

# MANUAL DE PRODUCCIÓN DE PEPINO BAJO INVERNADERO



EDITORES ACADÉMICOS: CARLOS BOJACÁ Y OSCAR MONSALVE



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ  
JORGE TADEO LOZANO



Centro de  
**BIO**-SISTEMAS  
Universidad Jorge Tadeo Lozano



Libertad y Orden  
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural  
República de Colombia









# MANUAL DE PRODUCCIÓN DE PEPINO BAJO INVERNADERO



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ  
JORGE TADEO LOZANO



Centro de  
**BIO**-SISTEMAS  
Universidad Jorge Tadeo Lozano



Libertad y Orden

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural  
República de Colombia

Manual de producción de pepino bajo invernadero / Héctor Casilimas ... [et al.]; editores académicos Carlos R. Bojacá, Oscar Monsalve. – Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2012.  
208 p.: il. col.; 28 cm.

ISBN: 978-958-725-098-5

1. PEPINOS - CULTIVO. 2. CULTIVOS DE INVERNADERO. I. Casilimas, Héctor II. Bojacá, Carlos R., ed. III. Monsalve, Oscar, ed.

CDD635.63“M294”

©Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2012

Carrera 4 No. 22-61 / PBX: 2427030 /www.utadeo.edu.co

## **MANUAL DE PRODUCCIÓN DE PEPINO BAJO INVERNADERO**

ISBN: 978-958-725-098-5

Primera edición: 2012

RECTORA:

Cecilia María Vélez White

VICERRECTOR ACADÉMICO:

Diógenes Campos Romero

DECANO FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA:

José Daniel Bogoya Maldonado

DIRECTOR CENTRO DE BIO-SISTEMAS:

Oscar Duarte Torres

DIRECTOR (E) DE PUBLICACIONES:

Jaime Melo Castiblanco

COORDINADOR EDITORIAL:

HENRY COLMENARES MELGAREJO

REVISIÓN DE TEXTOS:

Camilo Gamboa y Henry Colmenares

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:

Oscar Joan Rodríguez

DISEÑO DE PORTADA:

Jairo Andrés García Gutiérrez

IMPRESIÓN:

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin autorización escrita de la Universidad.

IMPRESO EN COLOMBIA - PRINTED IN COLOMBIA

**Editores académicos:**

Carlos R. Bojacá

Oscar Monsalve

---

# MANUAL DE PRODUCCIÓN DE PEPINO BAJO INVERNADERO

---

**Autores:**

Héctor Casilimas

Oscar Monsalve

Carlos R. Bojacá

Rodrigo Gil

Edwin Villagrán

Luis Alejandro Arias

Luz Stella Fuentes

El contenido de esta publicación se basa en las experiencias y resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto de innovación tecnológica denominado

**DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE PRODUCCIÓN PARA  
LOS CULTIVOS DE PEPINO Y PIMENTÓN BAJO INVERNADERO.**

Este proyecto fue cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y  
Desarrollo Rural.



# CONTENIDO

## **INTRODUCCIÓN ..... 13**

## **GENERALIDADES DEL CULTIVO ..... 15**

INTRODUCCIÓN..... 16

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA..... 17

FISIOLOGÍA DEL CULTIVO..... 18

## **MANEJO DEL CULTIVO..... 21**

PROPAGACIÓN..... 22

    INTRODUCCIÓN..... 22

    SEMILLEROS TRADICIONALES ..... 22

    SEMILLEROS MODERNOS..... 23

    PROPAGACIÓN DE PEPINO COHOMBRO ..... 25

MATERIAL VEGETAL..... 26

    EVALUACIÓN DE MATERIALES DE PEPINO ..... 27

LABORES CULTURALES..... 39

    PODAS DE FORMACIÓN..... 39

    TUTORADO DEL CULTIVO..... 42

    DESHOJE ..... 43

    RALEO DE FRUTOS..... 44

## **ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO Y MANEJO DEL CLIMA ..... 47**

ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO..... 48

    REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL CULTIVO..... 48

    DESÓRDENES FISIOLÓGICOS Y CONDICIONES DE ESTRÉS..... 50

MANEJO DEL CLIMA ..... 53

    INVERNADEROS EN COLOMBIA ..... 54

    DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL INVERNADERO..... 55

    RESULTADOS DE INVESTIGACIONES..... 65

## **RIEGO..... 71**

INTRODUCCIÓN..... 72

EL AGUA EN EL SUELO..... 72

<b>NECESIDADES HÍDRICAS DEL CULTIVO DE PEPINO</b> .....	76
EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ET <sub>o</sub> ) .....	76
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (ET <sub>p</sub> ) .....	77
COEFICIENTE DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO DE PEPINO (K <sub>c</sub> ).....	77
<b>NECESIDADES DE RIEGO DEL CULTIVO (ET<sub>c</sub>)</b> .....	78
EJEMPLO: DETERMINACIÓN NECESIDADES DE RIEGO DEL CULTIVO	79
<b>PROGRAMACIÓN DEL RIEGO</b> .....	80
MEDIDA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO.....	80
MEDIDA DEL ESTADO HÍDRICO DE LA PLANTA.....	82
MEDIDA DE PARÁMETROS CLIMÁTICOS .....	83
<b>CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO</b> .....	83
<b>CONCEPTOS PREVIOS DE RIEGO</b> .....	85
UNIFORMIDAD DE RIEGO.....	85
EFICIENCIA DE APLICACIÓN .....	85
<b>RIEGO POR GOTEO</b> .....	86
FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	87
CABEZAL PRINCIPAL DE RIEGO .....	88
DISEÑO DEL SISTEMA .....	100
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA .....	110
BUENAS PRÁCTICAS DE RIEGO .....	110

## **FERTILIZACIÓN ..... 113**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	114
ELEMENTOS MAYORES .....	114
ELEMENTOS SECUNDARIOS .....	116
ELEMENTOS MENORES .....	119
ACIDEZ.....	122
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE) .....	123
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO (CIC).....	123
MATERIA ORGÁNICA .....	123
TEXTURA .....	124
<b>FORMULACIÓN DE FERTILIZANTES</b> .....	126
FERTILIZACIÓN PRESIEMBRA (FONDO) .....	126
FERTILIZACIÓN DE MANTENIMIENTO.....	130
FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.....	133

## **MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES ..... 137**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	138
<b>ARTRÓPODOS PLAGA EN PEPINO</b> .....	139

MOSCA BLANCA O PALOMILLA ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabaci</i> ) .....	139
ÁFIDOS O PULGONES ( <i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis gossypii</i> ) .....	141
TRIPS ( <i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>Trips palmi</i> ).....	144
ARAÑA ROJA O ÁCARO DE LA MANCHA BIMACULADA ( <i>Tetranychus urticae</i> ).....	146
<b>ENFERMEDADES DEL PEPINO</b> .....	149
GOTA O TIZÓN TARDÍO ( <i>Phytophthora infestans</i> ).....	149
MOHO GRIS ( <i>Botrytis cinerea</i> ).....	150
MILDEO POLVOSO ( <i>Sphaerotheca fuliginea</i> ).....	151
MILDEO VELLOSO ( <i>Pseudoperonospora cubensis</i> ).....	153
MARCHITEZ FUSARIANA ( <i>Fusarium oxysporum</i> ) .....	154
MOHO FOLIAR O CLADOSPORIOSIS ( <i>Fulvia fulva</i> Syn. <i>Cladosporium fulvum</i> , <i>Cladosporium cucumerinum</i> ).....	157
DAMPING-OFF O MUERTE SÚBITA .....	157
EL VIRUS DEL MOSAICO DEL PEPINO (CMV).....	158
NEMÁTODOS ( <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Meloidogyne javanica</i> ) .....	159
<b>COSECHA Y POSCOSECHA</b> .....	<b>161</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	162
<b>CALIDAD</b> .....	162
CALIDAD COMERCIAL .....	162
CALIDAD SENSORIAL (ORGANOLÉPTICA) .....	163
CALIDAD HIGIÉNICA .....	163
<b>FACTORES PRECOSECHA QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LOS FRUTOS</b> .....	163
FACTORES AMBIENTALES .....	163
PRÁCTICAS DE MANEJO DEL CULTIVO .....	164
<b>MADUREZ</b> .....	165
MADUREZ FISIOLÓGICA .....	165
MADUREZ DE COSECHA.....	165
MADUREZ COMERCIAL .....	165
MADUREZ DE CONSUMO.....	165
ÍNDICES DE MADUREZ .....	166
<b>COSECHA</b> .....	166
INTRODUCCIÓN.....	166
EPOCA DE COSECHA.....	167
MÉTODOS DE COSECHA.....	168
<b>COSECHA DE PEPINO</b> .....	168
<b>POSCOSECHA</b> .....	170
INTRODUCCIÓN.....	170
FISIOLOGÍA DE LA POSCOSECHA .....	170

CLASIFICACIÓN DE LAS FRUTAS .....	171
LABORES POSCOSECHA.....	172
<b>POSCOSECHA DE PEPINO .....</b>	<b>175</b>
CRITERIOS DE CALIDAD .....	175
CLASIFICACIÓN.....	176

**ANÁLISIS FINANCIERO ..... 179**

INTRODUCCIÓN.....	180
<b>ELEMENTOS DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA.....</b>	<b>180</b>
INVERSIONES .....	180
COSTOS DE PRODUCCIÓN .....	181
INGRESOS.....	183
FLUJO DE CAJA .....	183
RELACIÓN BENEFICIO-COSTO (B/C).....	184
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) .....	184
VALOR ACTUAL NETO (VAN) .....	185
PUNTO DE EQUILIBRIO.....	186
ESTADÍSTICA DE PRECIOS .....	186
EVALUACIÓN FINANCIERA DE LA PRODUCCIÓN DE PEPINO .....	187
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	189
INVERSIONES .....	189
EVALUACIÓN FINANCIERA .....	191
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS FINANCIEROS .....</b>	<b>194</b>
<b>CONCLUSIONES FINANCIERAS .....</b>	<b>197</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>199</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Híbridos de pepino seleccionados para su evaluación bajo condiciones semicomerciales. ....	28
<b>Tabla 2.</b> Comparación de días a floración después del trasplante para los materiales de pepino evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios. ....	30
<b>Tabla 3.</b> Comparación de días a cosecha después de trasplante para los materiales de pepino evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios. ....	30
<b>Tabla 4.</b> Comparación de días a floración después del trasplante para los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios. ....	31
<b>Tabla 5.</b> Comparación de días a cosecha después de trasplante para los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios. ....	31
<b>Tabla 6.</b> Diámetro de frutos de los materiales de pepino evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.....	32
<b>Tabla 7.</b> Longitud de frutos de los materiales de pepino evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.....	32



<b>Tabla 8.</b> Peso de frutos de los materiales de pepino evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.....	33
<b>Tabla 9.</b> Diámetro de frutos de los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.....	33
<b>Tabla 10.</b> Longitud de frutos de los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.....	34
<b>Tabla 11.</b> Peso de frutos de los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.....	34
<b>Tabla 12.</b> Número total de frutos de los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.....	35
<b>Tabla 13.</b> Número total de frutos de los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.....	35
<b>Tabla 14.</b> Producción total de los materiales de pepino evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.....	36
<b>Tabla 15.</b> Producción total de los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.....	36
<b>Tabla 16.</b> Componentes de producción de los materiales de pepino evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.....	37
<b>Tabla 17.</b> Componentes de producción de los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.....	38
<b>Tabla 18.</b> Valores recomendados de temperatura para el cultivo de pepino de acuerdo con varios autores.....	48
<b>Tabla 19.</b> Rangos de humedad relativa diurnos y nocturnos para el cultivo de pepino bajo invernadero.....	49
<b>Tabla 20.</b> Principales diseños de invernaderos utilizados en Colombia.....	58
<b>Tabla 21.</b> Descripción de los modelos experimentales de invernaderos evaluados.....	66
<b>Tabla 22.</b> Velocidad de infiltración para distintos tipos de suelo.....	76
<b>Tabla 23.</b> Valores de Kc para las diferentes etapas de cultivo de pepino. FAO (1976).....	78
<b>Tabla 24.</b> Valores de ETo para diferentes zonas del país.....	78
<b>Tabla 25.</b> Requerimientos de riego para las diferentes etapas fenológicas del cultivo de pepino en diferentes regiones del país.....	80
<b>Tabla 26.</b> Criterios para interpretar lecturas del tensiómetro.....	81
<b>Tabla 27.</b> Selección de filtros según la fuente de agua.....	90
<b>Tabla 28.</b> Caudales máximos de filtración en función de la calidad del agua.....	90
<b>Tabla 29.</b> Materiales porosos utilizados en la fabricación de filtros de arenas.....	91
<b>Tabla 30.</b> Selección de filtros en función del caudal del sistema y la calidad agua de riego.....	92
<b>Tabla 31.</b> Selección de filtro de discos en función del caudal del sistema.....	93
<b>Tabla 32.</b> Selección de filtro de discos en función de su capacidad de filtrado en Mesh.....	94
<b>Tabla 33.</b> Accesorios utilizados para la instalación de sistemas de riego por goteo.....	95
<b>Tabla 34.</b> Matriz de selección de tuberías en función de la velocidad de flujo y pérdidas por fricción en la tubería.....	101
<b>Tabla 35.</b> Factor de corrección en función del número de líneas de riego.....	107
<b>Tabla 36.</b> Textura del suelo.....	125

<b>Tabla 37.</b> Niveles óptimos en el suelo para el cultivo de pepino.....	127
<b>Tabla 38.</b> Pesos atómicos de los elementos nutricionales esenciales para las plantas.....	128
<b>Tabla 39.</b> Contenido nutricional de la fórmula estándar de fertirriego para el cultivo de pepino. ....	130
<b>Tabla 40.</b> Extracción de nutrientes del cultivo de pepino por ciclo de producción.	131
<b>Tabla 41.</b> Contenido nutricional de los materiales orgánicos caracterizados ...	133
<b>Tabla 42.</b> Clasificación de las frutas según su metabolismo .....	171
<b>Tabla 43.</b> Inversión necesaria para producir una hectárea de pepino cohombro y europeo bajo invernadero. ....	190
<b>Tabla 44.</b> Costos anuales necesarios para producir una hectárea de pepino cohombro y europeo bajo invernadero.....	191
<b>Tabla 45.</b> Flujo de caja para los cinco años del proyecto productivo del cultivo de pepino cohombro. ....	192
<b>Tabla 46.</b> Flujo de caja para los cinco años del proyecto productivo del cultivo de pepino europeo. ....	193
<b>Tabla 47.</b> Principales características de los diferentes tipos de clientes incluidos en la evaluación económica según los datos recopilados en campo y conversación directa con productores y clientes.....	194

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Producción de pepino cohombro en Colombia (2000-2009). ....	16
<b>Figura 2.</b> Rendimiento de pepino cohombro en Colombia (2000-2009). ....	17
<b>Figura 3.</b> Plántula de pepino cohombro.....	26
<b>Figura 4.</b> Invernadero F tipo venlo ubicado en el Centro de Bio-Sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano (CBios).....	27
<b>Figura 5.</b> Siembra de materiales de pepino en el CBios.....	28
<b>Figura 6.</b> Sistema de podas empleado sobre las plantas de pepino de la investigación de híbridos. ....	29
<b>Figura 7.</b> Estructura de las yemas axilares en pepinos bajo invernadero.....	40
<b>Figura 8.</b> Fruto de pepino que se debe retirar inicialmente.....	40
<b>Figura 9.</b> Colgado de plantas de pepino. ....	41
<b>Figura 10.</b> Poda de formación en pepinos bajo invernadero. ....	41
<b>Figura 11.</b> Poda de mantenimiento en pepinos bajo invernadero.....	42
<b>Figura 12.</b> Tutorado de plantas de pepino bajo invernadero empleando una cuerda o hilo que se enreda sobre el tallo principal.....	43
<b>Figura 13.</b> Colgado semanal de plantas de pepino.....	43
<b>Figura 14.</b> Plantas de pepino donde se puede iniciar el deshoje de su parte basal...	44
<b>Figura 15.</b> Frutos que deben ser retirados de la planta. Nótese lo cerca que están del plástico.....	45
<b>Figura 16.</b> Fruto con síntomas de amarillamiento. ....	51
<b>Figura 17.</b> Frutos curvos. ....	52
<b>Figura 18.</b> Plásticos utilizados para construcción de invernaderos.....	62
<b>Figura 19.</b> Invernadero de madera, de guadua y de metal .....	62
<b>Figura 20.</b> Sistema de fijación de plástico tradicional y a presión .....	63

<b>Figura 21.</b> Plástico con suciedad acumulada.....	63
<b>Figura 22.</b> Pantallas térmicas metálicas y plásticas .....	64
<b>Figura 23.</b> Ductos inflables.....	64
<b>Figura 24.</b> Acolchados plásticos .....	65
<b>Figura 25.</b> Patrones de velocidad del viento (m s <sup>-1</sup> ) y distribución de temperatura (°C) simulados para: invernadero prototipo No. 1, invernadero modificado No. 2 y invernadero modificado No. 3.....	68
<b>Figura 26.</b> Detalle de la red de poros del suelo.....	72
<b>Figura 27.</b> El agua en el suelo .....	73
<b>Figura 28.</b> Suelo en condiciones de saturación, de capacidad de campo (CC) y de marchitez permanente (PMP).....	75
<b>Figura 29.</b> Valores de Kc asumidos en las diferentes etapas fenológicas del cultivo. Romero (2009).....	78
<b>Figura 30.</b> Tensiómetros, bloques de yeso y TDR. Fuente: Fernández (2001). .....	81
<b>Figura 31.</b> Sensores de variación del diámetro del fruto y del tallo, sensor de flujo de savia. Fuente: Fernández (2001).....	82
<b>Figura 32.</b> Estación meteorológica remota. ....	83
<b>Figura 33.</b> Uniformidad de aplicación del riego. ....	85
<b>Figura 34.</b> Eficiencia de aplicación del riego.....	86
<b>Figura 35.</b> Reservorio de agua para riego.....	87
<b>Figura 36.</b> Cabezal principal de riego.....	88
<b>Figura 37.</b> Unidad impulsora de agua.....	88
<b>Figura 38.</b> Filtro hidrociclón, de arena y de discos.....	90
<b>Figura 39.</b> Selección de filtro hidrociclón en función del caudal de sistema y la pérdida de carga de la columna de agua y pérdida de carga de la columna de agua para los filtros funcionando en paralelo. ....	92
<b>Figura 40.</b> Tanques de fertilización, inyector ventury y unidad de inyección de fertilizante impulsado con electrobomba.....	95
<b>Figura 41.</b> Manómetro, válvula de operación manual, válvula de operación automática, cabezal de campo, válvula cheque y flujómetro.....	96
<b>Figura 42.</b> Controlador de riego, arrancador electrobomba.....	96
<b>Figura 43.</b> Tubería principal, terciaria y líneas de riego .....	97
<b>Figura 44.</b> Comportamiento del fósforo en la solución del suelo.....	115
<b>Figura 45.</b> Resultado de análisis de suelos realizado a un cultivo de pepino bajo invernadero en el municipio de Filandia (Quindío). ....	127
<b>Figura 46.</b> Porcentaje de humedad, densidad aparente, CIC, porcentaje de materia orgánica, relación C-N, pH y CE de los diferentes materiales orgánicos caracterizados.....	138
<b>Figura 47.</b> Formato de monitoreo de plagas y enfermedades en campo.....	138
<b>Figura 48.</b> Adulto de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> . ....	139
<b>Figura 49.</b> Ataque de adultos <i>T. vaporariorum</i> en planta de pepino y huevos <i>T. vaporariorum</i> sobre hoja de pepino .....	140
<b>Figura 50.</b> Adulto de <i>Encarsia formosa</i> , adulto de <i>Chrysoperla carnea</i> y ninfa de mosca blanca atacada por <i>Beauveria bassiana</i> .....	141
<b>Figura 51.</b> Adultos de <i>Macrosiphum euphorbiae</i> y adulto de <i>Myzus persicae</i> .....	142
<b>Figura 52.</b> Adulto de <i>Aphelinus</i> sp. parasitando una ninfa de <i>Macrosiphum euphorbiae</i> ; adulto de <i>Harmonia</i> sp. (mariquita); larva de <i>Harmonia</i> sp. (mariquita); larva de <i>Chrysoperla carnea</i> consumiendo un áfido <i>M. euphorbiae</i> .....	144

<b>Figura 53.</b> Adulto de <i>Frankliniella occidentalis</i> .....	144
<b>Figura 54.</b> Daño causado por trips ( <i>F. occidentalis</i> ) sobre una planta de pepino.	145
<b>Figura 55.</b> Larva de trips ( <i>F. occidentalis</i> ) afectada por el entomopatógeno <i>B. bassiana</i> .....	146
<b>Figura 56.</b> Adultos, ninfas y huevos de <i>Tetranychus urticae</i> .....	146
<b>Figura 57.</b> Daño inicial causado por ácaros del género <i>Tetranychus</i> sobre hojas de pepino.....	147
<b>Figura 58.</b> Planta afectada por <i>Phytophthora infestans</i> .....	149
<b>Figura 59.</b> Mildeo polvoso <i>Sphaerotheca fuliginea</i> .....	152
<b>Figura 60.</b> Síntoma de mildeo vellosa ( <i>P. cubensis</i> ) en el haz de la hoja de pepino y envés de la hoja .....	153
<b>Figura 61.</b> Sintomatología avanzada de mildeo vellosa ( <i>P. cubensis</i> ) en hoja de pepino .....	154
<b>Figura 62.</b> Síntoma característico de la aparición de <i>Fusarium oxysporum</i> en pepino .....	155
<b>Figura 63.</b> Pepinos recolectados en canastillas plásticas .....	168
<b>Figura 64.</b> Pepinos listos para recolección.....	170
<b>Figura 65.</b> Precios de venta de pepino cohombro al consumidor, mes a mes en el período comprendido entre 2005 y 2011 en las principales ciudades de Colombia.....	187
<b>Figura 66.</b> Efecto de la variación porcentual del precio pagado al productor de dos proyectos productivos diseñados a cinco años y establecidos bajo invernadero sobre la tasa interna de retorno (TIR) y sobre el valor actual neto (VAN). El precio de referencia (Variación = 0%) corresponde al precio promedio pagado al productor durante los últimos cinco años en la Corporación de Abastos de Bogotá (Corabastos) de acuerdo con los boletines del Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario (SIPSA) .....	195
<b>Figura 67.</b> Efecto de la variación porcentual de la productividad de los dos proyectos productivos diseñados a cinco años y establecidos bajo invernadero sobre la tasa interna de retorno (TIR) y sobre el valor actual neto (VAN). La productividad de referencia (Variación = 0%) corresponde a la productividad promedio obtenida a través de pruebas de campo. ....	196
<b>Figura 68.</b> Efecto del precio pagado en diferentes puntos de venta de Bogotá de cinco cultivos establecidos bajo invernadero sobre la tasa interna de retorno (TIR) (a) y sobre el valor actual neto (VAN) de los dos proyectos diseñados a cinco años. Donde: AB = abastos, CEA = consumidor final estrato alto, CEB = consumidor final estrato bajo, EX = exportador, GS = gran superficie, TI = tienda o supermercado de barrio .....	196



# **INTRODUCCIÓN**

En Colombia la producción de hortalizas bajo invernadero se ha enfocado casi en su totalidad a la producción de tomate y en particular a los cultivares tipo larga vida. Aun cuando en las principales zonas agrícolas bajo invernadero alrededor del mundo se ha desarrollado un amplio portafolio de productos hortícolas, este grado de diversificación no se ha dado en nuestro país. Productos como el pepino, el pimentón, la berenjena, la fresa, varios tipos de lechugas y diversas especies de hierbas aromáticas, cuentan hoy en día con paquetes de manejo agronómico adaptados a las condiciones que exige la producción bajo invernadero. Sin embargo, localmente los agricultores ven al tomate como el único producto generador de la rentabilidad suficiente para cubrir las inversiones y los costos asociados al cultivo bajo invernadero.

El presente manual de producción de pepino bajo invernadero recoge las experiencias y resultados del proyecto de investigación “Desarrollo e implementación de un modelo de producción para los cultivos de pepino y pimentón bajo invernadero”. El objetivo general de este proyecto fue el de establecer un modelo de producción de pepino y pimentón bajo condiciones de invernadero, a partir de la optimización de las condiciones climáticas y el manejo agronómico de los cultivos. El propósito último del proyecto, y presentado a lo largo de este manual, es el de demostrarle a productores, asistentes técnicos y demás personas interesadas, la viabilidad en el establecimiento de sistemas alternativos de producción bajo invernadero con especies como el pepino y el pimentón.

A partir de las ventajas ofrecidas por los ambientes protegidos al limitar el efecto adverso que sobre la producción tienen diferentes factores biofísicos, es posible cultivar productos diferentes al tomate que generen al menos la misma rentabilidad ofrecida por este producto. Hortalizas como el pepino sin semilla (tipo europeo o partenocárpico) pueden convertirse en alternativas interesantes de rotación desde el punto de vista económico y de esta forma, disminuir el riesgo asociado a la variación de precios que tradicionalmente ha tenido no solamente el tomate sino también, muchos de los productos hortícolas producidos y comercializados en el país.

La especialización de los mercados y los niveles de exigencia cada vez mayores por parte de los consumidores están creando nichos de mercado que permiten cultivar variedades de hortalizas tipo gourmet o poco conocidas en nuestro medio. Este tipo de oportunidades debe ser aprovechado por los agricultores, y se espera que manuales como el presente sean una guía práctica, aunque no la única, para el establecimiento de este tipo de sistemas productivos.



# **GENERALIDADES DEL CULTIVO**

## INTRODUCCIÓN

Algunos autores sitúan al pepino como originario del norte de la India, sin embargo su origen más probable se encuentra en el área del África tropical. Actualmente se encuentra distribuido en gran parte del mundo. Vavilov (1951) reporta que es utilizado como alimento desde hace más de 3.000 años. Fue conocido desde épocas muy antiguas por los egipcios, siendo introducido a China en el año 100 a.C. Posteriormente fue cultivado por griegos y romanos y llevado a Francia en el siglo IX. En Inglaterra era común en el siglo XIII siendo introducido después a Estados Unidos (Whitaker y Davis, 1962).

El pepino se emplea para consumo en fresco como parte de ensaladas y determinadas variedades se utilizan como encurtidos. De sus semillas puede extraerse hasta el 42% de un aceite comestible. En algunas regiones de Asia, como Indonesia, se utiliza en forma similar a las espinacas.

La producción de pepino cohombro en Colombia está concentrada principalmente en los departamentos de Valle del Cauca y Santander, con 256 y 157 ha respectivamente; lo cual corresponde al 77% del área cultivada a nivel nacional. Para el período comprendido entre los años 2000 y 2009, la mayor producción se obtuvo en 2008, alcanzando 15.163 t en 667 hectáreas cultivadas (Figura 1) para un rendimiento promedio de 22,8 t/ha (Figura 2).

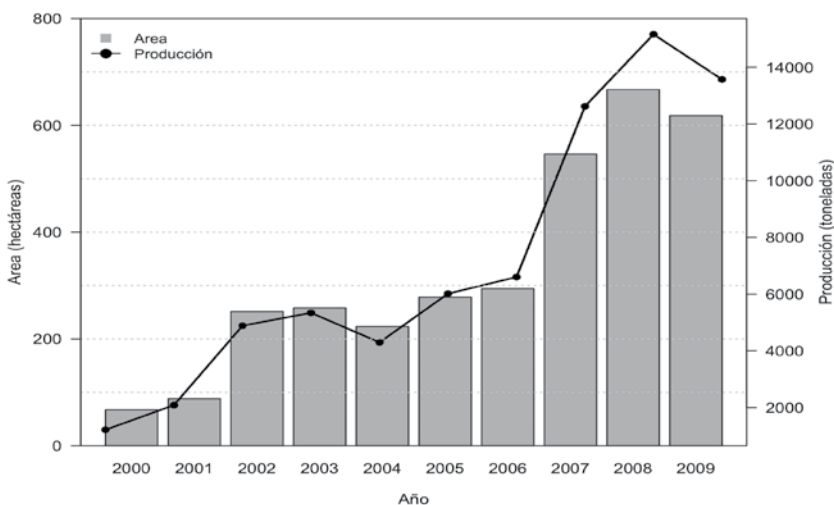


Figura 1.  
Producción de pepino cohombro en Colombia (2000-2009).

Fuente: Agronet, 2011.



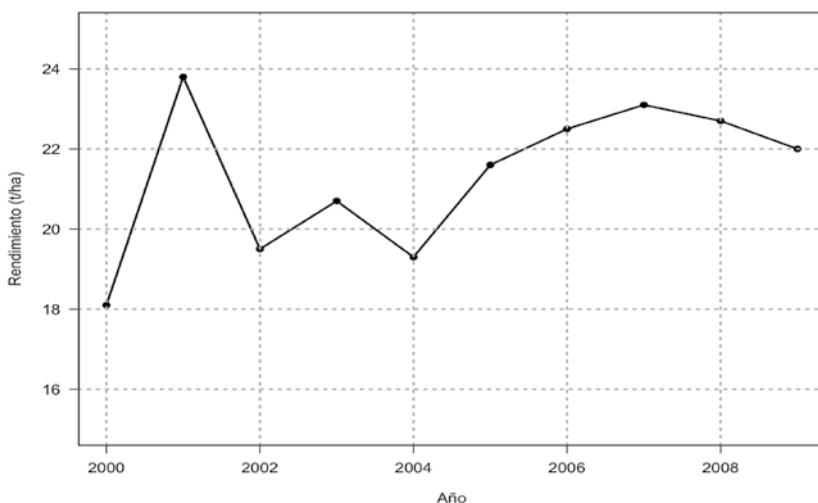


Figura 2.  
Rendimiento de pepino cohombro en Colombia (2000-2009).

Fuente: Agronet, 2011.

## DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El pepino pertenece a la familia *Cucurbitaceae* y su nombre científico es *Cucumis sativus* L. Es una planta herbácea, anual y rastrera cubierta de pelos erizados, de raíces fasciculadas y desarrollo bastante superficial, encontrándose la mayor concentración de raíces entre los 25 y 30 cm (Weaver y Bruner, 1927). La planta se caracteriza por presentar tallos trepadores o rastreros muy ramificados en la base, con cuatro ángulos marcados y zarcillos sencillos (no ramificados) (Maroto, 1995). Las hojas tienen forma palmada, son largamente pecioladas, fuertemente cordadas en la base, con el ápice acuminado, en cuyo limbo se aprecian de 3 a 5 lóbulos angulados, triangulares y de borde dentado, y presentan también vellosidades blancas (Maroto, 1995).

Las flores son unisexuales, de localización axilar y color amarillento. Las flores femeninas son solitarias, produciéndose en las axilas de las hojas mientras que las masculinas nacen en grupo. Inicialmente se forman las flores masculinas y posteriormente las femeninas (Valdez, 1994). La polinización se hace generalmente a través de insectos, aunque es una planta que posee una cierta tendencia a la partenocarpia (no producción de semillas).

Los frutos son de tamaño y forma variables (oblongos, cilíndricos o globulosos), pudiendo alcanzar una longitud de 5 a 40 cm. El color de su corteza puede ser verde, amarillo o blanco, mientras que la carnosidad siempre

es blanca y acuosa. Con relativa frecuencia, y sobretodo en estadios jóvenes, los frutos muestran a lo largo de su superficie espinas o verrugas. Esta característica la presentan algunas variedades mientras que otras no. Las semillas son alargadas, ovales, aplanadas, de color amarillento y miden de 8 a 10 mm. Aunque el peso de las semillas es muy variable, como cifra media puede indicarse 30-40 semillas/g. La duración media de la capacidad germinativa de las semillas es de unos cinco años (Valdez, 1994).

## FISIOLOGÍA DEL CULTIVO

Al igual que todas las cucurbitáceas, el pepino es una planta normalmente monoica, es decir, que posee flores masculinas y femeninas. Sin embargo, hoy en día, y principalmente gracias a los trabajos de mejoramiento genético, existen cultivares prácticamente ginoicos (hembras), es decir, que la mayoría o casi la totalidad de sus flores son de sexo femenino (Arjona, 1992).

En cada nudo y en la axila de cada hoja del tallo principal aparecen uno o varios botones florales. En condiciones normales, los botones de los nudos inferiores originan flores masculinas y a continuación aparecen las flores femeninas, que con el tiempo predominan sobre las masculinas. En resumen, la planta empieza siendo masculina, pasa a continuación por un estadio intermedio y acaba siendo femenina (Díaz, 1970).

Todas las yemas florales son potencialmente bisexuales y con el tiempo se definirá el sexo de cada una en función del genotipo, la posición del botón a lo largo del eje principal y las influencias hormonales y ambientales (Díaz, 1970). La expresión del sexo en el pepino, aunque está determinada genéticamente, depende del equilibrio hormonal entre las auxinas y las giberelinas. Las giberelinas como GA1, GA3, GA4 y GA6 favorecen el crecimiento y son masculinizantes, mientras que las auxinas como el AIA y el ANA son feminizantes y desfavorables al crecimiento (Arjona, 1992).

La fructificación en el pepino como consecuencia de la fecundación de las flores femeninas con polen de las flores masculinas origina frutos que presentan una cierta deformación basal en forma de bola, que los hace difícilmente comercializables. Sin embargo, hay que indicar que la polinización por vía sexual era el procedimiento habitual de fructificación en determinadas variedades antiguas de frutos cortos y espinosos. Con todo, el pepino de forma natural tiende a formar frutos partenocárpicos. Por estas razones han evolucionado aquellos métodos que favorecen ese tipo de crecimiento (Arjona, 1992).

La partenocarpia en los pepinos puede ser de naturaleza genética (situación normal en los cultivares modernos), aunque también puede ser regulada por la aplicación de fitohormonas, principalmente las de naturaleza auxínica (Valdez, 1994).





# **MANEJO DEL CULTIVO**

Héctor Casilimas  
Oscar Monsalve

# PROPAGACIÓN

## INTRODUCCIÓN

El método más común de propagación de pepino es por medio de plántulas (Figura 3), este es el primer eslabón del ciclo productivo, que incluye la selección y propagación del material vegetal. Una buena plántula para trasplante debe ser vigorosa, libre de patógenos y con buen desarrollo radicular. Una vez trasplantada, debe tolerar los cambios ambientales y de manejo para lograr un óptimo desarrollo (Vavrina, 2002).

En la actualidad, la producción de plántulas es realizada por empresas que poseen infraestructura y tecnología especializada que permite el crecimiento más homogéneo de las plantas, sin embargo, muchos agricultores aún emplean semilleros tradicionales para producir sus plántulas.

## SEMILLEROS TRADICIONALES

Durante muchos años en el país, los horticultores hicieron almácigos directamente en el suelo en lugares cercanos a las viviendas, pues esto les facilitaba su manejo y control. Generalmente acondicionaban el sustrato (suelo) con *compost*, cascarilla de arroz y/o fertilizantes químicos sólidos y sembraban una gran cantidad de semillas por unidad de área. Cuando estas germinaban, realizaban un raleo para dejar solo las plantas más vigorosas y que no estuvieran afectadas por insectos plaga o enfermedades. Adicionalmente, practicaban deshierbas para evitar la competencia de las arvenses por luz. De acuerdo a la ubicación y protección del semillero, se presentaban plántulas más desarrolladas y vigorosas que otras (plantas heterogéneas) y ocurrían mayores o menores pérdidas ocasionadas por factores abióticos como encharcamientos del suelo (por exceso de lluvia y carencia de drenajes) y por factores bióticos como enfermedades, insectos y pájaros. Cuando las semillas de una misma especie eran sembradas repetidamente en el mismo sitio usualmente se incrementaban los problemas de plagas y enfermedades. Así mismo, en el momento de extraer la plántula para llevarla al campo, esta perdía una gran cantidad de raíces dependiendo del grado de compactación del sustrato, lo que ocasionaba estrés y generaba un mayor gasto de energía a la planta. A pesar de todos los inconvenientes de este tipo de semilleros, estos eran relativamente apropiados pues el costo de las semillas era bajo. Sin embargo, con la entrada al mercado de semillas mejoradas

(variedades e híbridos), que poseían características que las hacían más atractivas para el consumidor y ofrecían una mayor productividad por área, el costo se incrementó considerablemente y surgió la necesidad de implementar nuevos sistemas de producción de plántulas.

## **SEMILLEROS MODERNOS**

### **Bandejas para germinación**

Hace casi dos décadas como alternativa para mejorar la germinación, crecimiento y desarrollo de plántulas, se validó una tecnología proveniente de países europeos y de Norte América en la cual se utilizan bandejas o contenedores con cavidades de igual capacidad y en donde son depositadas una a una y por separado las semillas de las especies hortícolas. De esta forma se logra que todas las plántulas dispongan de espacios individuales que les permitan tener las mismas oportunidades de obtener nutrientes del sustrato y disponer de espacio (evitando competencia por luz), consiguiendo de esta manera un crecimiento más homogéneo. La siembra de ciertas hortalizas en bandejas germinadoras es recomendable debido a las ventajas que trae con respecto a la siembra directa y a los almácigos tradicionales, entre las que se pueden citar:

- Facilidad de manejo, ya que al tener una población de plantas confinadas en un mismo lugar, se facilitan las labores de mantenimiento tales como fumigación, fertilización, riego y seguimiento de blancos biológicos (insectos plaga y enfermedades).
- Se obtienen plantas más vigorosas y uniformes, debido a que estas se encuentran en condiciones controladas de temperatura, humedad y sustrato, lo cual favorece el desarrollo de raíces y hojas. Esto, a su vez, garantiza que las plantas toleren el ataque de enfermedades e insectos plaga.
- Mayor eficiencia en el uso de la tierra, pues se puede mantener ocupado el terreno donde se va a trasplantar por un mes, tiempo que duran las plantas en semillero.
- Disminuye costos de producción, ya que se disminuyen los jornales para actividades de fumigación, fertilización, riego, raleo y desyerba. Igualmente, al disminuir el uso de productos químicos utilizados para el control de enfermedades, insectos y arvenses, disminuye el costo de producción.
- Se emplea menor cantidad de semilla debido a que no es necesario hacer raleo y se mejora el porcentaje de germinación. De acuerdo al

material utilizado, el porcentaje de germinación varía de un 93 a un 97% en híbridos y de un 85 a un 95% en variedades (Argüello, 2002).

- Por la forma de los alvéolos y dependiendo del sustrato, las plantas al ser retiradas de la bandeja no sufren la pérdida de raíces ni daños mecánicos.
- Existen diversos tipos de bandejas que se adaptan a las plántulas de las diferentes hortalizas. De hecho, se utilizan contenedores que tienen desde 32 hasta 288 alvéolos. Para especies de porte alto como pepino y tomate se usan bandejas con menor número de celdas (32 a 128), con alvéolos más grandes, de mayor capacidad (25 - 40 ml/alveolo) porque estas plántulas poseen raíces que exploran una mayor cantidad de sustrato. Por el contrario, se utilizan bandejas de 200 a 288 cavidades que poseen una menor capacidad por alveolo (1,5 - 6,5 cc), para plántulas de poca altura tales como lechuga, apio, repollo y brócoli.

El sustrato adecuado para el llenado de las bandejas depende del tamaño del alvéolo y de la especie que se va a sembrar. Así, bandejas con cavidades muy pequeñas requieren sustratos muy livianos y porosos (como la turba) y por este motivo necesitan de fertirriego. En cambio, las bandejas con alvéolos grandes admiten sustratos más pesados como el *compost* y la tierra.

### **Producción comercial de plántulas**

En la Sabana de Bogotá la producción comercial de plántulas se realiza bajo cubierta y se utilizan bandejas de inserción de 200 a 288 alvéolos para la siembra de coles, lechugas y apio y de 128 alvéolos para tomate, pimiento y pepinos. Como sustrato se utiliza la turba importada. Las plantas duran un período de 27 a 30 días, para el caso de las primeras (excepto el apio que dura 60), y de 30 a 35 días para las siguientes. Están listas para ser trasplantadas cuando presentan dos hojas cotiledonales y 3 hojas verdaderas. La nutrición de las plantas se realiza mediante fertirriego, el cual se hace por medio de una poma que asperja suavemente el agua, de tal forma que el sustrato se humedece sin desenterrar la semilla. Es recomendable fertilizar en cada riego, para lo cual se utiliza un fertilizante hidropónico que contenga elementos mayores y menores, en concentraciones de 1,0 a 2,0 ml/litro de agua. Cuando faltan dos días para llevar la planta a campo se acostumbra a someterlas a estrés hídrico por unas cuantas horas para lograr el "endurecimiento", es decir, que las hojas tomen una consistencia más fuerte, que no sean tan frágiles para



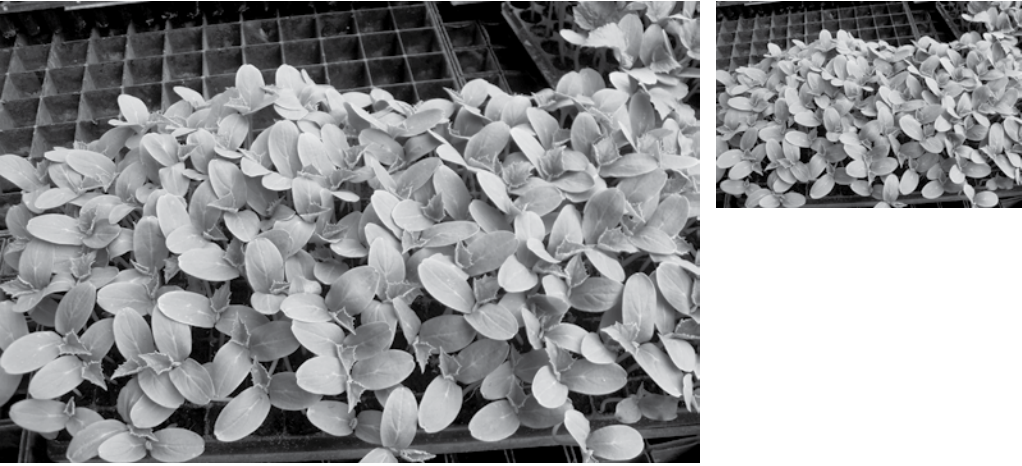
que resistan el trasplante y los primeros riegos en campo, que generalmente se hacen mediante riego por aspersión. Así mismo, se logra que las raíces inicien una exploración más acelerada en busca de agua y de esta forma se consigue que se desarrollen más rápidamente en campo. Se construyen bancos altos con el fin de impedir que las bandejas queden en contacto directo con el suelo, evitando así que las raíces salgan de los alvéolos y continúen su crecimiento en este. Con esto también se previene que patógenos e insectos que estén en el suelo entren en contacto con las bandejas. Estos bancos son hechos con guadua, madera o ángulos metálicos. En las calles se distribuye gravilla con el fin de no permitir el levantamiento de polvo que pueda diseminar esporas de hongos patógenos y también para evitar encharcamientos.

### Sustratos para siembra

Las hortalizas, independientemente del semillero en que se siembren (campo abierto, invernadero o bandejas) deben producirse en sustratos que permitan una excelente emergencia, buen desarrollo aéreo y radical de las plantas y que facilite su extracción con el sustrato completo para no causar daño aéreo ni radical y de esta forma obtener plántulas para trasplante sanas y vigorosas. Es por esto que los sustratos deben tener ciertas características físicas (porosidad, permeabilidad, aireación, retención de humedad), químicas (aporte de nutrientes, capacidad de intercambio catiónico, pH) y biológicas (libre de microorganismos patógenos y, preferiblemente, inoculados con microorganismos benéficos). En un sustrato de cultivo son más importantes las propiedades físicas, ya que son más difíciles de modificar por el cultivador. Por el contrario, las propiedades químicas son más fáciles de modificar mediante técnicas de cultivo apropiadas, por ejemplo, aunque su conductividad sea elevada, esta se puede disminuir por lavado o si el pH no es el adecuado (5,5 – 6,8) se puede corregir mediante la adición de enmiendas como cal, y/o azufre. Los sustratos se pueden clasificar en sintéticos, orgánicos y minerales. Para obtener un sustrato con las características adecuadas usualmente se hacen mezclas de componentes minerales y orgánicos.

## PROPAGACIÓN DE PEPINO COHOMBRO

Una plántula de pepino cohombro bien formada y lista para trasplantar debe tener mínimo 3 hojas verdaderas, con un tamaño promedio de entre 8 a 10 cm y con el 80% del *plug* de tierra cubierto por raíces (Figura 3). El período de plantulación dura entre 20 y 25 días.



**Figura 3.**  
Plántula de pepino cohombro.

## MATERIAL VEGETAL

Existe un conjunto muy amplio de variedades que difieren entre sí en diversos caracteres morfológicos, como forma y tamaño de los frutos, espesor y color de la corteza, presencia más o menos marcada de espinas sobre esta, cambio de coloración en la maduración, por ejemplo de verde claro a verde oscuro, a marrón, a amarillo, etc. Desde el punto de vista agronómico, dentro de la especie cultivada existen dos grandes grupos:

- Pepinos propiamente dichos, para consumo preferiblemente en fresco, de frutos grandes y color variable en su corteza (verde, blanco, amarillo, etc.).
- Pepinillos, para consumo principalmente en encurtidos, con frutos de pequeño tamaño y corteza de color verde.

El mejoramiento genético del pepino se ha desarrollado ampliamente y en muchas direcciones, desde las puramente morfológicas, como obtención de variedades con frutos sin espinas, hasta en aspectos claramente fisiológicos, como variedades ginoicas (solo poseen flores femeninas) y de desarrollo genético partenocárpico (sin semilla).

Aunque mundialmente se implementan un gran conjunto de híbridos de pepino cohombro, en Colombia las variedades más implementadas son: Runner (Sakata) y Caramba F1 (Rijk Zwann). A continuación se presentan los resultados de una evaluación de materiales de pepino realizada en la Sabana de Bogotá.

## EVALUACIÓN DE MATERIALES DE PEPINO

En el Centro de Bio-Sistemas (CBios) de la Universidad Jorge Tadeo Lozano se llevó a cabo una investigación con el fin de evaluar el comportamiento y adaptación de diferentes híbridos de pepino cohombro y europeo.

### METODOLOGÍA

La investigación se dispuso en un invernadero de vidrio tipo “venlo” que cuenta con cuatro secciones: F1A, F1B, F2A y F2B, cada una con 250 m<sup>2</sup> para un total de 1.000 m<sup>2</sup> (Figura 4).



**Figura 4.**

Invernadero F tipo “venlo” ubicado en el Centro de Bio-Sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano (CBios).

En este invernadero se llevaron a cabo dos ciclos completos de cultivo bajo los mismos parámetros de manejo, tales como: poda, tutorado, manejo sanitario y control de la fertilidad. A partir del resultado del análisis de suelos se realizaron las correcciones nutricionales necesarias de acuerdo con los requerimientos del cultivo.

Teniendo en cuenta la disponibilidad comercial de materiales de pepino, se seleccionaron 8 para ser evaluados en el primer ciclo de cultivo. Para el segundo ciclo se introdujeron 3 nuevos materiales para un total de 11 híbridos evaluados (Tabla 1).

**Tabla 1.** Híbridos de pepino seleccionados para su evaluación bajo condiciones semicomerciales.

CICLO	HÍBRIDO	TRATAMIENTO	TIPO	EMPRESA
1	Azabache	T1	Europeo	Enza Zaden
	Adrian	T2	Cohombro	Rijk Zwaan
	Camán	T3	Cohombro	Rijk Zwaan
	Sultan	T4	Europeo	Nirit Seeds
	Tornado	T5	Cohombro	Nirit Seeds
	3053	T6	Europeo	Western Seed
	3057	T7	Europeo	Western Seed
	Idafé	T8	Europeo	Western Seed
2	PC2	T1	Europeo	-----
	DRB544	T2	Europeo	-----
	Azabache	T3	Europeo	Enza Zaden
	3053	T4	Europeo	Western Seed
	Tornado	T5	Cohombro	Nirit Seeds
	Lab 1004	T6	Europeo	-----
	Camán	T7	Cohombro	Rijk Zwaan
	Adrian	T8	Cohombro	Rijk Zwaan

La siembra y trasplante de los materiales se realizó así:

- **Pepino ciclo 1:** siembra 18 de febrero de 2009; trasplante 13 de marzo de 2009; fin de ciclo el 18 de agosto del 2009. Se llevó a cabo en la sección F1A.
- **Pepino ciclo 2:** siembra 29 de octubre de 2009; trasplante 20 de noviembre de 2009; fin de ciclo el 27 de abril de 2010. Se llevó a cabo en la sección F1B.

Las plántulas se trasplantaron sobre camas de 80 cm de ancho cubiertas con un acolchado plástico, se dejó una sola hilera de plantas por cama y la distancia entre plantas fue de 60 cm, la densidad de siembra fue de 1,4 plantas/m<sup>2</sup> (Figura 5).



Figura 5.  
Siembra de materiales de pepino en el CBios.

Se estableció un diseño completamente al azar (DCA) con ocho (8) tratamientos (Tabla 1) y cuatro (4) réplicas por tratamiento para un total de treinta y dos (32) unidades experimentales (UE). Cada UE constaba de 7 plantas y todo el ensayo se sembró sobre cuatro camas de 30 m de largo.

Las variables evaluadas fueron:

- **Días a floración y a cosecha:** se determinan los días desde trasplante a floración y desde trasplante a cosecha para los doce primeros nudos de cada material.
- **Diámetro, longitud y peso de frutos:** se determinan el diámetro, la longitud y el peso de los frutos cosechados sobre los doce primeros nudos de cada material.
- **Número total de frutos por planta:** se realiza la sumatoria de frutos recolectados por planta sobre los doce primeros nudos de cada material.
- **Producción total (por planta y m<sup>2</sup>):** se contabiliza la producción total por planta y por m<sup>2</sup> durante todo el ciclo de cultivo para cada material.

Se seleccionaron 4 plantas sobre las que se registraban semanalmente las variables antes descritas.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron podas de formación buscando dejar un tallo principal por planta. Se podaron los frutos y yemas que salían de los nudos del tallo principal por debajo de los primeros 50 cm de altura, con el fin de evitar que la planta agotara sus recursos en crecimiento vegetativo y reproductivo desde el inicio. Después de los 50 cm de altura se dejó un solo fruto por axila de la hoja principal, y las yemas que brotaban de cada nudo. Para cada yema se dejó que se formara un fruto y luego se quitó su punto de crecimiento (despuntar). En la Figura 6 se observa el sistema de poda empleado.

Los datos se analizaron con un análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey mediante el paquete estadístico R.

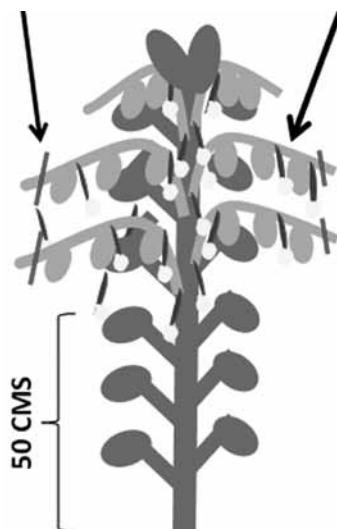


Figura 6.  
Sistema de poda empleado sobre las plantas de pepino de la investigación de híbridos.

## RESULTADOS

### Días a floración y a cosecha

#### Ciclo 1

El material Tornado presentó el menor número de días a floración y a cosecha desde el trasplante con 47,4 y 77,0 días respectivamente, mientras que el material 3957 presentó el mayor número de días a floración y a cosecha desde el trasplante, con 49,4 y 85,4 días respectivamente (Tabla 2 y Tabla 3).

**Tabla 2.** Comparación de días a floración después del trasplante para los materiales de pepino evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	PROMEDIO	COMPARACIÓN	DESV. EST.
Tornado	47,4	a	5,1
Sultan	47,5	ab	4,6
Idafe	47,7	b	4,7
3953	48,2	c	4,9
Camán	48,8	d	5,4
Azabache	49,0	de	5,3
Adrian	49,3	ef	6,1
3957	49,4	ef	5,6

Medias con la misma letra no tienen diferencias significantes ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 3.** Comparación de días a cosecha después de trasplante para los materiales de pepino evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	PROMEDIO	COMPARACIÓN	DESV. EST.
Tornado	77,0	a	8,2
Adrian	80,3	b	10,2
Sultan	79,5	bc	9,6
Camán	81,1	c	9,0
3953	83,6	d	10,7
Azabache	84,5	e	10,9
Idafe	84,9	e	11,1
3957	85,4	f	11,5

Medias con la misma letra no tienen diferencias significantes ( $p < 0,05$ ).



## Ciclo 2

El material Lab1004 presentó el menor número de días a floración desde el trasplante, con 56,1 días, mientras que el material Adrian presenta el mayor número de días a floración, con 63,7 días (Tabla 4). El material DRB544 presentó el menor número de días a cosecha desde el trasplante, con 88,7 días, mientras que el material 3053 presentó el mayor número de días a cosecha desde el trasplante con 98,6 días (Tabla 5).

**Tabla 4.** Comparación de días a floración después del trasplante para los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	PROMEDIO	COMPARACIÓN	DESV. EST.
Lab1004	56,1	a	17,9
DRB544	56,5	ab	16,7
Camán	57,2	b	20,1
Tornado	58,0	c	19,0
Azabache	59,3	d	24,0
PC2	59,3	d	23,2
3053	59,9	de	23,1
Adrian	63,7	e	23,8

Medias con la misma letra no tienen diferencias significantes ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 5.** Comparación de días a cosecha después de trasplante para los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	PROMEDIO	COMPARACIÓN	DESV. EST.
DRB544	88,7	a	20,5
Lab1004	91,1	b	22,5
Camán	92,1	bc	24,6
Tornado	94,4	c	26,1
PC2	95,6	d	30,3
Azabache	97,9	e	29,4
Adrian	99,5	f	29,5
3053	98,6	g	28,2

Medias con la misma letra no tienen diferencias significantes ( $p < 0,05$ ).

## Diámetro, longitud y peso de frutos

### Ciclo 1

El material Adrian presentó el mayor diámetro con 4,9 cm, mientras que Azabache presentó el diámetro más bajo con 4,0 cm (Tabla 6). El

material Azabache presentó la mayor longitud de frutos con 28,8 cm, mientras que el material Caman presentó la menor longitud con 18,9 cm (Tabla 7). El material 3953 presentó el mayor peso de frutos con 308,5 g, mientras que el material Tornado presentó el promedio más bajo con 230,1 g (Tabla 8). Cabe aclarar que los frutos cosechados del material Adrian son de tipo cohombro los cuales presentan un diámetro mayor a los pepinos tipo europeo, como el material Azabache, que presenta una mayor longitud y un menor diámetro.

**Tabla 6.** Diámetro de frutos de los materiales de pepino evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	DIÁMETRO (cm)		
	PROMEDIO	DESV. EST.	COMPARACIÓN
Adrian	4,9	0,6	a
Tornado	4,6	0,4	b
Caman	4,5	0,4	b
Idafe **	4,1	0,5	c
3957 **	4,1	0,4	c
Sultan **	4,1	0,4	c
3953 **	4,0	0,5	d
Azabache **	4,0	0,5	d

\*\*Pepinos tipo europeo, los demás son tipo cohombro. Medias con la misma letra no tienen diferencias significantes ( $p < 0,05$ )

**Tabla 7.** Longitud de frutos de los materiales de pepino evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	LONGITUD (cm)		
	PROMEDIO	DESV. EST.	COMPARACIÓN
Azabache**	28,8	2,2	a
3953**	28,6	2,6	a
Idafe**	26,9	2,8	b
3957**	25,1	2,6	c
Sultan**	22,7	1,5	d
Adrian	19,2	2,5	e
Caman	18,9	1,5	f
Tornado	16,7	2,0	g

\*\*Pepinos tipo europeo, los demás son tipo cohombro. Medias con la misma letra no tienen diferencias significantes ( $p < 0,05$ ).



**Tabla 8.** Peso de frutos de los materiales de pepino evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	PESO (g)		
	PROMEDIO	DESV. EST.	COMPARACIÓN
3953**	308,5	86,8	a
Azabache**	299,2	83,0	b
Idafe**	291,1	84,5	c
Adrian	289,7	100,6	c
3957**	267,1	79,5	d
Sultan**	252,1	52,5	e
Camán	243,9	60,8	f
Tornado	230,1	57,6	g

\*\*Pepinos tipo europeo, los demás son tipo cohombro. Medias con la misma letra no tienen diferencias significantes ( $p < 0,05$ ).

## Ciclo 2

El material Adrian presentó el mayor diámetro con 5,3 cm, mientras que Azabache presentó el diámetro más bajo con 4,3 cm (Tabla 9). El material Azabache presentó la mayor longitud de frutos con 30,3 cm, mientras que el material Adrian presentó la menor longitud con 19,7 cm (Tabla 10). El material Azabache presentó el mayor peso de frutos con 396,5 g, mientras que el material Tornado presentó el promedio más bajo con 262,1 g (Tabla 11). Cabe aclarar que los frutos cosechados del material Adrian son de tipo cohombro los cuales presentan un diámetro mayor a los pepinos tipo europeo, como el material Azabache, que presenta una mayor longitud y un menor diámetro.

**Tabla 9.** Diámetro de frutos de los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	DIÁMETRO (cm)		
	PROMEDIO	DESV. EST.	COMPARACIÓN
Adrian	5,3	0,6	a
PC2**	4,7	0,5	b
Camán	4,7	0,5	b
Tornado	4,5	0,5	c
DRB544**	4,5	0,4	c
Lab1004**	4,4	0,5	d
3053**	4,3	0,7	e
Azabache**	4,3	0,6	e

\*\*Pepinos tipo europeo, los demás son tipo cohombro. Medias con la misma letra no tienen diferencias significantes ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 10.** Longitud de frutos de los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	LONGITUD (cm)		
	PROMEDIO	DESV. EST.	COMPARACIÓN
Azabache**	30,3	4,3	a
3053**	29,9	4,6	ab
DRB544**	21,0	2,4	c
Tornado	20,6	14,4	cd
Lab1004**	20,3	2,4	d
Camán	20,3	2,7	d
PC2**	20,0	2,4	e
Adrian	19,7	2,2	f

\*\*Pepinos tipo europeo, los demás son tipo cohombro. Medias con la misma letra no tiene diferencias significantes ( $p < 0,05$ )

**Tabla 11.** Peso de frutos de los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	PESO (g)		
	PROMEDIO	DESV. EST.	COMPARACIÓN
Azabache**	396,5	142,5	a
3053**	372,4	105,3	b
Adrian	359,7	103,6	c
Camán	300,0	77,0	d
DRB544**	286,5	55,9	e
PC2**	281,3	86,4	f
Lab1004**	269,4	60,0	g
Tornado	262,1	63,6	h

\*\*Pepinos tipo europeo, los demás son tipo cohombro. Medias con la misma letra no tiene diferencias significantes ( $p < 0,05$ ).

### Número total de frutos por planta

#### Ciclo 1

Se encontró que el material Camán presentó la mayor cantidad de frutos/planta con 23,6; seguido de Ildafe con 17,6; 3957 con 16,4 y Azabache con 16,0 frutos/planta; mientras que el material 3953 presentó la menor cantidad de frutos/planta, con 6,5 (Tabla 12). Cabe aclarar que algunos frutos cosechados son de tipo cohombro y otros de tipo europeo.

**Tabla 12.** Número total de frutos de los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	PROMEDIO	COMPARACIÓN	DESV. EST.
Camán	23,6	a	11,2
Idafe**	17,6	b	3,9
3957**	16,4	c	7,0
Azabache**	16,0	cd	2,0
Adrian	15,2	d	4,1
Tornado	13,2	e	6,3
Sultán**	12,3	f	2,4
3953**	6,5	g	1,8

\*\*Pepinos tipo europeo, los demás son tipo cohombro. Medias con la misma letra no tienen diferencias significantes ( $p < 0,05$ ).

## Ciclo 2

Se encontró que el material Tornado presentó la mayor cantidad de frutos/planta con 24, seguido de DRB544 con 22, Lab1004 con 20,2 y Camán con 20,1 frutos/planta, mientras que el material PC2 presentó la menor cantidad de frutos/planta, con 10,4 (Tabla 13). Cabe aclarar que algunos frutos cosechados son de tipo cohombro y otros de tipo europeo.

**Tabla 13.** Número total de frutos de los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	PROMEDIO	COMPARACIÓN	DESV. EST.
Tornado	24,0	a	2,0
DRB544**	22,0	b	2,3
Lab1004**	20,2	c	2,6
Camán	20,1	c	4,7
3053**	17,8	d	0,4
Azabache**	15,0	e	3,6
Adrian	14,8	f	3,5
PC2**	10,4	g	2,6

\*\*Pepinos tipo europeo, los demás son tipo cohombro. Medias con la misma letra no tienen diferencias significantes ( $p < 0,05$ ).

## Producción Total

### Ciclo 1

La mayor producción se encontró para los materiales Azabache, Idate y Camán con 6,2, 6,0 y 5,8 kg/planta respectivamente, mientras que los

materiales Tornado y 3953 presentaron la producción más baja con 2,7 y 2,3 kg/planta respectivamente (Tabla 14).

**Tabla 14.** Producción total de los materiales de pepino evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	COMPARACIÓN	PRODUCCIÓN			
		kg/planta	DESV. EST.	kg/m <sup>2</sup>	DESV. EST.
Azabache**	a	6,2	0,9	8,7	1,2
Idafe**	ab	6,0	1,6	8,3	2,3
Camán	bc	5,8	2,6	8,2	3,7
3957**	c	5,2	2,5	7,2	3,5
Adrian	d	4,4	1,2	6,2	1,7
Sultan**	e	3,2	0,9	4,4	1,2
Tornado	f	2,7	1,4	3,8	2,0
3953**	fg	2,3	0,7	3,2	1,0

\*\*Pepinos tipo europeo, los demás son tipo cohombro. Medias con la misma letra no tienen diferencias significantes ( $p < 0,05$ ).

## Ciclo 2

La mayor producción se encontró para los materiales 3053, DRB544, Tornado y Azabache con 7,0, 6,3, 5,9 y 5,9 kg/planta respectivamente, mientras que el material PC2 presentó la producción más baja con 3,0 kg/planta (Tabla 15).

**Tabla 15.** Producción total de los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	COMPARACIÓN	PRODUCCIÓN			
		kg/planta	DESV. EST.	kg/m <sup>2</sup>	DESV. EST.
3053	a	7,0	0,4	9,8	0,6
DRB544	b	6,3	0,8	8,8	1,1
Tornado	bc	5,9	0,4	8,3	0,6
Azabache	bc	5,9	1,4	8,2	1,9
Lab1004	c	5,6	0,9	7,9	1,3
Camán	c	5,5	1,1	7,7	1,5
Adrian	d	4,7	1,1	6,6	1,6
PC2	e	3,0	0,7	4,2	1,0

\*\*Pepinos tipo europeo, los demás son tipo cohombro. Medias con la misma letra no tienen diferencias significantes ( $p < 0,05$ ).

## Análisis de los componentes de producción

### Ciclo 1

Para determinar los materiales de pepino que presentaron mejor desempeño desde el punto de vista agronómico y de producción durante el primer ciclo de evaluación, se decidió acumular las variables de producción estudiadas:

- Días a floración (D/floración)
- Días a cosecha (D/cosecha)
- Diámetro de frutos (diámetro/F)
- Longitud de frutos (longitud/F)
- Peso de frutos (peso/F)
- Número total de frutos por planta (F/planta)
- Producción por planta (P/planta)

Para la determinación de cuáles materiales son mejores se deben tener en cuenta las condiciones deseables de cada material. Generalmente, el principal requerimiento para cualquier material vegetal en evaluación es su alta capacidad productiva. En este sentido, los materiales Azabache, Idafe y Caman presentan grandes potenciales sumado al hecho de que también se encuentran entre los materiales con mayor peso y longitud de frutos (Tabla 16). En cuanto a precocidad, los materiales Tornado, Sultan y Caman muestran una mayor rapidez en comenzar el período de cosechas, lo que también es una condición deseable para cualquier material. En términos generales, el material Caman presenta las mejores condiciones vegetativas, debido a su alto potencial productivo y su precocidad.

**Tabla 16.** Componentes de producción de los materiales de pepino evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.

FACTOR	PEPINO TIPO EUROPEO					PEPINO TIPO COHOMBRO		
	Azabache	Sultan	3953	3957	Idafe	Adrian	Caman	Tornado
D/floración	49,0	47,5	48,2	49,4	47,7	49,3	48,8	47,4
D/cosecha	84,5	79,5	83,6	85,4	84,9	80,3	81,1	77,0
diámetro/F	4,0	4,1	4,0	4,1	4,1	4,9	4,5	4,6
longitud/F	28,8	22,7	28,6	25,1	26,9	19,2	18,9	16,7
peso/F	299,2	252,1	308,5	267,1	291,1	289,7	243,9	230,1
F/planta	16,0	12,3	6,5	16,4	17,6	15,2	23,6	13,2
<b>P/planta</b>	<b>6,2</b>	<b>3,2</b>	<b>2,3</b>	<b>5,2</b>	<b>6,0</b>	<b>4,4</b>	<b>5,8</b>	<b>2,7</b>

Materiales sombreados presentaron los mejores resultados.

## Ciclo 2

Para determinar los materiales de pepino que presentaron mejor desempeño desde el punto de vista agronómico y de producción durante el segundo ciclo de evaluación, se decidió acumular las variables de producción estudiadas:

- Días a floración (D/floración)
- Días a cosecha (D/cosecha)
- Diámetro de frutos (diámetro/F)
- Longitud de frutos (longitud/F)
- Peso de frutos (peso/F)
- Número total de frutos por planta (F/planta)
- Producción por planta (P/planta)

Para la determinación de cuáles materiales son mejores se deben tener en cuenta las condiciones deseables de cada material. Generalmente, el principal requerimiento para cualquier material vegetal en evaluación es su alta capacidad productiva. En este sentido, el material 3053 presenta grandes potenciales sumado al hecho de que también se encuentra entre los materiales con mayor peso y longitud de frutos (Tabla 17). En cuanto a precocidad, los materiales DRB544, Lab 1004 y Caman muestran una mayor rapidez en comenzar el período de cosechas, lo que también es una condición deseable para cualquier material. En términos generales, el material DRB544 presenta las mejores condiciones vegetativas, debido a su alto potencial productivo y su precocidad.

**Tabla 17.** Componentes de producción de los materiales de pepino evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.

FACTOR	PEPINO TIPO EUROPEO					PEPINO TIPO COHOMBRO		
	PC2	DRB544	Azabache	3053	Lab1004	Adrian	Caman	Tornado
D/floración	59,3	56,5	59,3	59,9	56,1	63,7	57,2	58,0
D/cosecha	95,6	88,7	97,9	98,6	91,1	99,5	92,1	94,4
diámetro/F	4,7	4,5	4,3	4,3	4,4	5,3	4,7	4,5
longitud/F	20,0	21,0	30,3	29,9	20,3	19,7	20,3	20,6
peso/F	281,3	286,5	396,5	372,4	269,4	359,4	300,0	262,1
F/planta	10,4	22,0	15,0	17,8	20,2	14,8	20,1	24,0
<b>P/planta</b>	<b>3,0</b>	<b>6,3</b>	<b>5,9</b>	<b>7,0</b>	<b>5,6</b>	<b>4,7</b>	<b>5,5</b>	<b>5,9</b>

Materiales sombreados presentaron los mejores resultados.

- Roberts, D., McKenna, L., Lakshman, D., Meyer, S., Konga, H., de Souza, J., Lydon, J., Bakere, C., Buyera, J. & S. Chung. 2007. Suppression of damping-off of cucumber caused by *Pythium ultimum* with live cells and extracts of *Serratia marcescens* N4-5. *Soil Biology & Biochemistry* 39: 2275–2288.
- Romero, E., Rodríguez, A., Rázuri, L., Suniaga, J. & E. Montilla. 2009. Estimación de las necesidades hídricas del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.), durante diferentes etapas fenológicas, mediante la tina de evaporación. *Agricultura Andina* 16: 56-69.
- Ruiz, J., Bentabol, A., Gallego, C., Angulo, R., Acosta, I. & M. Jodral. 1996. Aflatoxin-producing strains of *Aspergillus* floras in the mould flora of the different greenhouse substrates for the cultivation of cucumber (*Cucumis sativus*, L.). *International Journal of Food Microbiology* 29: 193-199.
- Salman, M. 2010. Determination of antibiotic activity on plasmids from fluorescent pseudomonads isolates CW2, WB15 and WB52 against pre-emergence damping-off caused by *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* in cucumber. *Biological Control* 53: 161–167.
- Seebold, K., Coolong, T., Jones, T., Strang, J., Bessin, R. & C. Kasier. 2009. *An IPM scouting guide for common problems of cucurbit crops in Kentucky*. Cooperative Extension Service. University of Kentucky, College of Agriculture, Lexington, KY. 24 pp.
- Shi-Ze, Z., Fan, Z. & H. Bao-zhen. 2008. Enhancement of phenylalanine ammonia lyase, polyphenoloxidase, and peroxidase in cucumber seedlings by *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) infestation. *Agricultural Sciences in China* 7(1): 82-87.
- Straten, G., Henten, E.J., Willigenburg, L.G. & R.J.C. Ooteghem. 2010. *Optimal control of greenhouse cultivation*. CRC Press Inc, Nueva York USA. 326 p.
- Swaidner, J.M., Ware, G.W. & J.P. MacCollum. 1996. *Producing vegetable crops*. Interstate Publishers Inc., Danville, Illinois, USA.
- Teitel, M., Barak, M. & A. Antler. 2009. Effect of cyclic heating and a thermal screen on the nocturnal heat loss and microclimate of a greenhouse. *Biosystems Engineering* 102: 162-170.
- Trudgill, D.L., Honek, A., Li, D. & N.M. van Straalen. 2005. Thermal time: Concepts and utility. *Annals of Applied Biology* 146(1): 1-14.
- USAID. 2008. *Manejo poscosecha de pepino*-Boletín técnico de poscosecha. RED – Programa de diversificación económica rural (USAID/RED). pp. 1-12.
- Valadez, L. 1994. *Producción de hortalizas*. Nones editores, México DF. pp. 258 – 269.









UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ  
**JORGE TADEO LOZANO**  

---

[www.utadeo.edu.co](http://www.utadeo.edu.co)