



## La Agricultura Protegida en el estado de Nayarit

Dr. Gelacio Alejo Santiago<sup>1</sup>, Dr. Efraín Contreras Magaña<sup>2</sup>, Dr. Rubén Bugarín Montoya<sup>1</sup>,  
M.C. Víctor Jiménez Meza<sup>1</sup> y M.C. Ana Luisa Sánchez Monteón<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Nayarit, México, <sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia.

44

### Introducción.

La demanda de productos hortofrutícolas está en continuo crecimiento, de tal manera que la búsqueda de alternativas que permitan asegurar la producción de estos productos es necesaria, a tal grado que se ha llegado a la instalación de estructuras que reproducen las condiciones climáticas óptimas para el cultivo, a nivel nacional se ha mostrado a la producción en invernadero como una alternativa de producción.



La producción de cultivos depende de una serie de factores que necesitan estar dentro de cierto rango para permitir el desarrollo óptimo de los cultivos, para obtener el rendimiento máximo posible para cada sistema de producción; de tal manera que ante la necesidad de controlar los factores

ambientales que afectan a los cultivos, la agricultura protegida se presenta como una alternativa que abarca una serie de instalaciones diseñadas para crear un microambiente que permita brindarle al cultivo las condiciones necesarias para su desarrollo, asegurando en un alto porcentaje la producción para finalmente hacer redituable la actividad agrícola, a través del incremento en la generación de ganancia y propiciando la generación de empleo de manera directa e indirecta.

La producción bajo el sistema de agricultura protegida puede practicarse hasta en las condiciones más pésimas de suelo, agua y clima, sin embargo en estas condiciones no siempre es rentable el establecimiento de estructuras de protección a los cultivos, en este sentido el estado de Nayarit se ha convertido en un punto idóneo para el establecimiento de invernaderos ya que posee microclimas que permiten reducir los gastos tanto de calefacción como de ventilación, condiciones que finalmente permiten asegurar la producción reduciendo gastos de instalación por lo tanto se reducen los gastos de producción. Así es como se han establecido algunas empresas productoras



de hortalizas en invernadero en algunas zonas del estado, situación que finalmente permitirá el desarrollo económico estatal.

### **Agricultura Protegida.**

Se ha definido como un sistema de producción que se realiza bajo estructuras construidas con la finalidad de evitar las restricciones que el medio ambiente impone para el desarrollo óptimo de los cultivos. Están incluidos en este sistema de producción, microtúneles, túneles, malla sombra e invernaderos con diferente nivel tecnológico.



Los principales factores que intervienen en el desarrollo, mismos que se pretenden controlar mediante el uso y manejo de invernaderos son: luminosidad, temperatura, humedad ambiental.

La luminosidad y temperatura son dos factores de gran importancia para el desarrollo de los cultivos, ambos tienen como origen la energía irradiada por el sol. Esta energía llega hasta la superficie de la tierra en forma de ondas electromagnéticas, ondas que son parcialmente eléctricas y parcialmente magnéticas, de diferentes longitudes de onda y frecuencias, que comprenden desde los rayos cósmicos hasta las ondas

hertzianas. Se le conoce como longitud de onda.

La energía comprendida entre los 200 a los 1 000 nm de longitud de onda se considera energía de onda corta y de los 1 000 en adelante se consideran como longitud de onda larga. Ambos tipos de energía son importantes para el desarrollo de los vegetales y el manejo de los invernaderos. Así entre los 400 y los 700 nm se encuentra la radiación fotosintéticamente activa, que es la luz aprovechada por las plantas para la fotosíntesis.

La cantidad de energía radiante que llega a la tierra procedente del sol depende de varios factores, tales como la duración del día y la noche, la distancia de la tierra al sol, el ángulo de inclinación con que los rayos solares inciden sobre la superficie de la tierra; inclinación determinada por la altura del sol sobre el horizonte, la latitud y la época del año, así como de la transparencia atmosférica. La transparencia está determinada por la cantidad de vapor de agua, la presencia de nubes y otras partículas suspendidas en la atmósfera, que pueden interferir el paso de la luz solar. Por lo tanto, la energía solar al atravesar la atmósfera, está sometida a una serie de procesos que modifican su composición; como son la transmisión, la reflexión y la absorción.

La energía luminosa es fundamental en varios procesos que realizan los vegetales. Además de los procesos fotoenergéticos y fotoquímicos, que conforman la fotosíntesis, también interviene en los procesos de movimiento y formación de las plantas, los tropismos, la orientación, el alargamiento del tallo, la formación de pigmentos y la



clorofila. Al transformarse de energía luminosa en energía calorífica, la luz, interviene en todos los procesos bioquímicos de los vegetales. Así la luz actúa sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas verdes, como fuente energética para la asimilación fotosintética de CO<sub>2</sub>, así como fuente primaria de calor y estímulo para la regulación del desarrollo de todos los tejidos vegetales.

Cada especie vegetal requiere de una cantidad específica de radiación luminosa para desarrollar la fotosíntesis y expresar su potencial productivo. Si falta luz, las plantas tienden a alargarse y crecen con tallos y ramas débiles. Por el contrario, si una planta tiene más iluminación de la requerida, crecerá lentamente, presentará tallos duros, hojas arrosetadas y sus flores serán de colores pálidos. Dentro de un invernadero una cantidad excesiva de luz traerá como consecuencia temperaturas altas y baja humedad relativa, aumentando la transpiración de las plantas y el consumo de agua.

#### **La luz dentro del invernadero.**

La energía radiante del sol es un elemento que no se puede almacenar, sólo se dispone de ella durante el día para emplearse en la fotosíntesis. Las plantas captan la energía solar con sus hojas, si el dosel o área foliar de las plantas no es apropiado, no captan suficiente energía para un desarrollo óptimo de los cultivos. Así, en los cultivos en invernadero, sobre todo en sistemas hidropónicos, en donde la competencia por el agua y los nutrientes es mínima, las

plantas compiten por luz, cuando disponen de poco espacio para su crecimiento.

En la actualidad existen varios tipos de cubierta de plástico, mallas sombra y pantallas con las cuales se puede controlar tanto la calidad como la cantidad de energía luminosa.



Los materiales usados como cubiertas en los invernaderos, salvo excepciones, deben ser transparentes a las radiaciones luminosas para permitir el paso de la luz visible y el infrarrojo corto, pero refractarios al infrarrojo de onda larga. El cristal y los plásticos de los invernaderos dejan pasar los rayos de luz de poca longitud de onda, que se transforman en calor sobre el suelo de los invernaderos. El suelo caliente irradia calor de diferentes longitudes de onda larga, que los materiales de la cubierta no permiten que salga y calientan el aire del interior.

Los materiales que se emplean como cubierta de invernaderos reflejan una fracción de la luz que reciben del sol, en



términos generales varía del 20 al 30%, ello ocurre cuando los rayos inciden sobre la cubierta con un ángulo de 90° C o cercano a

ese valor, que es cuando el invernadero capta la mayor cantidad de energía. Si el ángulo está entre 90 y 180°, la pérdida de energía debido a la luz reflejada aumenta rápidamente y puede ser total cuando el ángulo de incidencia es de 180°.

Al diseñar un invernadero debe evitarse la formación de zonas sombreadas, por las sombras que las mismas estructuras proyecten e incidan en el interior, las cuales dan origen a distinto desarrollo de los cultivos. Los postes y demás partes estructurales deben ser esbeltos, o ubicarlos de tal forma que la sombra que proyecten se mueva durante el día, para evitar demasiadas sombras sobre las plantas. Lo deseable es que la luz que entre al invernadero se difunda, para que al incidir en los postes no proyecte su sombra sobre las plantas. En la actualidad existen materiales para cubiertas que difunden la luz que pasa a través de ellos, la luz difusa tiene la particularidad de no emitir sombras y llegar a todas partes y en todas direcciones.

La cantidad de luz que penetra a los invernaderos depende de la orientación de los mismos y la forma o diseño de la estructura, pero sobre todo del ángulo de la cubierta con respecto al sol.

### **La temperatura.**

Es la expresión cuantitativa que indica la intensidad o cantidad de calor que tiene

un cuerpo, por lo tanto la temperatura es la medida del calor. El calor es una forma de

energía resultado del estado de agitación de las moléculas o partículas de la materia. Como energía, la luz que llega al interior de los invernaderos se transforma en calor aumentando la temperatura por arriba de la que existe en el exterior, con ello se propician condiciones micro climáticas particulares, que pueden ser propicias para el desarrollo de los cultivos, siempre y cuando no excedan determinados límites.

La temperatura varía en forma inversa con la altura y directamente con la cantidad de horas de energía radiante; a mayor altura sobre el nivel del mar menor temperatura, a menor altura sobre el mar mayor temperatura; a mayor número de horas luz temperaturas más altas.

En los invernaderos, las temperaturas deben estar por arriba de la temperatura mínima biológica, pero por debajo de la temperatura máxima que pueden soportar las plantas que se estén cultivando.

La temperatura se puede regular y controlar de diversas formas; mediante ventilas, extractores y ventiladores, muros húmedos para enfriar, aspersores de agua, con cubiertas opacas y mallas sombra (para disminuir temperatura); para aumentar la temperatura se recurre a una serie de calentadores y algunas prácticas de manejo como cerrar el invernadero cuando existe temperatura alta y almacenar calor, así mismo se puede aumentar la temperatura



utilizando plásticos de color negro en los laterales de las estructura.

### Superficie Nacional de Agricultura Protegida.

Según las Delegaciones Estatales SAGARPA en el año 2008, existía en México 8,569 has con agricultura protegida correspondiendo el 44% a invernaderos, 51% a malla sombra y 5% a otros; dicha superficie se está incrementando sobre todo por los casos exitosos que se han registrado en algunas zonas. Los estados que se encuentran en vanguardia son Sinaloa, Baja California, Estado de México y Jalisco, con 30%, 16%, 12% y 7% de superficie respectivamente.



### Superficie estatal bajo invernadero.

El estado de Nayarit se divide en cuatro regiones que son: Región Norte, Región Sur, Región centro –Sur y Región Sierra y prácticamente se han establecido invernaderos en todas las regiones. Hay regiones que han sido favorecidas principalmente por el tipo de clima que prevalece en ellas, lo cual ha propiciado el crecimiento en superficie en invernadero en el Estado (Cuadro 1).

La superficie a nivel estatal que se encuentra bajo agricultura es de 164.63 hectáreas, figurando los municipios de Santa María del Oro, Xalisco, Tepic, Bahía de Banderas, San Pedro Lagunillas y Acaponeta, como los municipios de mayor importancia en cuestión de sistemas de producción con cultivos protegidos.

**Cuadro 1.** Superficie estatal con invernaderos.

Región	Municipio	Superficie de invernadero (Ha)
Norte	Acaponeta	14.65
	Tecuala	0
	Rosamorada	4.34
	Tuxpan	8.0
	Ruiz	1.0
	Santiago Ixcuintla	17.8
	San Blas	6.72
Centro Sur	Bahía de Banderas	43.95
	Compostela	7.43
	Xalisco	18.09
	Tepic	17.3
Sur	Ahuacatlán	5.16
	Amatlán de Cañas	1.73
	Ixtlán del Río	0.31
	Jala	1.97
	San Pedro lagunillas	0.08
	Santa María del Oro	12.6
Sierra	Huajicori	0
	El Nayar	3.03
	La Yesca	0.01

### Región Norte.

Comprende a los municipios de Acaponeta, Rosamorada, Ruiz, San Blas, Santiago Ixcuintla, Tecuala y Tuxpan. Esta región es



una de las que representa más desarrollo en agricultura protegida, con el establecimiento de casa sombras e invernaderos, cubriendo un área de 52.5 has.

#### **Región Centro-Sur.**

Región Centro-Sur, donde se localizan los municipios de Bahía de Banderas, Compostela, Tepic y Xalisco. En esta región el municipio que tiene mayor superficie en protección es Bahía de Banderas con 43.95 has.

#### **Región Sur.**

Región que comprende a los municipios de Amatlán de Cañas, Ixtlán del Río, Jala, San Pedro Lagunilla y Santa María del Oro. En esta región el Municipio con mayor superficie es Santa María del Oro con 12 has y en construcción se encuentran 12 has de invernaderos, con un proyecto que contempla el establecimiento final de 100 has en invernadero. Esta situación ubicará finalmente a esta región como la más desarrollada en cuestiones de agricultura protegida.

#### **Región Sierra.**

Corresponde a los municipios de Huajicori, El Nayar y La Yesca. En estos municipios a pesar de los climas extremos que se registran en ellos, también ya se cuenta con algunos invernaderos tal como es el caso de la comunidad de San Andrés Milpillás, El Aserradero y La Mesa de los Ricos, quienes cuentan con instalaciones de producción familiar.

### **Principales climas.**

#### **Clima cálido**

El clima que predomina en la mayor parte del estado es cálido principalmente en el occidente del estado y en la totalidad de la zona conocida como la llanura costera del Pacífico y partes de la Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y La Sierra Madre del Sur. En las zonas que comprende este clima se tienen temperatura promedio anual superior a 22°C mientras que la temperatura mínima mensual no es inferior a 18°C.

El 61.18% de la superficie total estatal corresponde a este tipo de clima; en orden de importancia por superficie se encuentra el clima semicálido, que corresponde a 32.05% del territorio estatal, la altitud varía entre 1000 y 2000 msnm, son climas de transición entre los climas cálidos y los climas templados.

#### **Clima Templado.**

Abarcan 5.83% del territorio estatal de Nayarit, en zonas de las sierras donde la altitud, por lo general, va de 2 000 msnm en adelante. Las características de estos climas son: temperatura media anual entre 12° y 18°C, temperatura media mensual más baja entre -3° y 18°C y precipitación del mes más seco menor de 40 mm. Se presentan el templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad, y el templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media.



### **Clima Seco.**

Está distribuido en las porciones sur y sureste de Nayarit y comprende cerca de 0.94% de la superficie estatal. Se le denomina también seco estepario y se caracteriza porque la evaporación excede a la precipitación; corresponde en particular al semiseco muy cálido con lluvias en verano.

### **Características a considerar para el establecimiento de invernaderos.**

Los invernaderos poseen la característica de crear un microclima para el cultivo que fueron diseñados y dentro de las múltiples

ventajas que poseen es que se puede producir bajo cualquier clima, suelo y agua, a través del manejo que se proporciona a cada instalación, sin embargo para hacer redituable la actividad de producción bajo invernadero es necesario realizar un estudio minucioso considerando una serie de características en cuanto al clima, suelo y calidad del agua, existente en las zonas con miras a establecer invernaderos, con el objetivo de tomar una decisión en cuanto a su establecimiento o no, y una vez que se ha tomado la decisión, elegir el tipo de invernadero que permita el adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo.

### **Vías de comunicación.**

Se recomienda que las instalaciones se ubiquen a corta distancia de carreteras pavimentadas, para el transporte de insumos y cosechas, otra consideración que se tiene

que realizar es el no establecer invernaderos cerca de carreteras no pavimentadas que sean muy transitadas, ya que el polvo que se levanta por el tránsito continuo se deposita sobre las superficies de cubierta disminuyendo la luminosidad y afectando por lo tanto el proceso de fotosíntesis, un proceso necesario para la acumulación de materia seca.

### **Clima.**

Uno de los factores a considerar para el establecimiento de invernaderos es el clima, principalmente temperaturas máximas, temperaturas mínimas, humedad relativa y precipitación, disponer de estos datos es primordial para tomar de la decisión correcta en cuanto al diseño apropiado y de antemano saber si es redituable el establecimiento de áreas protegidas. El en Cuadro 2 se observan las temperaturas según ha reportado el Sistema Meteorológico Nacional.

Aunque es posible establecer invernaderos en cualquier tipo de clima, la relación costo-beneficio es lo que varía y en ocasiones resulta contraproducente, ya que las condiciones de climas extremos ya sea muy fríos o muy calientes, obligan a efectuar gastos excesivos en el afán de regular el microambiente generado en los invernaderos.

A nivel estatal se pueden identificar los lugares que tienen los climas adecuados para el desarrollo de las plantas, al cultivo que se



deseo establecer en invernadero considerando las temperaturas que soportan como máximo y como mínimo biológico, es decir la temperatura a la cual el cultivo no detiene su crecimiento y desarrollo.

Hay que tomar en cuenta que al momento de establecer la cubierta plástica, la temperatura se eleva de 5 a 6 °C, por lo tanto los invernaderos que se establezcan en zonas que alcanzan como temperatura máxima 38 a 39 °C, es necesario considerar

el incremento de temperatura por cubierta plástica, ya que la instalación alcanzará temperaturas superiores a los 40°C, temperatura a la cual los procesos fotosintéticos se ven alterados, afectando considerablemente la acumulación de materia seca. Invernaderos que se tengan que instalar en estas condiciones tienen que tener mecanismos de regulación de temperatura como son los extractores de aire o el establecimiento de paredes húmedas.

**Cuadro 2.** Temperaturas por municipios del Estado de Nayarit.

Región	Municipio	T max		T min	
		°C	Mes	°C	Mes
Norte	Acaponeta	38	Mayo	8.9	Enero
	Tecuala	38.7	Mayo	5.3	Febrero
	Rosamorada	39	Junio	8.7	Enero
	Tuxpan	39.5	Junio	10	Enero
	Ruiz	41.6	Julio	10.9	Enero
	Santiago Ixcuintla	39.5	Junio	12.2	Enero
	San Blas	38.9	Abril	12.7	Febrero
Centro Sur	Bahía de Banderas	46	Junio	12.4	Enero
	Compostela	37.5	Septiembre	11.3	Febrero
	Xalisco	30	Mayo	5	Febrero
	Tepic	32.7	Junio	5.2	Febrero
Sur	Ahuacatlán	36.9	Abril	7.3	Febrero
	Amatlán de Cañas	43.1	Abril	5.4	Enero
	Ixtlán del Río	38.6	Mayo	0.5	Enero
	Jala				
	San Pedro lagunillas	36.5	Mayo	7.9	Febrero
	Santa María del Oro	36.1	Mayo	3.5	Enero
Sierra	Huajicori	39.9	Junio	8.3	Diciembre
	El Nayar	41.4	Junio	10.7	Enero
	La Yesca	38	Junio	-2.0	Enero



También se tiene en el estado regiones que presentan temperaturas inferiores a cero grados, en estas condiciones el establecimiento de áreas protegidas va más enfocado a instalar áreas con capacidad de retención de calor, y en el último de los casos se recurre al establecimiento de sistemas de calefacción.

### **Calidad del agua.**

Los cultivos requieren el agua como medio de transporte de nutrientes y para compensar la diferencia por altas temperatura entre el ambiente y los tejidos de las plantas, en ese sentido la calidad del agua y su disponibilidad es muy importante para la agricultura protegida.

La calidad del agua en el estado de Nayarit varía en función de su procedencia, por ejemplo para el caso del municipio de Tepic la calidad del agua con que se cuenta se ubica como agua de buena calidad para uso agrícola, al reportar pH en un rango de 6.5 a 7.0 y una C.E. de  $300 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ , estas características del agua permiten al productor utilizar fuentes fertilizantes de diversa índole, ya que no existe ningún problema que obligue la utilización de fertilizantes específicos para solventar el problema de mala calidad del agua; sin embargo, dentro del estado existen zonas con agua de mala calidad, como es el caso del municipio de Las Varas, en donde el pH del agua es mayor a 8.0 y la C.E. es de  $1310 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ , este tipo de agua se cataloga como agua con alto peligro de salinidad, según la Norma Riverside para Clasificación de Agua.

### **Principales ventajas de los invernaderos.**

El microambiente que se logra dentro del invernadero permite a los cultivos desarrollarse sin sufrir estrés por alta temperatura, se evita el estrés hídrico, así mismo se puede regular la intensidad de radiación solar, se establece una barrera contra el ataque de plagas y con un manejo adecuado se evita el ataque de enfermedades fungosas; prácticamente se tiene el ambiente ideal para lograr de manera exitosa la producción de cultivos. Con una ventaja más que es la de programar los tiempos de cosecha y un factor de suma importancia para la cuestión de cultivos agrícolas ya que la relación costo-beneficio gira finalmente alrededor del precio que tenga el producto al momento de su comercialización.

### **Cultivos redituables en sistema protegido**

Los cultivos recomendables son las hortalizas como el pimiento, jitomate, calabacita, frijol ejotero, pepino y los cultivos ornamentales conocidos como flores de corte, esto gracias a una demanda constante que se tiene de ellos a través del año y sobre todo porque existen zonas que a nacional no permiten el crecimiento y desarrollo de estos cultivos en ciertas épocas del año, sobre todo en el periodo invernal. Por lo tanto para las zonas de Nayarit en donde es posible establecer los invernaderos con bajos costos de operación es una oportunidad única para llegar al mercado con estos productos.



## Conclusiones

Existen varias zonas en el estado de Nayarit que permiten el establecimiento de invernaderos, que por sus características climáticas principalmente temperatura máxima y mínima a través del año, existen las condiciones para el establecimiento de áreas protegidas con costos mínimos de operación, al no requerir de sistemas de extracción de aire ni tampoco de calefacción.

Estas zonas representan un área de oportunidad para el desarrollo agrícola en el ámbito de agricultura protegida, y según los datos de clima son los siguientes municipios: Los factores ambientales son los que determinan el tipo de invernadero a instalar,

así como su diseño y orientación, interesa el microclima que se va a reproducir al interior de las instalaciones con fines de producción de cultivos; las condiciones que prevalezcan dentro del invernadero está relacionado con las condiciones que se presentan en el exterior, por ello es de suma importancia realizar un estudio minucioso de las condiciones que se presentan en cada lugar, y entre más datos meteorológicos se tengan de los lugares, se tiene un mejor conocimiento y por lo tanto se puede idear el mejor prototipo de invernadero para el lugar. 

## Literatura Citada.

Bastida T. A. y Ramírez A. J. A. 2008. Los invernaderos en México. Serie Agribot. Universidad Autónoma Chapingo. Edición UACH.

Hewitt, P.G. 1995. Física Conceptual. Assiaon-wesley iberoamericana.

Salisbury F. B. y Roos C. W. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana.

Serrano C. Z. 2002. Construcción de invernaderos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España

[Escriba texto]