentos ninguna restringe y regulariza el uso de dispositivos electrónicos y eléctricos dentro de los cultivos y como estos pueden afectar la sanidad vegetal. Estas normas se enfocan a pesticidas y fertilizantes, su aplicación, los tipos, los prohibidos y permitidos, además de los requisitos para su venta, que ninguno de estos es responsabilidad de Inverna Móvil”. El estudio de normas nacionales se enfocó a las normas FITO debido a que la SENASICA es la encargada de establecer lineamientos para la inocuidad de alimentos agrícolas y además que sus reglamentos son aplicables a todo el país, por lo tanto era muy importante asegurar que no existiera restricción alguna de parte de este organismo.

En cuanto a las normatividades ambientales se estudió la NOM-004 de la SEMARNAT, ya que menciona una lista de materiales denominados “metales pesados” y sus límites permisibles dentro de lodos y biosólidos. Materiales que se pueden encontrar en los equipos como sensores, bombas y equipo electrónico. Estos en concentraciones elevadas dentro de la tierra de los cultivos pueden provocar fitotoxicidad vegetal poniendo en riesgo la salud humana.

En el tema de sustentabilidad, no se encontró normas que apliquen a construcciones agrícolas, pero por otro lado existen varios artículos, casos de estudios e investigaciones que hacen recomendaciones sobre tecnologías que pueden ayudar al ahorro de energía y al consumo del agua. Recomendaciones que “Inverna Móvil” puede seguir para ofrecer un servicio comprometido con el medio ambiente. Se estudiaron tecnologías como el reciclaje de agua y el uso de la energía solar para generar energía térmica y eléctrica.

La normatividad extranjera analizada fue la FDA de los E.E.U.U. que aplica leyes como la FSMA-FDA la cual maneja una metodología para el análisis de riesgos sanitarios en establecimientos dedicados a productos alimenticios. Además se mencionó que trabaja en conjunto con la USDA que se basa en la norma NOP para certificar y garantizar la inocuidad de los alimentos de origen agrícola. Inverna Móvil debe de evitar usar materiales tóxicos para las plantas que puedan salir positivos en alguno de estos estudios sanitarios exigidos por estos organismos.

Por otro lado se consideró la “Ley Federal sobre Metrología y Normalización” que exige que el sistema de medidas en México sea el Sistema Internacional de Unidades. Dato muy importante a considerar para las mediciones de las diferentes variables que se estarán controlando dentro del invernadero.

Por último se analizó la NOM-001-SEDE-2012, la cual entrega recomendaciones y lineamientos que se tienen que seguir al momento de realizar una instalación eléctrica en edificios agrícolas. Recomendaciones sobre el tipo de cableado a usar, los sistemas de protección, métodos de puesta a tierra, la instalación adecuada para los equipos electrónicos, etc. Además que se aplican a sistemas de riego, motores y equipo electrónico, dispositivos usados por “Inverna Móvil”. Todo con el fin de que se pueda ofrecer un servicio que garantice la seguridad de las personas que operan en el área del invernadero, además de obtener un ahorro de energía eléctrica.

## 10. Bibliografía

- Alarcón, A. L. (2000). *Tecnología para cultivos de alto rendimiento*.
- Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas. (2013). *Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012*. Mexico, D.F.: Ediciones Andrade.
- Gonzalez, E. (11 de 01 de 2007). *Monografías*. Recuperado el 26 de 11 de 2013, de <http://www.monografias.com/trabajos41/inocuidad-alimentos/inocuidad-alimentos.shtml>.
- Juvenal Medina Rengifo, J. L. (2005). *Manual de operación de un sistema de riego por goteo*. . Perú: PREDES, Fondo editorial.
- Landa, I. A. (2008). *Cuaderno de Normas para la Producción Organica de Organización Internacional Agropecuaria*. . Buenos Aires, Argentina: Organización Internacional Agropecuaria.
- Manero, I. S. (Septiembre de 2003). Recuperado el 25 de Noviembre de 2013, de INTIA Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias. : <http://www.itga.com/docs/ENERGIASOLARENINVERNADEROS.pdf>
- Marlow, D. (2012). Métodos para reciclar agua en tu invernadero. *Hortalizas* , 2.
- New AGI, I. (2004). Producción sustentable. *New AG International*, 6.
- SENASICA. (s.f.). *Normas oficiales Mexicanas en Materia de Inocuidad Agroalimentaria*. Recuperado el 26 de 11 de 2013, de <http://www.senasica.gob.mx/?id=1051>
- SIAR. (Junio de 2005). *Servicio Integral de Asesoría al Regante*. Recuperado el 26 de 11 de 2013, de <http://crea.uclm.es/siar/publicaciones/pdf/HOJA11.pdf>
- Todo Huerto y Jardín. (19 de Noviembre de 2013). *Todo Huerto y Jardín*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2013, de <http://www.todohuertoyjardin.es/blog/la-importancia-de-un-invernadero>
- U.S. Food and Drug Administration. (s.f.). *U.S. Food and Drug Administration*. Recuperado el 15 de 10 de 2013, de <http://www.fda.gov/>

UNIÓN, C. D. (2013). *LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA FEDERAL*.  
Mexico, D.F.