

MANUAL DE PRODUCCIÓN DE PIMENTÓN BAJO INVERNADERO



EDITORES ACADÉMICOS: CARLOS BOJACÁ Y OSCAR MONSALVE



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO



Centro de
Bio-SISTEMAS
Universidad Jorge Tadeo Lozano



Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
República de Colombia

MANUAL DE PRODUCCIÓN DE **PIMENTÓN** 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 pimentón bajo invernadero /
Héctor Casilimas ... [et al.]; editores académicos Carlos R. Bojacá,
Oscar Monsalve. – Bogotá: Universidad de
Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2012.
200 p.: il. col.; 28 cm.

ISBN: 978-958-725-099-2

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

CDD635.643"M294"

©Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2012
Carrera 4 No. 22-61 / PBX: 2427030 /www.utadeo.edu.co

PRODUCCIÓN DE PIMENTÓN BAJO INVERNADERO

ISBN: 978-958-725-099-2

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:

Editorial Gente Nueva

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

Editores académicos:

Carlos R. Bojacá

Oscar Monsalve

MANUAL DE PRODUCCIÓN DE PIMENTÓN 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 Y FISIOLÓGÍA DEL CULTIVO	17
---	----

MANEJO DEL CULTIVO.....	19
--------------------------------	-----------

PROPAGACIÓN.....	20
------------------	----

INTRODUCCIÓN.....	20
-------------------	----

SEMILLEROS TRADICIONALES	20
--------------------------------	----

SEMILLEROS MODERNOS.....	21
--------------------------	----

PROPAGACIÓN DE PIMENTÓN	23
-------------------------------	----

MATERIAL VEGETAL.....	24
-----------------------	----

EVALUACIÓN DE MATERIALES DE PIMENTÓN.....	24
---	----

METODOLOGÍA.....	24
------------------	----

RESULTADOS.....	27
-----------------	----

LABORES CULTURALES	32
--------------------------	----

PODAS DE FORMACIÓN.....	32
-------------------------	----

TUTORADO DEL CULTIVO.....	38
---------------------------	----

DESHOJE	39
---------------	----

RALEO DE FRUTOS.....	39
----------------------	----

ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO Y MANEJO DEL CLIMA	41
---	-----------

ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO.....	42
--------------------------------	----

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL CULTIVO	42
---	----

DESÓRDENES FISIOLÓGICOS Y CONDICIONES DE ESTRÉS.....	42
--	----

MANEJO DEL CLIMA	46
------------------------	----

INVERNADEROS EN COLOMBIA	47
--------------------------------	----

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL INVERNADERO.....	48
--	----

RESULTADOS DE INVESTIGACIONES.....	58
------------------------------------	----

RIEGO.....	63
-------------------	-----------

INTRODUCCIÓN.....	64
-------------------	----

EL AGUA EN EL SUELO	64
NECESIDADES HÍDRICAS DEL CULTIVO DE PIMENTÓN	68
EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ET _o).....	68
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (ET _p)	69
COEFICIENTE DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO D69PIMENTÓN (K _c)	69
NECESIDADES DE RIEGO DEL CULTIVO (ET_c)	70
EJEMPLO: DETERMINACIÓN NECESIDADES DE RIEGO DEL CULTIVO	71
PROGRAMACIÓN DEL RIEGO	72
MEDIDA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO.....	73
MEDIDA DEL ESTADO HÍDRICO DE LA PLANTA.....	74
MEDIDA DE PARÁMETROS CLIMÁTICOS	75
CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO	76
CONCEPTOS PREVIOS DE RIEGO	77
UNIFORMIDAD DE RIEGO.....	77
EFICIENCIA DE APLICACIÓN	78
RIEGO POR GOTEO	78
FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	79
CABEZAL PRINCIPAL DE RIEGO	80
DISEÑO DEL SISTEMA	92
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA	102
BUENAS PRÁCTICAS DE RIEGO	102
FERTILIZACIÓN	105
INTRODUCCIÓN	106
ELEMENTOS MAYORES	106
ELEMENTOS SECUNDARIOS	109
ELEMENTOS MENORES	111
ACIDEZ.....	114
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE).....	114
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC).....	115
MATERIA ORGÁNICA.....	115
TEXTURA	117
FORMULACIÓN DE FERTILIZANTES	117
FERTILIZACIÓN PRESIEMBRA (FONDO).....	118
FERTILIZACIÓN DE MANTENIMIENTO.....	121
FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.....	124
MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	129
INTRODUCCIÓN	103
ARTRÓPODOS PLAGA EN PIMENTÓN	130

MOSCA BLANCA O PALOMILLA (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabaci</i>)	131
PASADOR DEL FRUTO (<i>Neoleucinodes elegantalis</i>).....	133
ÁFIDOS O PULGONES (<i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Myzuspersicae</i> , <i>Aphisgossypii</i>)	135
TRIPS (<i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>Trips palmi</i>).....	138
ENFERMEDADES DEL PIMENTÓN	140
GOTA O TIZÓN TARDÍO (<i>Phytophthora infestans</i>).....	140
MOHO GRIS (<i>Botrytis cinerea</i>).....	141
MILDEO POLVOSO (<i>Sphaerotheca fuliginea</i>).....	142
MARCHITEZ FUSARIANA (<i>Fusarium oxysporum</i>)	144
ALTERNARIA O TIZÓN TEMPRANO (<i>Alternaria solani</i>)	146
MOHO FOLIAR O CLADOSPORIOSIS (<i>Fulvia fulva</i> ; <i>Cladosporium fulvum</i>)	146
DAMPING-OFF O MUERTE SÚBITA	147
MARCHITAMIENTO BACTERIAL <i>Ralstonia solanacearum</i> (<i>Pseudomonas solanacearum</i>)	148
CANCER BACTERIAL (<i>Clavibacter michiganensis</i>).....	149
MANCHA BACTERIANA (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Vesicatoria</i>)	149
NEMÁTODOS (<i>Meloydogine</i> spp.)	150
VIRUS <i>El virus del mosaico del tabaco (TMV) y el virus del mosaico del tomate (ToMV)</i>	152
VIRUS <i>El virus del bronceado del tomate (TSWV)</i>	152
COSECHA Y POSCOSECHA	155
INTRODUCCIÓN.....	156
CALIDAD.....	156
CALIDAD COMERCIAL	156
CALIDAD SENSORIAL (ORGANOLÉPTICA)	157
CALIDAD HIGIÉNICA	157
FACTORES PRECOSECHA QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LOS FRUTOS	157
FACTORES AMBIENTALES	157
PRÁCTICAS DE MANEJO DEL CULTIVO	158
MADUREZ	159
MADUREZ FISIOLÓGICA	159
MADUREZ DE COSECHA	159
MADUREZ COMERCIAL	159
MADUREZ DE CONSUMO.....	160
ÍNDICES DE MADUREZ	160
COSECHA	160
INTRODUCCIÓN	160
EPOCA DE COSECHA.....	161

MÉTODOS DE COSECHA	162
COSECHA DE PIMENTÓN.....	162
POSCOSECHA	164
INTRODUCCIÓN	164
FISIOLOGÍA DE LA POSCOSECHA	165
CLASIFICACIÓN DE LAS FRUTAS	165
LABORES POSCOSECHA.....	165
POSCOSECHA DE PIMENTÓN	169

ANÁLISIS FINANCIERO **171**

INTRODUCCIÓN.....	172
ELEMENTOS DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA.....	172
INVERSIONES	172
COSTOS DE PRODUCCIÓN	173
INGRESOS.....	175
FLUJO DE CAJA	175
RELACIÓN BENEFICIO-COSTO (B/C).....	176
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	176
VALOR ACTUAL NETO (VAN)	177
PUNTO DE EQUILIBRIO	178
ESTADÍSTICA DE PRECIOS	178
EVALUACIÓN FINANCIERA DE LA PRODUCCIÓN DE PIMENTÓN	179
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	181
INVERSIONES	181
EVALUACIÓN FINANCIERA	183
ANÁLISIS DE RESULTADOS FINANCIEROS.....	186
CONCLUSIONES FINANCIERAS	189

BIBLIOGRAFÍA..... **191**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Híbridos de pimentón seleccionados para su evaluación bajo condiciones semicomerciales.....	25
Tabla 2. Número promedio (\pm desviación estándar) de días a floración y a cosecha después del trasplante para los materiales de pimentón evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.	27
Tabla 3. Número promedio (\pm desviación estándar) de días a floración y a cosecha después del trasplante para los materiales de pimentón evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.	28
Tabla 4. Diámetro, longitud y peso de frutos de los materiales de pimentón evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.....	28
Tabla 5. Diámetro, longitud y peso de frutos de los materiales de pimentón evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.....	29

Tabla 6. Número promedio (\pm desviación estándar) total de frutos de los materiales de pimentón evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.....	29
Tabla 7. Número promedio (\pm desviación estándar) total de frutos de los materiales de pimentón evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios...	30
Tabla 8. Producción total de los materiales de pimentón evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.....	30
Tabla 9. Producción total de los materiales de pimentón evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.....	31
Tabla 10. Principales diseños de invernaderos utilizados en Colombia.	51
Tabla 11. Descripción de los modelos experimentales de invernaderos evaluados	59
Tabla 12. Velocidad de infiltración para distintos tipos de suelo.	68
Tabla 13. Valores de Kc para las diferentes etapas de cultivo de pimentón.....	70
Tabla 14. Valores de ETo para diferentes zonas del país.	70
Tabla 15. Requerimientos de riego para las diferentes etapas fenológicas del cultivo de pimentón en diferentes regiones del país.....	72
Tabla 16. Criterios para interpretar lecturas del tensiómetro.....	73
Tabla 17. Selección de filtros según la fuente de agua.	82
Tabla 18. Caudales máximos de filtración en función de la calidad del agua.	82
Tabla 19. Materiales porosos utilizados en la fabricación de filtros de arenas.....	83
Tabla 20. Selección de filtros en función del caudal del sistema y la calidad de agua de riego.....	83
Tabla 21. Selección de filtro de discos en función del caudal del sistema.....	85
Tabla 22. Selección de filtro de discos en función de su capacidad de filtrado en Mesh.	85
Tabla 23. Accesorios utilizados para la instalación de sistemas de riego por goteo.....	91
Tabla 24. Matriz de selección de tuberías en función de la velocidad de flujo y pérdidas por fricción en la tubería.....	93
Tabla 25. Factor de corrección en función del número de líneas de riego.	99
Tabla 26. Textura del suelo.	117
Tabla 27. Niveles óptimos en el suelo para el cultivo de pimentón.....	119
Tabla 28. Pesos atómicos de los elementos nutricionales esenciales para las plantas.....	120
Tabla 29. Contenido nutricional de la fórmula estándar de fertirriego para el cultivo de pimentón.....	122
Tabla 30. Extracción de nutrientes del cultivo de pimentón por ciclo de producción.	122
Tabla 31. Contenido nutricional de los materiales orgánicos caracterizados.....	125
Tabla 32. Clasificación de las frutas según su metabolismo	166
Tabla 33. 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.	182
Tabla 34. Costos anuales necesarios para producir una hectárea de pimentón gourmet y pimentón rojo bajo invernadero.	183
Tabla 35. Flujo de caja para los cinco años del proyecto productivo del cultivo de pimentón rojo.....	184
Tabla 36. Flujo de caja para los cinco años del proyecto productivo del cultivo de pimentón <i>gourmet</i>	185

Tabla 37. 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. 186

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción de pimentón en Colombia (2000-2009).....	16
Figura 2. Rendimiento de pimentón en Colombia (2000-2009).....	17
Figura 3. Plántula de pimentón recién transplantada.....	23
Figura 4. Invernadero F tipo venlo ubicado en el Centro de Bio-Sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano.....	25
Figura 5. Siembra de materiales de pimentón.....	26
Figura 6. Aborto de frutos en pimentón.	32
Figura 7. Estructura del nudo de una planta de pimentón con crecimiento indeterminado.....	33
Figura 8. Distancias de siembra sugeridas con el metodo holandés.....	33
Figura 9. Formación de la horqueta en plantas de pimentón y segmentación del eje principal.....	34
Figura 10. Podas de formación en plantas de pimentón con crecimiento indeterminado.....	35
Figura 11. División de tallos principales y formación de tallos secundarios en plantas de pimentón.....	35
Figura 12. Poda de mantenimiento en plantas de pimentón manejadas con el sistema holandés.....	36
Figura 13. Esquema de camas de pimentón manejadas con el sistema español...37	
Figura 14. Estructura de los tallos principales y productivos de la planta de pimentón con el método español.....	38
Figura 15. Estructura de tallos productivos en pimentón con el método español...38	
Figura 16. Sistema de tutorado con el metodo de manejo holandés	39
Figura 17. Fruto de pimentón en grado avanzado de afectación por el desorden conocido como pudrición apical.....	43
Figura 18. Hinchazón a la altura de las hojas cotiledonales conocida comúnmente como pie de elefante. Apariencia de la base del tallo y de la correspondiente planta.	44
Figura 19. Frutos de pimentón cuya forma regular se ha perdido.	45
Figura 20. Golpe de sol en frutos de pimentón.....	46
Figura 21. Plásticos utilizados para construcción de invernaderos.....	55
Figura 22. Invernadero de madera, de guadua y de metal.	55
Figura 23. Sistema de fijación del plástico tradicional y a presión.	56
Figura 24. Plástico con suciedad acumulada.....	56
Figura 25. Pantallas térmicas metálicas y plásticas.	57
Figura 26. . Ductos inflables.....	57
Figura 27. Acolchados plásticos.....	58
Figura 28. Patrones de velocidad del viento (m s-1) y distribución de temperatura (°C) simulados para: a) el invernadero prototipo No. 1, b) invernadero modificado No. 2 y c) invernadero modificado No. 3.	61
Figura 29. Detalle de la red de poros del suelo.....	64

Figura 30. El agua en el suelo.....	65
Figura 31. Suelo en condiciones de saturación, de capacidad de campo (CC) y marchitez permanente (PMP).....	67
Figura 32. Valores de Kc asumidos en las diferentes etapas fenológicas del cultivo.....	70
Figura 33. Tensiómetros, bloques de yeso y TDR.....	74
Figura 34. Sensores de variación del diámetro del fruto y del tallo, sensor de flujo de savia.	75
Figura 35. Estación meteorológica remota.	75
Figura 36. Uniformidad de aplicación del riego.....	77
Figura 37. Eficiencia de aplicación del riego.....	78
Figura 38. Reservorio de agua para riego.....	79
Figura 39. Cabezal principal de riego.....	80
Figura 40. Unidad impulsora de agua.....	80
Figura 41. Filtro hidrociclón, de arena y de discos.....	82
Figura 42. Selección de filtro hidrociclón en función del caudal de sistema y la perdida de carga de la columna de agua y pérdida de carga de la columna de agua para los filtros funcionando en paralelo.	84
Figura 43. Tanques de fertilización, inyector véntury y unidad de inyección de fertilizante impulsado con electrobomba.....	87
Figura 44. Manómetro (a), válvula de operación manual (b), válvula de operación automática (c), cabezal de campo (d), válvula cheque (e) y flujómetro (f).	88
Figura 45. Controlador de riego, arrancador electrobomba.....	88
Figura 46. Tubería principal, terciaria y líneas de riego.....	89
Figura 47. Comportamiento del fósforo en la solución del suelo.....	107
Figura 48. Resultado de análisis de suelos realizado a un cultivo de pimentón bajo invernadero en el municipio de Filandia (Quindío).	118
Figura 49. Porcentaje de humedad (a), densidad aparente (b), CIC (c), porcentaje de materia orgánica (d), relación C-N (e), pH (f) y CE (g) de los diferentes materiales orgánicos caracterizados.	127
Figura 50. Adulto de mosca blanca (<i>T. vaporariorum</i>).	131
Figura 51. Ninfa IV de mosca blanca (<i>T. vaporariorum</i>).	131
Figura 52. Mosca blanca (<i>T. vaporariorum</i>) en hojas de pimentón.....	132
Figura 53. Adulto de la avispa parasitoide <i>Encarsia formosa</i> (izquierda). Ninfa de mosca blanca afectada por el hongo entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> (derecha).....	133
Figura 54. Adulto del pasador del fruto del pimentón, <i>Neoleucinodes elegantalis</i>	134
Figura 55. Daño en fruto de pimentón ocasionado por larvas de <i>Neoleucinodes elegantalis</i>	134
Figura 56. Trampa con feromona para captura de adultos machos de <i>Neoleucinodes elegantalis</i>	135
Figura 57. Áfidos en hoja de pimentón (izquierda). Adulto del áfido <i>Macrosiphum euphorbiae</i> (derecha).....	136
Figura 58. Larva de <i>Chrysoperla carnea</i> (izquierda). Larva de <i>C. carnea</i> consumiendo un áfido (derecha).	138
Figura 59. Adulto del trips <i>Frankliniella</i> sp.....	139
Figura 60. Tallo de pimentón afectado por <i>B. cinerea</i> (izquierda). Flor de pimentón afectada por <i>B. cinerea</i> (derecha).....	141

Figura 61. Planta de pimentón afectada por mildew polvoso (<i>S. fuliginea</i>) (izquierda). Mildew polvoso (<i>S. fuliginea</i>) sobre hoja de pimentón (derecha)....	143
Figura 62. <i>Fusarium</i> en la base de la planta de pimentón (izquierda). Detalle afección en la base del tallo de pimentón por causa de <i>Fusarium</i> (derecha).....	144
Figura 63. <i>Dampig-off</i> en planta de pimentón.	147
Figura 64. Hojas de pimentón afectadas por mancha bacteriana.....	149
Figura 65. Frutos de pimentón afectados por bacteriosis. Fruto en desarrollo (izquierda). Fruto maduro (derecha).	150
Figura 66. Pimentones recolectados en canastillas plásticas.	163
Figura 67. Pimentones de diferentes colores.	163
Figura 68. Pimentones listos para recolección.....	164
Figura 69. Pimentones empacados con vinipel.....	169
Figura 70. Precios de venta de pimentón al consumidor, mes a mes en el período comprendido entre 2005 y 2011 en las principales ciudades de Colombia.....	179
Figura 71. 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 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).....	187
Figura 72. 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 el valor actual neto (VAN). La productividad de referencia (Variación = 0%) corresponde a la productividad promedio obtenida a través de pruebas de campo.....	188
Figura 73. Efecto del precio pagado en diferentes puntos de venta de Bogotá de cinco cultivos establecidos bajo invernadero sobre la tasa interna de retorno (TIR) 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.....	188



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 pimentón 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 pimentón de diversos colores, 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

El pimentón es una planta cuyo origen botánico se centra en América del Sur, concretamente en el área entre Perú y Bolivia, desde donde se expandió al resto de América Central y Meridional. Es una planta cultivada desde hace varios siglos y una vez descubierta por los españoles fue enviada a España en 1493, para extenderse a lo largo de otros países de Europa, Asia y África durante el siglo XVI (Maroto, 1995). El pimentón constituía un elemento básico en la alimentación de los aborígenes americanos y sus usos culinarios diferían en función de la variedad, algunas de las cuales eran de uso exclusivo de las clases altas (Maroto, 1995).

La producción de pimentón en Colombia está concentrada principalmente en los departamentos de Santander, Valle del Cauca, Huila y Antioquia con 656, 532, 412 y 349 hectáreas respectivamente; correspondientes al 79% del área cultivada a nivel nacional. Durante el período 2000-2009, la mayor producción se obtuvo en el año 2002, alcanzando 54.796 toneladas en 2.480 hectáreas cultivadas (Figura 1) para un rendimiento promedio de 22,1 t/ha (Figura 2).

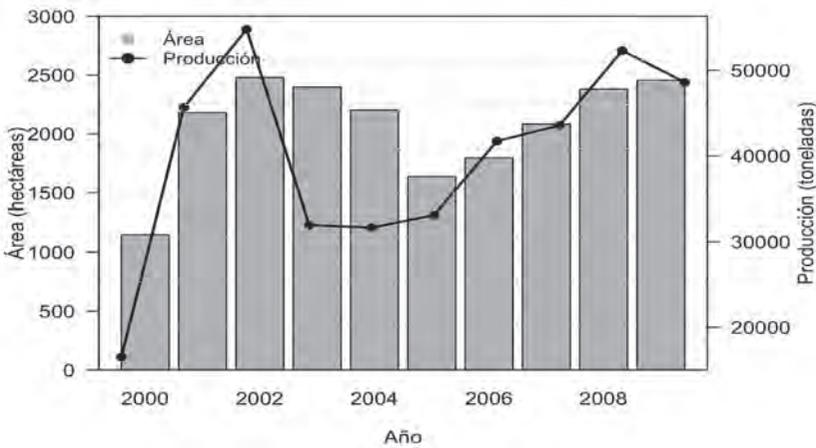


Figura 1. Producción de pimentón en Colombia (2000-2009).

Fuente: Agronet, 2011.

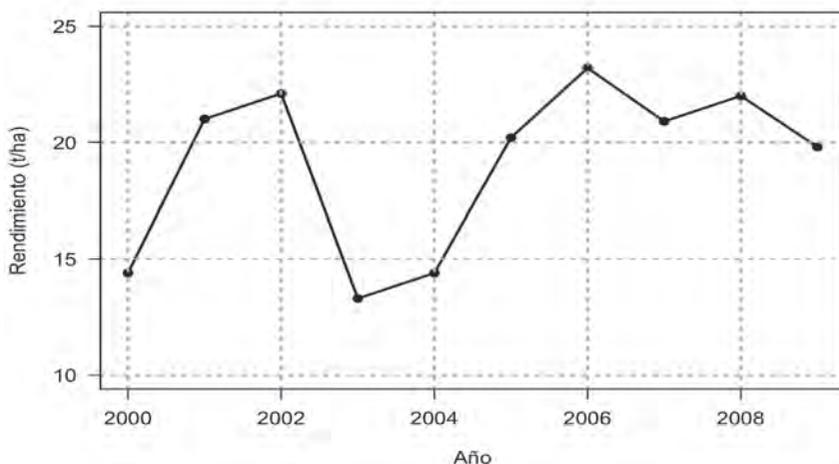


Figura 2.
Rendimiento de pimentón en Colombia (2000-2009).

Fuente: Agronet, 2011.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y FISIOLOGÍA DEL CULTIVO

El pimentón pertenece a la familia Solanaceae y su nombre científico es *Capsicum annum* L. Algunos autores como Bailey (1977), solo reconocen una especie (*C. annum*), que engloba toda la variabilidad genética existente. Otros autores, como Purseglove (1974), distinguen dos especies: *Capsicum annum* L. y *Capsicum frutescens* L. que difieren fundamentalmente en el número y color de las flores por inflorescencia, forma y tipo de frutos y duración del ciclo vegetativo.

El pimentón es una planta herbácea anual. Tiene tallos erectos, herbáceos y ramificados de color verde oscuro. El sistema de raíces pivotante llega a profundidades de 0,7 a 1,2 m, y lateralmente hasta 1,2 m, pero la mayoría de las raíces están a una profundidad de 5 a 40 cm (Guenko, 1983). Está provisto y reforzado con un número elevado de raíces adventicias. El tallo es de crecimiento limitado y erecto con un diámetro que puede variar entre 0,5 y 1,5 cm. Cuando la planta adquiere una cierta edad, los tallos se lignifican ligeramente.

La altura promedio de la planta es de 60 cm pero varía según el tipo y/o especie de que se trate. Las hojas son planas, simples, lampiñas, enteras, ovales o lanceoladas con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un peciolo largo o poco aparente y de forma ovoide alargada. Para que se produzca la floración, además de unas condiciones climáticas adecuadas, se requiere una cierta "madurez" de la planta, que en la especie se materializa con la presencia mínima de 8 a 12 hojas.

Las flores son perfectas, formándose en las axilas de las ramas; son de color blanco y a veces púrpura. Poseen la corola blanquecina, aparecen solitarias en cada nudo y son de inserción aparentemente axilar. Su fecundación es claramente autógama, no superando el porcentaje de alogamia del 10% (Valadez, 1994).

El fruto es una baya semicartilaginosa y deprimida de color rojo o amarillo cuando está maduro, que se puede insertar pendularmente, de forma y tamaño muy variable. Los frutos se presentan en diferentes formas y tamaños, existiendo variedades que dan frutos de 1 o 2 g, frente a otras que pueden formar bayas de más de 300 g (Valadez, 1994).

Las semillas son redondeadas y ligeramente reniformes, suelen tener 3-5 mm de longitud, se insertan sobre una placenta cónica de disposición central y son de un color amarillo pálido. En un gramo pueden concentrarse entre 150 y 200 semillas y su poder germinativo es de 3 a 4 años (Valadez, 1994). Aunque el pimentón es una especie que no se considera que posea latencia seminal, con mucha frecuencia se observa, tras una siembra de esta planta, una tardanza mayor de lo normal en producirse la emergencia, una heterogeneidad manifiesta en el nacimiento. Watkins & Cantliffe (1983) consiguieron estimular el índice de germinación mediante aplicaciones de giberelinas. Cabe señalar que Randle & Honma (1981) indicaron que en la rapidez y homogeneidad de la capacidad de germinación de las semillas del pimentón, además de determinados agentes físicos (temperatura y humedad, principalmente), también tienen influencia otros aspectos, como la variedad, la edad del fruto del que se han tomado las semillas y las condiciones de conservación de las mismas durante el almacenamiento.



MANEJO DEL CULTIVO

Héctor Casilimas
Oscar Monsalve

PROPAGACIÓN

INTRODUCCIÓN

El método más común de propagación de pimentón 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 utilizaban bandejas o contenedores con cavidades de igual capacidad y en donde son depositadas una a una y por separado las semillas de especies como el pimentón. 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 pimentón 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.
- Reducción en los costos de producción, ya que se disminuyen el número de jornales para actividades tales como 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 una 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.

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, pimentón 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 tres 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 a 2 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 directamente 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 puede 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 nutrimentos, 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 PIMENTÓN

Una plántula de pimentón bien formada y lista para trasplantar debe tener mínimo 4 hojas verdaderas, con un tamaño promedio de entre 10 y 12 cm y con el 80% del *plug* o pan de tierra cubierto por raíces (Figura 3). El período de plantulación dura entre 45 y 50 días.



Figura 3.
Plántula de pimentón recién transplantada.

MATERIAL VEGETAL

Dada la complejidad taxonómica existente en el pimentón, es difícil establecer una clasificación homogénea que agrupe las distintas variedades. Smith *et al.* (1978) propusieron una clasificación estableciendo siete agrupaciones principales, a las que se llegaba a través de caracteres morfológicos del fruto (tamaño y forma), evolución del color de este en el proceso de la maduración, y sabor picante, entre otros. En cada una de estas agrupaciones (I a VII) se establecen diferentes criterios morfológicos, fisiológicos y características organolépticas (Maroto, 1995). Desde el punto de vista práctico existen tres grupos varietales:

- **Variedades dulces:** suelen tener frutos de tamaño grande; son los que se cultivan en invernaderos y su cultivo está muy extendido para el consumo en fresco y la industria de conservas.
- **Variedades con sabor picante:** muy cultivadas en Suramérica, suelen ser variedades de fruto largo y delgado.
- **Variedades para la obtención de pimentón:** que en realidad son un “subgrupo” de las variedades dulces.

En Colombia las variedades más cultivadas son de tipo lamuyo y california:

- **Tipo lamuyo:** son frutos largos y cuadrados, con pulpa gruesa. También llamados rectangulares.
- **Tipo california:** son frutos con 7 a 10 cm de longitud y 6 a 9 cm de ancho. Son de pulpa gruesa y se diferencian del tipo lamuyo en que tienen cuatro hombros bien marcadas. También se les llama cuadrados.

EVALUACIÓN DE MATERIALES DE PIMENTÓN

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 pimentón rojo y *gourmet*.

METODOLOGÍA

Para la investigación se dispuso el invernadero F del CBios. Este invernadero de vidrio tipo venlo tiene un área de 1.000 m² y se encuentra dividido en cuatro secciones (F1A, F1B, F2A y F2B), cada una de 250 m² (Figura 4).



Figura 4.

Invernadero F tipo venlo ubicado en el Centro de Bio-Sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano.

En este invernadero se llevaron a cabo dos ciclos completos de cultivo bajo los mismos parámetros de manejo, tales como: podas, 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. La evaluación consideró 13 híbridos de pimentón, siete plantados en el primer ciclo (*gourmet* - colores) y seis en el segundo ciclo (rojos) (Tabla 1).

Tabla 1. Híbridos de pimentón seleccionados para su evaluación bajo condiciones semicomercial

CICLO	HÍBRIDO	TRATAMIENTO	TIPO	EMPRESA
1	Plinio	T1	<i>Gourmet</i> - colores	Rijk Zwaan
	Orangery	T2	<i>Gourmet</i> - colores	Rijk Zwaan
	Menta	T3	<i>Gourmet</i> - colores	Rijk Zwaan
	Zamboni	T4	<i>Gourmet</i> - colores	Rijk Zwaan
	Zirconio	T5	<i>Gourmet</i> - colores	Rijk Zwaan
	Lirica	T6	<i>Gourmet</i> - colores	Rijk Zwaan
	Taranto	T7	<i>Gourmet</i> - colores	Rijk Zwaan
2	Magali	T1	Rojos	-----
	Brenan	T2	Rojos	-----
	AF 6529	T3	Rojos	-----
	Brito F1	T4	Rojos	-----
	Dhara	T5	Rojos	-----
	Nathalie	T6	Rojos	Roger seeds

La siembra y trasplante de los materiales se realizó así:

- **Ciclo 1:** siembra 7 de marzo de 2009, trasplante 21 de abril de 2009 y fin de ciclo el 23 de noviembre de 2009.
- **Ciclo 2:** siembra 15 de agosto de 2009; trasplante 29 de septiembre de 2009 y fin de ciclo el 30 de junio de 2010.

Las plántulas se trasplantaron sobre camas de 80 cm de ancho cubiertas con un acolchado plástico, estableciendo dos hileras de plantas por cama con una distancia entre plantas de 60 cm para obtener una densidad de siembra de 2,5 plantas/m² (Figura 5).



Figura 5.

Invernadero F tipo venlo ubicado en el Centro de Bio-Sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano.

En ambos ciclos se estableció un diseño completamente al azar (DCA). Para el primer ciclo se tuvieron siete tratamientos (Tabla 1) y cuatro réplicas por tratamiento, para un total de 28 unidades experimentales (UE). Para el segundo ciclo se tuvieron seis tratamientos (Tabla 1) y cuatro réplicas por tratamiento para un total de 24 UE. Cada UE constaba de 18 plantas para el primer ciclo y 16 plantas para el segundo ciclo y todo el ensayo se sembró sobre seis camas de 30 m de largo.

Las variables evaluadas fueron:

- **Días a floración y a cosecha:** se determinaron 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 establecieron 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 realizó la sumatoria de frutos recolectados por planta sobre los doce primeros nudos de cada material.

- **Producción total (por planta y m²):** se contabilizó la producción total por planta y por m² durante todo el ciclo de cultivo para cada material.

Se seleccionaron cuatro plantas sobre las que se registraba dos veces por semana las variables anteriormente descritas. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey utilizando el paquete estadístico R (R Development Core Team, 2010).

RESULTADOS

DIAS A FLORACIÓN Y A COSECHA

Ciclo 1

El material Zirconio presentó el menor número de días desde trasplante a floración con 107,8 días, mientras que el material Lirica presentó el mayor número de días desde trasplante a floración con 151,1 días (Tabla 2). El material Menta presentó el menor número de días a cosecha desde el trasplante con 175,7 días, mientras que el material Lirica presentó el mayor número de días a cosecha desde el trasplante, con 239,3 días (Tabla 2).

Tabla 2. Número promedio (\pm desviación estándar) de días a floración y a cosecha después del trasplante para los materiales de pimentón evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	DÍAS A FLORACIÓN	DÍAS A COSECHA
Zirconio	107,8 \pm 18,5a	184,0 \pm 40,1b
Menta	112,6 \pm 33,9b	175,7 \pm 39,4a
Zamboni	128,7 \pm 51,9c	203,4 \pm 60,2c
Plinio	131,6 \pm 41,9d	216,4 \pm 58,0d
Taranto	132,2 \pm 37,9d	217,5 \pm 56,1de
Orangery	141,0 \pm 47,3e	21,3 \pm 47,9e
Lirica	151,1 \pm 43,8f	239,3 \pm 40,3f

Promedios con la misma letra en la misma columna no presentan diferencias significantes ($p < 0,05$).

Ciclo 2

El material AF6529 presentó el menor número de días a floración desde el trasplante con 71,8 días, mientras que el material Brenan registró el mayor número de días a floración con 100,5 días (Tabla 3). El material

Dhara presentó el menor número de días a cosecha desde el trasplante con 184,6 días, mientras que el material Brenan presenta el mayor número de días a cosecha con 212,8 días (Tabla 3).

Tabla 3. Número promedio (\pm desviación estándar) de días a floración y a cosecha después del trasplante para los materiales de pimentón evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	DÍAS A FLORACIÓN	DÍAS A COSECHA
AF 6529	71,8 \pm 47,9a	188,4 \pm 35,1b
Dahra	74,6 \pm 46,6b	184,6 \pm 32,7a
Brito F1	82,2 \pm 54,8c	189,9 \pm 38,9bc
Magali	82,7 \pm 52,9c	197,0 \pm 43,7c
Nathaly	95,4 \pm 50,8d	204,0 \pm 39,0d
Brenan	100,5 \pm 54,1e	212,8 \pm 42,1e
Lirica	151,1 \pm 43,8f	239,3 \pm 40,3f

Promedios con la misma letra en la misma columna no presentan diferencias significantes ($p < 0,05$).

DIÁMETRO, LONGITUD Y PESO DE FRUTOS

Ciclo 1

El material Lirica presentó el mayor diámetro con 8,3 cm, mientras que Menta presentó el diámetro más bajo con 6,4 cm. El material Zirconio presentó la mayor longitud de frutos con 12,2 cm, mientras que el material Taranto presentó la menor longitud con 6,0 cm. El material Plinio presentó el mayor peso de frutos con 223,3 g mientras que el material Menta presentó el promedio más bajo con 112,1 g (Tabla 4).

Tabla 4. Diámetro, longitud y peso de frutos de los materiales de pimentón evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	PESO (kg)
Lirica	8,3 \pm 1,1a	7,5 \pm 2,5c	182,4 \pm 65,7c
Plinio	8,0 \pm 1,2b	11,3 \pm 2,6b	223,3 \pm 54,9a
Orangery	7,8 \pm 0,9c	6,3 \pm 1,6d	144,9 \pm 35,0e
Zamboni	7,7 \pm 0,9cd	7,3 \pm 2,6c	158,6 \pm 66,6d
Taranto	7,7 \pm 0,9cd	6,0 \pm 1,4de	133,5 \pm 45,3f
Zirconio	7,5 \pm 0,9d	12,2 \pm 1,7a	208,7 \pm 49,3b
Menta	6,4 \pm 0,9e	7,4 \pm 2,2c	112,1 \pm 50,9g

Promedios con la misma letra en la misma columna no presentan diferencias significantes ($p < 0,05$).

Ciclo 2

El material Brenan presentó el mayor diámetro, con 21,7 cm, mientras que AF6529 presentó el diámetro más bajo con 6,1 cm. El material Brenan presentó la mayor longitud de frutos con 17,5 cm, mientras que el material Brito F1 presentó la menor longitud con 11,9 cm. El material Brenan presentó el mayor peso de frutos con 268,7 g, mientras que el material Nathaly presentó el promedio más bajo con 135,0 g (Tabla 5).

Tabla 5. Diámetro, longitud y peso de frutos de los materiales de pimentón evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	PESO (gm)
Brenan	21,7±36,8a	17,5±19,2a	268,7±100,0a
Brito F1	7,4±1,7b	1,9±3,3d	192,0±108,5b
Dahra	7,3±1,3b	14,5±2,9b	191,2±79,2b
Nathaly	6,8±3,4c	13,3±3,3cd	135,0±35,7e
Magali	6,3±0,9d	14,6±3,1b	157,2±55,6c
AF 6529	6,1±1,3de	13,6±4,0c	150,0±74,6d

Promedios con la misma letra en la misma columna no presentan diferencias significantes ($p < 0,05$).

NÚMERO TOTAL DE FRUTOS POR PLANTA

Ciclo 1

Se encontró que el material Taranto presentó la mayor cantidad de frutos por planta con 29,8, seguido de Menta, Orangery y Zamboni, mientras que el material Plinio presentó la menor cantidad de frutos/planta (Tabla 6).

Tabla 6. Número promedio (\pm desviación estándar) total de frutos de los materiales de pimentón evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	NÚMERO DE FRUTOS
Taranto	29,8±3,6a
Menta	27,6±1,6b
Orangery	26,7±1,0c
Zamboni	25,6±2,4d
Lirica	22,3±2,9e
Zirconio	18,6±0,5f
Plinio	16,8±2,2g

Promedios con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Ciclo 2

Se encontró que el material Brenan presentó la mayor cantidad de frutos por planta, seguido de AF 6529 y Nathaly, mientras que el material Brito F1 presentó la menor cantidad de frutos (Tabla 7).

Tabla 7. Número promedio (\pm desviación estándar) total de frutos de los materiales de pimentón evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	NÚMERO DE FRUTOS
Brenan	19,1 \pm 28,6a
AF 6529	16,6 \pm 2,7b
Nathaly	15,2 \pm 3,2c
Magali	13,1 \pm 1,5d
Dahra	8,5 \pm 0,8e
Brito F1	6,8 \pm 0,5f

Promedios con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

PRODUCCIÓN TOTAL

Ciclo 1

La mayor producción se encontró para los materiales Lirica, Orangery y Menta, mientras que los materiales Zamboni, Zirconio y Plinio presentaron la producción más baja, todos con 3,0 kg/planta (Tabla 8).

Tabla 8. Producción total de los materiales de pimentón evaluados en el primer ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	kg/planta	kg/m ²	COMPARACIÓN
Lirica	3,3 \pm 0,4	7,5 \pm 1,0	a
Orangery	3,3 \pm 0,5	7,4 \pm 1,0	a
Menta	3,2 \pm 0,3	7,3 \pm 0,6	ab
Taranto	3,1 \pm 0,5	6,9 \pm 1,1	bc
Zamboni	3,0 \pm 0,2	6,9 \pm 0,4	c
Zirconio	3,0 \pm 0,2	6,9 \pm 0,5	c
Plinio	3,0 \pm 0,2	6,8 \pm 0,4	c

Promedios con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Ciclo 2

La mayor producción se encontró para los materiales AF 6529, Nathaly y Dhara, mientras que los materiales Brito F1 y Brenan presentaron la producción más baja con 1,4 kg/planta (Tabla 9).

Tabla 9. Producción total de los materiales de pimentón evaluados en el segundo ciclo de cultivo en el CBios.

MATERIAL	kg/planta	kg/m ²	COMPARACIÓN
AF 6529	2,1±0,2	4,8±0,5	a
Nathaly	1,9±0,2	4,3±0,5	b
Magali	1,8±0,2	4,1±0,5	bc
Dahra	1,7±0,1	3,9±0,3	cd
Brito F1	1,4±0,1	3,1±0,3	d
Brenan	1,4±0,4	3,1±0,8	d

Promedios con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE PRODUCCIÓN

Para la determinación de cuáles materiales son mejores se deben tener en cuenta las condiciones deseables del mismo. Generalmente, el principal requerimiento para cualquier material vegetal en evaluación es su alta capacidad productiva.

Ciclo 1

Con base en la productividad obtenida, los materiales Lirica, Orangery, Menta y Taranto presentan grandes potenciales. En cuanto a precocidad, los materiales Menta y Zirconio muestran una mayor rapidez en comenzar el período de cosechas, lo que también es una condición deseable para cualquier material. En términos generales, dentro de los pimentones de colores el material Menta presentó las mejores condiciones vegetativas, debido a su alto potencial productivo y su precocidad.

Ciclo 2

Al considerar la productividad, los materiales AF 6529, Nathaly, Magali y Dhara presentaron los mejores resultados. En cuanto a precocidad, los materiales AF 6529, Dhara y Brito F1 muestran una mayor rapidez en comenzar el período de cosechas, lo que también es una condición deseable para cualquier material. En conclusión, dentro de los pimentones rojos el material Dhara presentó las mejores condiciones vegetativas, tanto por su alto potencial productivo como por su precocidad.



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

www.utadeo.edu.co