

Modelo tecnológico

del cultivo de berenjena para la
región Caribe

Modelo tecnológico del cultivo de berenjena para la región Caribe

Autores

Jairo Javier Tapia Coronado
Jorge Cadena Torres
Ender Manuel Correa Álvarez
Nora Cecilia Jiménez Mass
María del Valle Rodríguez Pinto
Pablo Julián Tamayo Molano
Heriberto Arias Bonilla

Mosquera, Colombia, 2015

Modelo tecnológico del cultivo de berenjena para la región caribe / Jairo Javier Tapia Coronado [y otros 6].
- Mosquera, (Colombia): Corpoica, 2015.

138 páginas: ilustraciones, datos numéricos

Incluye referencias bibliográficas

ISBN e-Book: 978-958-740-181-3

1. *Solanum melongena* 2. Semillero 3. Nutrición de las plantas 4. Riego 5. Muestreo del suelo 6. Control biológico 7. Análisis de costos. I. Tapia coronado, Jairo Javier II. Cadena Torres, Jorge III. Correa Álvarez, Ender Manuel IV. Jiménez Mass, Nora Cecilia V. Rodríguez Pinto, Maria del Valle VI. Tamayo Molano, Pablo Julián VII. Arias Bonilla Heriberto

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Corpoica

Centro de Investigación Tibaitatá. Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera, código postal 250047, Colombia.

Esta publicación es el resultado del convenio de cooperación 0181 de 2013 (Contrato 1810) de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), financiado por la Asociación Hortifrutícola de Colombia (Asohofrucol), el Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola (FNFH) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).

Serie: Modelos productivos

Preparación editorial

Editorial Corpoica

editorial.corpoica@corpoica.org.co

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@corpoica.org.co

www.corpoica.org.co

Citación sugerida: Tapia-Coronado, J. J., Cadena-Torres, J., Correa-Álvarez, E. M., Jiménez-Mass, N. C., Rodríguez-Pinto M. V, Tamayo-Molano, P. J., Arias-Bonilla, H. (2015). *Modelo tecnológico del cultivo de berenjena para la región Caribe*. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).

Cláusula de responsabilidad: Corpoica no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido

Introducción.....	11
Capítulo I	
Descripción del área geográfica	13
Características de la zona productora	13
Producción del cultivo.....	15
Producción mundial	15
Producción en el continente americano	17
Producción nacional.....	19
Exigencias edafoclimáticas del cultivo.....	20
Suelos	20
Temperatura.....	21
Humedad relativa.....	22
Luminosidad	22
Capítulo II	
Recursos genéticos	23
Taxonomía y morfología de la planta	23
Variedades sembradas en la región Caribe	24
Corpoica C015	24
Corpoica C029	25
Algunas variedades e híbridos que se comercializan a nivel mundial.....	28
Híbrido Nancy F1.....	28
Capítulo III	
Sistemas de siembra y manejo agronómico.....	29
Selección y obtención de semillas	29
Extracción de semillas.....	29
Semilleros.....	30
Sustratos.....	33
Sustratos orgánicos	33
Sustratos inorgánicos	34
Llenado de bandejas	36
Siembra	37
Manejo del semillero	38
Riego.....	38
Nutrición	39
Manejo sanitario	39

Preparación del terreno	40
Trasplante	42
Distancia de siembra	42
Capítulo IV	
Riegos y drenajes	45
Requerimientos de agua en el cultivo	45
Evapotranspiración de referencia (ETo)	45
Coeficiente del cultivo (k_c)	45
Sistemas de riego	47
Sistema de riego por aspersión	47
Sistema de riego por goteo.....	48
Sistema de riego por gravedad	50
Frecuencias de riego	50
Capítulo V	
Fertilización	51
Importancia de los nutrientes en la producción	51
Nitrógeno	51
Fósforo	51
Potasio.....	52
Azufre.....	52
Calcio	53
Magnesio	53
Hierro	53
Manganeso.....	54
Zinc.....	54
Boro	54
Molibdeno	55
Cloro	55
Análisis de suelos y su interpretación	56
Toma de muestras de suelo.....	56
Proceso de muestreo	57
Materiales para el muestreo.....	57
Suelos del valle del Sinú	59
Fuentes de fertilización y dosis	60
Técnicas de aplicación.....	61
Corrección de suelos con problemas de acidez.....	62

Capítulo VI

Plagas del cultivo y su manejo64

Manejo integrado de plagas	64
Componentes del manejo integrado de plagas	64
Principales plagas de interés en el cultivo de berenjena	67
Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) (Hemíptero: Aleyrodidae).....	67
Thrips palmi	72
Daños al cultivo	72
Ácaros	73
Chinche de encaje (<i>Corythaica cyathicollis</i> , <i>Corytucha</i> sp.)	75
Otras plagas de interés	77

Capítulo VII

Principales enfermedades del cultivo y su manejo81

Etapa de semillero	81
<i>Damping-off</i> : pudrición de plántula o pata seca, complejo de hongos que la ocasionan: <i>Pythium pringsh.</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn., <i>Fusarium</i> Link. <i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc., <i>Phytophthora capsici</i> Leonian	81
Etapa de campo.....	84
Marchitez vascular causada por el hongo <i>Fusarium</i> sp.....	84
Marchitez, añublo sureño, sampuma causada por el hongo <i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.	85
Marchitez bacteriana, dormidera o afligida, por la bacteria <i>Ralstonia solanacearum</i> (Smith)	87
Marchitez por nematodos del nudo causada por el nematodo <i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid & White).....	90
Comparación de los síntomas de marchitez expresados por la planta por ataque de los hongos <i>Fusarium</i> y <i>Sclerotium rolfsii</i> , la bacteria <i>Ralstonia solanacearum</i> y el nematodo <i>Meloidogyne incognita</i>	93
Fumagina (<i>Cladosporium</i> Link: Fr.).....	93
En el fruto.....	94
Marchitamiento, pudrición del cuello y del fruto. <i>Phytophthora capsici</i> Leonian, <i>Phytophthora</i> de Bary	94
Moho gris por <i>Botrytris cinerea</i> Pers.	96
Antracnosis, pudrición del fruto <i>Glomerella cingulata</i> (Stoneman) Spauld. & Schrenk. (anamorfo <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) Penz. & Sacc.)	97
Tizón (<i>Phomopsis vexans</i>)	99
En poscosecha.....	99
<i>Alternaria</i> (Fr.:Fr.) Keissl., <i>Cladosporium</i> Link: Fr.....	99

Capítulo VIII	
Manejo de malezas	101
Capítulo IX	
Prácticas culturales	105
Podas	105
Aclareo de flores y frutos	106
Tutorado.....	108
Capítulo X	
Cosecha.....	110
Capítulo XI	
Poscosecha.....	114
Desinfección, enjuague y secado	114
Empaque de frutos en el hogar.....	115
Temperatura de almacenamiento.....	115
Capítulo XII	
Transformación y agroindustria	117
Capítulo XIII	
Mercados y comercialización	118
Mercado nacional	118
Mercado internacional	118
Berenjena en Estados Unidos.....	119
Proceso de exportación	120
Normas sanitarias	121
Trámites en Colombia para la exportación	123
Capítulo XIV	
Costos de producción	125
Relación costo-beneficio	127
Análisis costo-beneficio (ACB).....	127
Bibliografía.....	129

Índice de figuras

Figura 1	Mapa de zonas productoras de berenjena en la región Caribe	13
Figura 2	Precipitación en los departamentos de la región Caribe	15
Figura 3	Participación de los principales países productores de berenjena ...	16
Figura 4	Principales países exportadores de berenjena	17
Figura 5	Porcentaje de participación por país en la producción de berenjena en América	18
Figura 6	Producción y distribución del cultivo de berenjena en Colombia	19
Figura 7	Producción de berenjena en los departamentos de Córdoba y Sucre ...	20
Figura 8	Variedades C015 y C029	27
Figura 9	Fruto en estado de maduración apto para la obtención de semilla ...	30
Figura 10	Semillero tradicional de berenjena.....	31
Figura 11	a) Bandejas de 128 alvéolos. b) Bandeja de 40 alvéolos.....	32
Figura 12	Desinfección de bandejas	33
Figura 13	Proceso de solarización de sustrato.....	36
Figura 14	Llenado manual de bandejas.....	36
Figura 15	Siembra manual de bandejas	37
Figura 16	Riego de plántulas de berenjena.....	38
Figura 17	Plántulas de berenjena en bandejas.....	38
Figura 18	Utilización de Romme en preparación del terreno	40
Figura 19	Equipo utilizado para descompactar los suelos	41
Figura 20	Lote definitivo para el establecimiento de berenjena	41
Figura 21	a) Plántula de berenjena ideal para trasplante (fuente: Jairo Tapia). b) Trasplante de berenjena en sitio definitivo.....	43
Figura 22	Establecimiento de berenjena en camellones	44
Figura 23	Sistema de riego por goteo.....	48
Figura 24	a) Hueco en 'V'. b) Corte muestra de suelo. c) Depósito de muestra en el balde. d) Mezcla de suelo. e) Depósito de muestra de bolsa plástica. f) Muestra de suelo para laboratorio.....	58
Figura 25	a) Ninfas de mosca blanca. b) Adultos de mosca blanca en berenjena. c) Nótese plantas con follaje ennegrecido con fumagina.....	69
Figura 26	Barreras vivas con sorgo para la protección de plagas.....	70
Figura 27	Enemigos naturales de mosca blanca	71
Figura 28	Biología de <i>Thrips palmi</i>	73
Figura 29	Daño del fruto causado por <i>Thrips palmi</i>	73

Figura 30	Colonia de arañas rojas <i>Tetranychus ludeni</i>	74
Figura 31	Daño causado por ácaros en hojas de berenjena	75
Figura 32	Adultos de <i>Corytuca</i> sp.....	76
Figura 33	Daño de chinche de encaje en hoja de berenjena	76
Figura 34	a) Adulto de <i>Spodoptera</i> sp. b) Daño de <i>Spodoptera</i> sp. en fruto de berenjena.....	78
Figura 35	Daño de crisomélido <i>Diabrotica</i> sp. en hojas y flores de berenjena	79
Figura 36	a) Daño de picudo en tallo de berenjena. b) Larva <i>Faustinus</i> sp. que está alimentándose dentro del tallo de berenjena	80
Figura 37	Plántula con <i>damping-off</i>	82
Figura 38	Síntoma de marchitez por el hongo <i>Fusarium</i> sp.	85
Figura 39	a) Síntoma de marchitez por el hongo <i>Sclerotium rolfsii</i> . b) Esclerocios (estructuras reproductivas del hongo).....	86
Figura 40	Síntoma de marchitez bacteriana por <i>Ralstonia solanacearum</i>	89
Figura 41	Síntoma de marchitez en la planta y nódulos en las raíces por ataque de nematodos	92
Figura 42	Síntomas de marchitez causados por los hongos <i>Fusarium</i> y <i>Sclerotium rolfsii</i> , la bacteria <i>Ralstonia solanacearum</i> y el nematodo <i>Meloidogyne incognita</i>	93
Figura 43	Fruto de berenjena en poscosecha con síntoma de ataque del hongo <i>Phytophthora capsici</i>	95
Figura 44	Fruto con antracnosis, daño causado por el hongo <i>Colletotrichum</i> ..	98
Figura 45	Control de malezas manual.....	104
Figura 46	Poda de formación en berenjena	106
Figura 47	Poda de cojín floral	107
Figura 48	Planta de berenjena volcada	108
Figura 49	Tutorado de plantas de berenjena	109
Figura 50	Número de frutos por cosecha en las variedades Corpoica C015 ..	110
Figura 51	Número de frutos por cosecha en las variedades y Corpoica C029 ..	111
Figura 52	Cosecha de berenjena.....	112

Índice de tablas

Tabla 1	Variables climáticas de los departamentos productores de berenjena de la región Caribe colombiana	14
Tabla 2	Área, producción y rendimiento de los principales países productores de berenjena en el mundo, 2013. Valores de producción en toneladas anuales y área en hectáreas.....	16
Tabla 3	Área, producción y rendimiento de los principales países productores de berenjena en América.....	18
Tabla 4	Resumen de exigencias edafoclimáticas del cultivo de berenjena ...	22
Tabla 5	Valores promedio de sólidos solubles y contenido de acidez de frutos de berenjena en la región Caribe	27
Tabla 6	Características de algunos cultivares e híbridos disponibles en el mercado colombiano.....	28
Tabla 7	Materiales de berenjena comercializados por Nunhems Seeds	28
Tabla 8	Coeficiente del cultivo de berenjena (kc) en las etapas de desarrollo del cultivo	45
Tabla 9	Evapotranspiración del cultivo (mm/día) en las fases de desarrollo de berenjena en función de la temperatura y la humedad relativa.....	46
Tabla 10	Análisis de suelos de los sitios experimentales para la evaluación de 10 genotipos de berenjena en las localidades de Cereté, Sampués y Sevilla. Agosto de 2008.....	60
Tabla 11	Análisis de suelo de un lote particular	62
Tabla 12	Dinámica poblacional de arvenses en el cultivo de berenjena (<i>Solanum melongena</i> L.) en los tratamientos que permanecieron limpios cierto tiempo y después enmalezados hasta el final del ciclo	102
Tabla 13	Plaguicidas permitidos en el cultivo de berenjena	122
Tabla 14	Estructura de costos de producción de berenjena	125

Introducción

La berenjena (*Solanum melongena* L.) es una de las especies vegetales más importantes de la familia de las Solanáceas en el país, después del tomate, el pimentón, la papa y el ají. Su centro de origen se reporta en las áreas tropicales y subtropicales del continente asiático (Aramendiz *et al.*, 2007). De su centro de origen, esta especie fue introducida y cultivada en el continente europeo, durante la Edad Media, gracias a la migración árabe hacia España. En el siglo XX ingresó a Colombia con la llegada y asentamiento de comunidades árabes y asiáticas en la región Caribe colombiana. Allí esta especie tiene gran importancia desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, debido a que a través de los años se ha incorporado en la dieta de sus habitantes; actualmente es un ingrediente fundamental en la culinaria local para la preparación de una gran variedad de platos y recetas, buena parte de origen árabe. Además, tiene la ventaja de que se le reconocen muchos efectos benéficos sobre la salud humana.

Los agricultores dedicados al cultivo de la berenjena en la región Caribe se encuentran dispersos en los departamentos de Córdoba, Sucre, Magdalena y Atlántico y emplean pequeñas áreas y patios para el establecimiento de sus cultivos, situación por la cual la berenjena es considerada una hortaliza de patio y de economía campesina. Por ser bien apetecida en el mercado local, se realiza en la región una producción intensiva en áreas relativamente pequeñas, pues tiene un mercado asegurado, representa buenos retornos económicos a corto plazo y alta rentabilidad para los agricultores. Esto ha favorecido el aumento de las áreas de siembra y la aparición de nuevos agricultores. En la actualidad se siembran alrededor de 295 hectáreas, cifra que tiende a aumentar cada año.

Paulatinamente el cultivo de la berenjena ha tomado importancia económica gracias a su prospección como producto de exportación, en fresco y transformado, a importantes mercados como los de Norteamérica y Europa, teniendo en cuenta algunas ventajas competitivas, por ejemplo: oferta ambiental favorable, producciones durante todo el año, posición geográfica cercana a puertos y producción arraigada a la cultura de los agricultores, entre otras. Del mismo modo en que aumentan las áreas de producción, así también se incrementan las necesidades de conocimiento sobre los factores que afectan al cultivo, su manejo, las producciones y la rentabilidad de los agricultores. Por lo anterior, la construcción de este modelo productivo tiene como

objeto proveer, a la comunidad de asistentes técnicos y agricultores, de una herramienta de fácil comprensión e ilustrativa para el manejo de los aspectos agronómicos y tecnológicos necesarios para la asistencia técnica del cultivo de la berenjena en la región Caribe, de tal manera que los productores estén preparados para competir en los mercados nacionales e internacionales con un producto inocuo y de alta calidad.

Este modelo productivo se construyó mediante entrevistas a los agricultores dedicados a este cultivo por más de treinta años, comercializadores y asistentes técnicos vinculados al manejo del cultivo, así como también mediante la consulta de literatura relevante, disponible en las entidades que realizan investigación en la región, por ejemplo, Corpoica, la Universidad de Córdoba, el ICA y las secretarías de agricultura departamentales. Este documento contiene las recomendaciones actuales para el manejo del cultivo, emanadas de estas entrevistas y de la consulta de dichos documentos.

Capítulo I

Descripción del área geográfica

Características de la zona productora

El Caribe colombiano es el área más septentrional de Suramérica y debe su nombre a que limita con el mar Caribe. Esta región del país se caracteriza por presentar una gran diversidad de ecosistemas, desde bosque seco tropical en la Guajira (subregión Caribe seco), hasta el bosque húmedo tropical en Córdoba (subregión Caribe húmedo) (Ocaribe, 2009).

En general el cultivo de berenjena en la región Caribe se ubica en los departamentos de Córdoba, Sucre, Magdalena, Atlántico y Bolívar (Figura 1). En este territorio el sistema de producción utilizado es el cultivo a libre exposición, ya que se cuenta con una oferta ambiental favorable y una posición geográfica competitiva que facilita su transporte a los centros de consumo más importantes, como son las plazas de mercado y los centros de acopio en las ciudades de Montería, Sincelejo, Cartagena y Barranquilla.

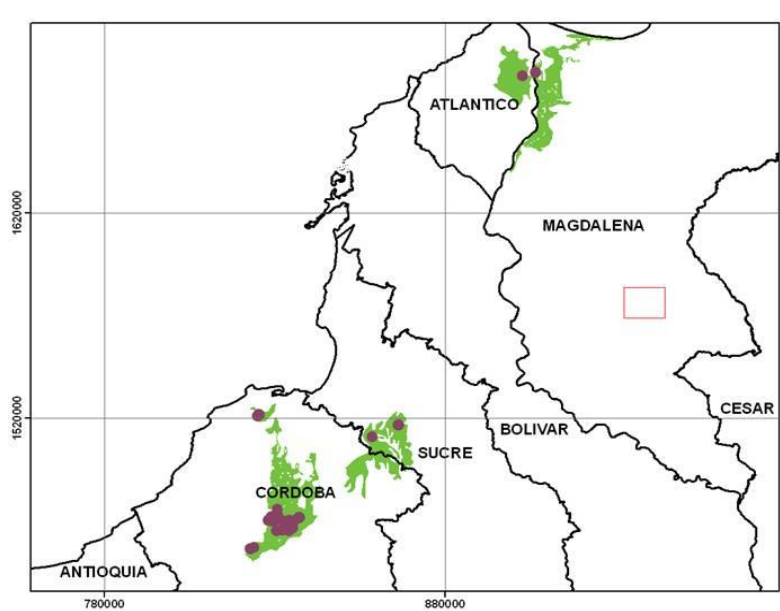


Figura 1. Mapa de zonas productoras de berenjena en la región Caribe.
Fuente: Corpoica (2010)

Durante un recorrido realizado en 2013 por Corpoica en las zonas productoras de la costa Atlántica se encontraron sectores cuyos suelos presentan paisaje de planicie aluvial o lacustre, con relieves planos de inundación, de moderadamente profundos a profundos y litología correspondiente a depósitos aluviales recientes. El pH de los suelos se encuentra entre ligeramente ácido y neutro e incluso se hallaron algunos cultivos en suelos ácidos. La saturación de bases es generalmente alta, con presencia de sales de sodio en algunos sitios.

Tabla 1. Variables climáticas de los departamentos productores de berenjena de la región Caribe colombiana

Departamento	Municipio	Temperatura	Brillo solar	Humedad relativa	Precipitación	Altitud	Piso térmico
		(°C)	(h)	(%)	(mm)	(m s. n. m.)	
Córdoba	Montería	28	5-6	80	1.731	18	Cálido
	Cereté					12	Cálido
	San Carlos					25	Cálido
Sucre	Sincelejo	27	5-6	84	1.639	213	Cálido
	Sampués					Cálido	
	Morroa					Cálido	
	Corozal					Cálido	
	Ovejas	Cálido					
Bolívar	El Carmen de Bolívar	30	6 - 7	76	1.797	152	Cálido
Atlántico	Sabanalarga	28	7-8	80	1.066	99	Cálido
Magdalena	Sevilla	29	7-8	75	1.367	30	Cálido

Fuente: Corpoica (2010)

La figura 2 muestra que las precipitaciones en la región Caribe tienen un comportamiento estacional durante todo el año. Se observa que desde diciembre hasta marzo las precipitaciones son muy bajas, lo cual hace que las áreas de siembra de berenjena se reduzcan y que los rendimientos en producción disminuyan considerablemente, debido a la poca disponibilidad de lluvias. Las precipitaciones empiezan a aumentar considerablemente a mediados de abril. Sin embargo, entre junio y julio hay una disminución de las lluvias, que se incrementan a finales de julio hasta el mes de noviembre. De acuerdo con la disponibilidad de lluvias, las siembras

de berenjena se realizan al comenzar las lluvias en abril y mayo o entre agosto y octubre.

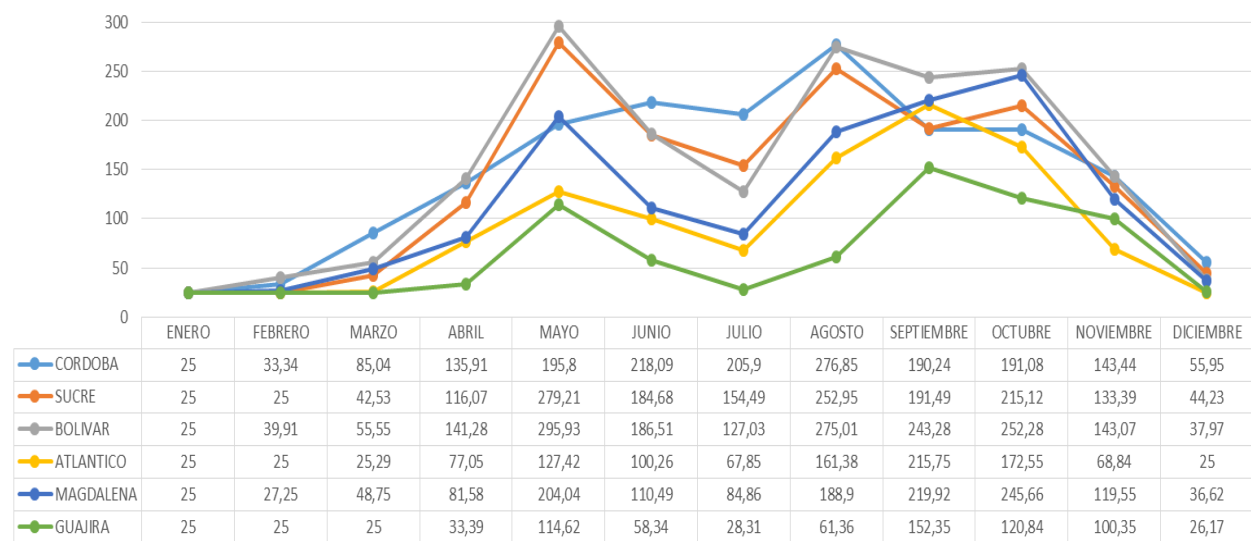


Figura 2. Precipitación en los departamentos de la región Caribe
Fuente: Agronet (2014)

Producción del cultivo

Producción mundial

Conforme a datos estadísticos (Faostat, 2013), la producción mundial de berenjena es de más de 46 millones de toneladas al año; China e India son los principales productores de esta hortaliza, con volúmenes de producción anual de 27,7 millones de toneladas y 11,8 millones de toneladas, respectivamente. Así las cosas, se calcula que más del 90% de la producción se concentra entre China e India; el primero de estos es el responsable del 64,32% de la producción mundial y el segundo del 27,62%. Les siguen en importancia, aunque con una participación muy reducida, Egipto con un 2,7%, Turquía 1,9%, Indonesia 1,2%, Japón 0,75%, Italia 0,57%, España 0,47% y el resto de países productores que solo aportan el 0,5% (figura 3).

En contraste, en Colombia la producción es muy pequeña, alcanza 2.616 toneladas anuales, con una participación muy baja en el contexto mundial (tabla 2).

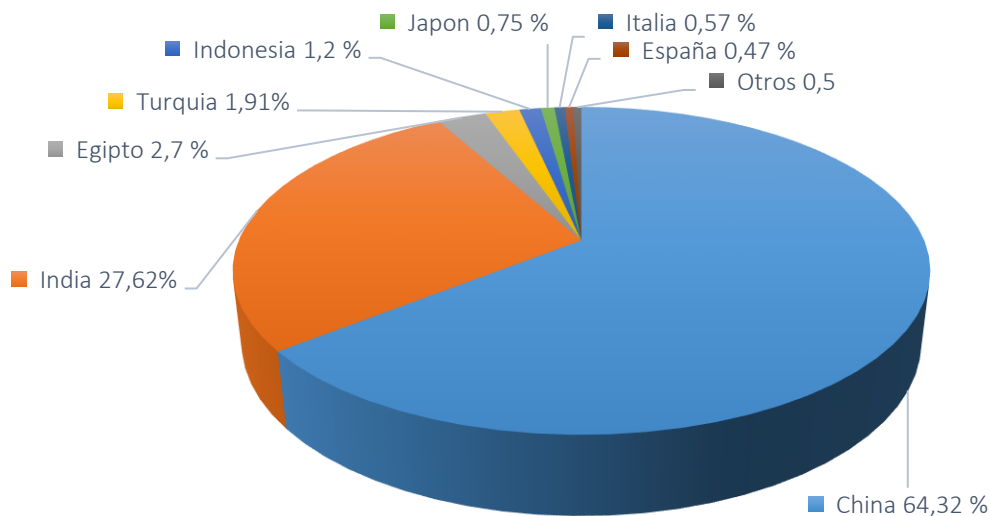


Figura 3. Participación de los principales países productores de berenjena
Fuente: Faostats (2013).

Tabla 2. Área, producción y rendimiento de los principales países productores de berenjena en el mundo, 2013. Valores de producción en toneladas anuales y área en hectáreas

País	Área cosechada (ha)	Producción anual (t/año)	Rendimiento (t/ha)
China	787.000	27.700.000	35,20
India	680.000	11.896.000	17,50
Indonesia	52.233	519.481	9,94
Egipto	45.020	1.166.430	25,9
Irán	38.785	1.215.025	31,3
Turquía	25.355	821.770	32,40
Irak	19.917	452.05	22,70
Japón	10.000	322.4	32,20
Sri Lanka	11.320	116.67	10,31
Italia	9.423	243.319	25,80
Siria	6.656	141.674	21,29
España	3.268	202.245	61,90
Azerbaiyán	5.924	98.121	16,56
Costa de Marfil	10.214	85.729	8,39
Pakistán	8.490	84.707	9,98
Estados Unidos	1.922	62.313	32,40
México	1.091	62.477	57,20
Honduras	508	19.645	38,67
Colombia	295	2.616	8,90

Fuente: Faostats (2013)

Por otra parte, España y México son los países con mayor volumen de exportación a nivel mundial, con un 25% y 16% de las exportaciones anuales, respectivamente, seguidos de Jordania con 13% y Holanda 13%. China, que es el mayor productor de esta hortaliza, se ubica en el quinto lugar con el 6% de las exportaciones de berenjena del mundo. La diferencia en cuanto a producción y exportaciones de berenjena de China es muy marcada, debido a que la mayor parte es producida en ese país y se comercializa en los mercados nacionales (figura 4).

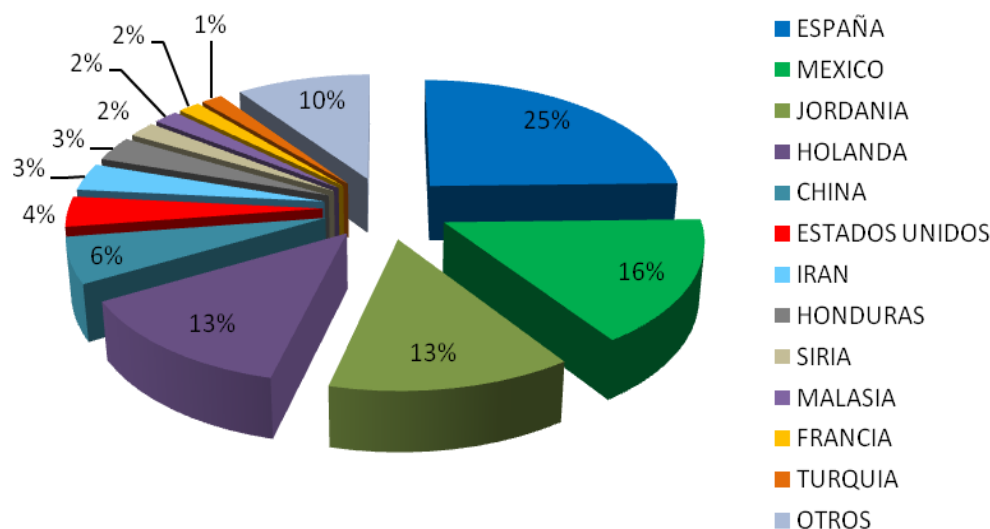


Figura 4. Principales países exportadores de berenjena
Fuente: FAO (2010).

Producción en el continente americano

La mayor producción de berenjena en el continente americano se concentra en México y Estados Unidos, con 62.477 y 62.313 toneladas anuales, respectivamente. Le siguen en su orden Honduras con 19.645 toneladas, Venezuela con 6.192 toneladas y Colombia con 2.616 toneladas (Faostat, 2013). Estados Unidos y México participan con más del 80% de la producción en el continente americano. Colombia cuenta solamente con el 1,7% de la producción total del continente americano.

Con respecto al rendimiento por hectárea, los datos de la FAO indican que México, Honduras y Estados Unidos presentan los mejores rendimientos con 57,27, 38,67 y 32,42 toneladas por hectárea, respectivamente. Colombia aparece en las estadísticas

de la FAO con unos rendimientos de 8,87 toneladas por hectárea; es uno de los países con menor rendimiento regional. Sin embargo, se estima que los rendimientos de la berenjena en la región Caribe son en promedio de 20,0 toneladas por hectárea. Lo anterior indica que la importancia de esta especie hortícola apenas está comenzando a ser reconocida y se requiere de la tecnificación del cultivo, con programas de investigación y mejoramiento tecnológico que favorezcan el rendimiento y la calidad del fruto (tabla 3 y figura 5).

Tabla 3. Área, producción y rendimiento de los principales países productores de berenjena en América

País	Área cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimientos (t/ha)
México	1.091	62.477	57,27
Estados Unidos	1.922	62.313	32,42
Honduras	508	19.645	38,67
Venezuela	480	6.192	12,90
Colombia	295	2.616	8,87
Haití	72	835	11,60
Perú	65	422	6,49
Martinica	19	357	18,79

Fuente: Faostats (2013).

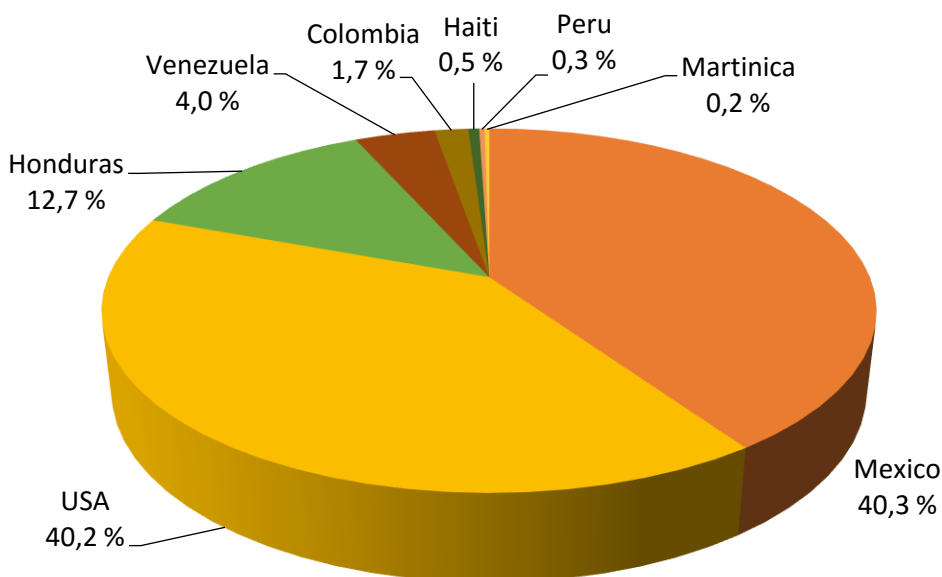


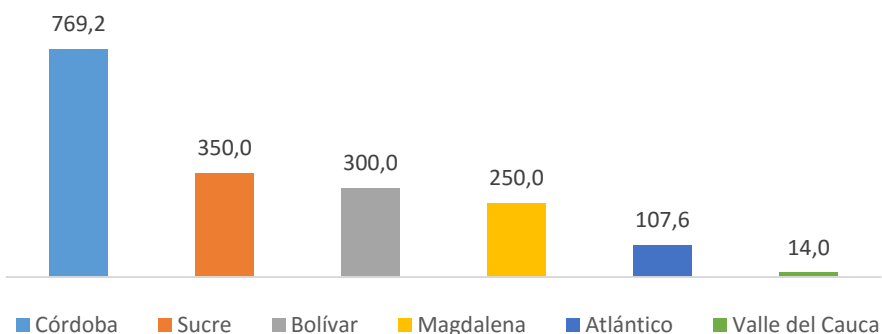
Figura 5. Porcentaje de participación por país en la producción de berenjena en América

Fuente: Faostats (2013).

Producción nacional

El sistema de producción de berenjena en la región Caribe es el cultivo a libre exposición y los rendimientos oscilan entre 7 y 40 t/ha-1, teniendo en cuenta el nivel de tecnología implementado por el agricultor. La diferencia en los rendimientos está ligada a la capacidad tecnológica instalada por el productor y a la oferta medioambiental imperante en una localidad productora en particular. La producción de berenjena en nuestro país se encuentra concentrada principalmente en la región Caribe, específicamente en los departamentos de Córdoba, Sucre, Bolívar, Atlántico y Magdalena. Según datos de Agronet (2013), el departamento con mayor producción de berenjena es Córdoba con 769,2 toneladas anuales, seguido de Sucre con 350, Bolívar con 300, Magdalena con 250 y Atlántico con 107,6 (figuras 6 y 7).

Producción de berenjena en Colombia (Ton)



Distribución de la producción de berenjena en Colombia

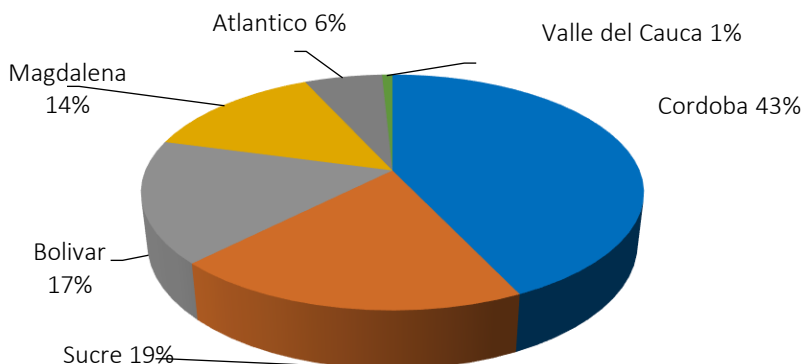


Figura 6. Producción y distribución del cultivo de berenjena en Colombia
Fuente: Agronet (2013).

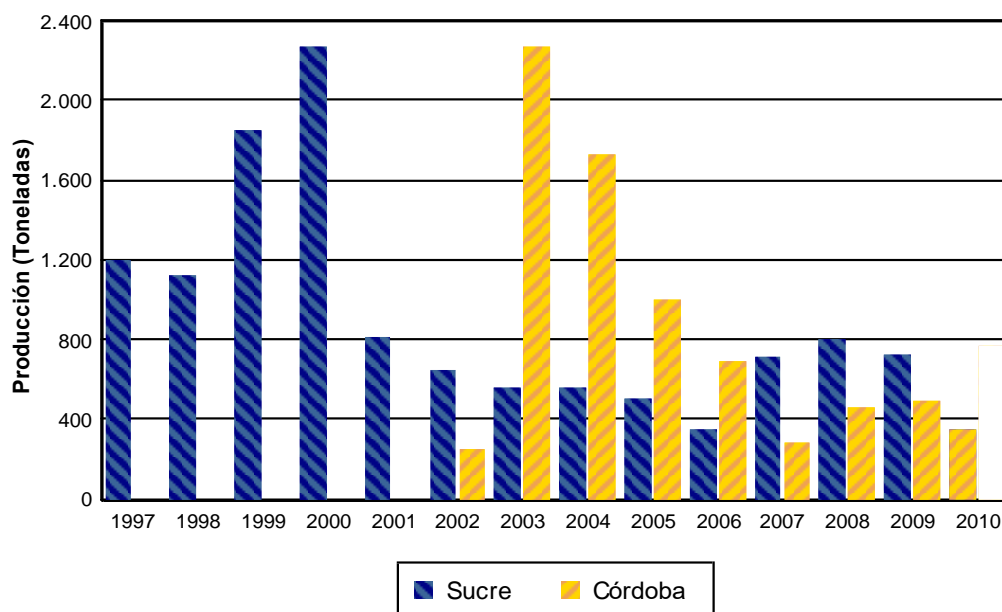


Figura 7. Producción de berenjena en los departamentos de Córdoba y Sucre
Fuente: Faostats (2013).

Exigencias edafoclimáticas del cultivo

Suelos

En general, para la siembra comercial de berenjena se recomiendan suelos fértiles, profundos, sueltos, de buen drenaje y textura arenosa. El suelo debe estar libre de barreras físicas que afecten el desarrollo del sistema de raíces de la planta, puesto que este es de tipo pivotante, moderadamente profundo. La profundización de la raíz está influenciada por la estructura y textura del suelo. Si este está compactado o es demasiado arcilloso, las raíces no lograrán una profundización adecuada y se limitará el desarrollo de la planta. La berenjena es moderadamente tolerante a la acidez en el suelo: puede resistir un pH hasta de 5,5, aunque el pH ideal del suelo fluctúa entre 6,0 y 6,8. Valores de pH menores de 5,5 afectan la disponibilidad de algunos nutrientes, como calcio, fósforo, magnesio y molibdeno, además de ocasionar problemas de toxicidad de aluminio y manganeso.

La berenjena es muy sensible al exceso de humedad en el suelo y no tolera suelos con problemas de mal drenaje, por lo que se debe mantener una humedad adecuada

durante el ciclo de crecimiento del cultivo, especialmente en el valle del Sinú (Córdoba), donde los suelos se caracterizan por presentar pH adecuado (5,8 a 6,5), contenidos medios a altos de bases (Ca, Mg, Na, K), textura arcillosa, con una baja macroporosidad y mal drenaje. Un suelo con mal drenaje puede ocasionar una reducción en el área funcional de las raíces, crecimiento reducido de la planta, bajos rendimientos, aumento de incidencia de enfermedades como la marchitez causada por hongos del género *Fusarium* y por *Sclerotium rolfsii*. Por tal motivo es fundamental realizar canales de drenaje para evacuar el agua de escorrentía y prevenir inundaciones por fuertes lluvias. Además, en este tipo de suelos se recomienda realizar la siembra en camellones, con el fin de disminuir el efecto del mal drenaje de estos suelos sobre el cultivo y así reducir el riesgo de ataque de enfermedades. En general, este cultivo se adapta bien en los suelos de los departamentos de Córdoba, Sucre, Atlántico y Magdalena.

Temperatura

La berenjena es una planta que se adapta muy bien a las condiciones ambientales de los países tropicales. Se desarrolla mejor en regiones secas y de clima caliente con temperatura media de 25°C; no soporta frío excesivo, heladas ni demasiada humedad en la floración (Ribeiro et al., 1998; Concellón et al., 2007). La temperatura durante el día debe oscilar entre 25 y 30°C para satisfacer las necesidades de la planta y con ello una mayor eficiencia en la fotosíntesis (Lee et al., 2002). Por otra parte, temperaturas por encima de 32°C aceleran la maduración de frutos y cuando por periodos prolongados superan los 35°C el polen se vuelve no viable e impide la plena fertilización y la formación de frutos (Ribeiro et al., 1998; Souza y Resende, 2006). El cultivo soporta relativamente bien las temperaturas elevadas, siempre que la humedad sea adecuada, llegando a tolerar hasta 40-45 °C (Serrano, 1976; Infoagro, 2003). Por encima de estos valores el fruto sufre ablandamiento, como consecuencia de una reducción en la presión de Turgor, exclusión de aire, degradación térmica de la pectina de la lamela media y gelatinización de los almidones.

Los cultivares que presentan frutos alargados son generalmente más resistentes a altas temperaturas que los cultivares de frutos redondos (Vifinex, 2001). Además, existen cultivares adaptados a condiciones de temperaturas e iluminación baja, por su capacidad de producir frutos partenocárpicos, es decir, sin fecundación o fecundación escasa, lo cual da lugar a la formación de pocas semillas.

Humedad relativa

La humedad relativa óptima para el cultivo de berenjena fluctúa entre 50% y 65% (Aramendiz et al., 2008b). También el cultivo tolera humedades relativas altas (superiores a 80%). Las humedades relativas muy elevadas, sin embargo, favorecen el desarrollo de enfermedades y dificultan la fecundación. De otro lado, cuando la humedad y la temperatura son elevadas y la luminosidad es insuficiente, se produce una floración deficiente, caída de flores, frutos deformes, reducción del rendimiento y disminución del crecimiento. Efectos similares ocurren cuando la humedad relativa es baja (Wang et al., 1980; Vifinex, 2001; Infoagro, 2003). Otro estudio (Sun et al., 1990) se refiere a la influencia de los cambios climáticos sobre la floración y revela que las altas temperaturas y excesos de precipitación tienen una influencia negativa en la formación de frutos, cinco días después de la polinización. El estudio concluye que la reducción en la formación de frutos es de 0,83% por cada milímetro de incremento en la precipitación y de 5,89% por el incremento de 1°C de la temperatura máxima; para este trabajo, la humedad relativa y la duración de la luminosidad muestran un efecto menor (Sun et al., 1990).

Luminosidad

El color del fruto es una característica genéticamente determinada. Sin embargo, algunos factores ambientales, como la nutrición, la temperatura y principalmente las condiciones de luminosidad, pueden tener un efecto importante sobre la composición de los flavonoides y por tanto en la coloración final del fruto (Kittas et al., 2006). La berenjena es una planta de grandes necesidades calóricas y exigente en luminosidad; requiere de 10 a 12 horas de luz por día para su desarrollo vegetativo, floración y cuajado de fruto (tabla 4).

Tabla 4. Resumen de exigencias edafoclimáticas del cultivo de berenjena

Suelo	Temperatura (T)	Humedad relativa	Luminosidad
Suelos fértiles, profundos, sueltos y de buen drenaje. pH entre 6,0 y 6,8. Valores de pH menores de 5,5 pueden afectar la disponibilidad de algunos nutrientes, como el calcio, el fósforo, el magnesio y el molibdeno; además, se presentan problemas de toxicidad del aluminio.	Entre 25 y 30°C. Puede llegar a soportar temperaturas hasta 40-45 °C.	Entre 50 y 65%. Sin embargo, el cultivo soporta HR entre 80% y 85%. Alta humedad relativa puede favorecer el desarrollo de enfermedades.	Requiere de 10 a 12 horas de luz.

Capítulo II

Recursos genéticos

Taxonomía y morfología de la planta

De las angiospermas, la berenjena (*Solanum melongena* L.) se encuentra dentro de los siguientes taxones:

Clase: Magnoliopsida. Tribu: Solaneae
Subclase: Lamiidae. Género: Solanum
Superorden: Solananae. Subgénero: Leptostemonum
Orden: Solanales. Sección: Melongena
Familia: Solanaceae. Serie: Incaniformia
Subfamilia: Solanoideae. Especie: *Solanum melongena* L.

La familia Solanaceae está compuesta por 83 géneros que engloban unas 1.000 a 1.400 especies de amplia distribución por todo el mundo, especialmente en zonas templadas y tropicales (D'Arcy, 1975).

La planta es de días neutros (florece independientemente de la duración del día); también es de tipo arbustivo y de tallo semileñoso, con hábitos de crecimiento que pueden ser postrado, intermedio y erecto, así como con presencia y ausencia de espinas y con varias ramificaciones. Tiene una altura de 0,80 a 1,80 m, dependiendo del genotipo y la fertilidad del suelo. Su sistema radicular puede alcanzar profundidades de 1,0 m y ser manejada como cultivo anual y como perenne, dependiendo de las condiciones ambientales (Aramendiz *et al.*, 2008).

Las hojas son simples, con o sin presencia de espinas, alternadas, pecioladas y lobuladas, y su tamaño puede ser ovalado u oblongo-ovalado, con mucha o poca pilosidad, de 15 a 25 cm de largo (Kraup y Konar, 2004). El cojín floral de la berenjena puede poseer de una a cinco flores; y la longitud del pedúnculo oscila de 0.8 a 3.65 cm, algunas son hermafroditas y otras estaminadas, formando de uno hasta dos frutos por cojín floral. El cáliz presenta de cinco a diez sépalos de color verde y soldados, frecuentemente con espinas (Aramendiz *et al.*, 2008b).

El fruto es una baya que puede tener diferentes formas: redonda, ovalada, oblonga, alargada, y varía en tamaño de pequeños a grandes. Su color puede ser negro, blanco, morado, violeta, verde, etc., normalmente brillantes. Además, presenta de pocas a muchas semillas (Serrano, 1976; Rylski *et al.*, 1984; Kallo, 1993; Regina *et al.*, 1995; Pérez, 2006).

Variedades sembradas en la región Caribe

Las variedades utilizadas para la siembra en el Caribe son las mismas que originalmente llegaron a Colombia con los inmigrantes árabes y libaneses, las cuales han sido conservadas y multiplicadas por años por los agricultores de esta región.

Con el fin de sentar las bases para el inicio de un programa de mejoramiento genético de dicha especie, se adelantó por parte de investigadores de Corpoica y la Universidad de Córdoba un proyecto para la recolección de los genotipos criollos utilizados por los campesinos en la región Caribe. Después de tres años de investigaciones, en las cuales se llevó a cabo el estudio, caracterización y evaluación de los genotipos recolectados, y después de superar las pruebas de adaptabilidad exigidas por el ICA, se seleccionaron dos genotipos para multiplicar y entregar la semilla a los productores: Corpoica C015 y Corpoica C029. Estos genotipos son los que actualmente siembran los agricultores y se seleccionaron por presentar los mejores atributos de fruto para el mercado regional y mostrar rendimientos de campo superiores a las 30 t/ha en las zonas productoras de los departamentos de Córdoba, Sucre, Atlántico y Magdalena. A continuación se describen las características de dichas variedades.

Corpoica C015

Es una variedad de berenjena con frutos de color lila, que se adapta muy bien a zonas productoras en los municipios de Cereté, Sampués, Sevilla y Sabanalarga en los departamentos de Córdoba, Sucre, Magdalena y Atlántico. El fruto se caracteriza por su color lila, es de forma ovoide, longitud de 20 cm y más de 6 cm de ancho. El inicio de la floración se da aproximadamente a los 50 días después del trasplante y la cosecha inicia a los 67 días después del trasplante. La variedad C015 tiene un rendimiento potencial de más de 50 t/ha, dependiendo de las condiciones ambientales y las características de cada región o zona productora. Sus características son:

- Sitio de colecta
 - Departamento de Córdoba
 - Municipio de Cereté
 - Vereda Retiro de los Indios
 - Nuevo Horizonte
 - Nombre común: lila campana
 - Propietario agricultor: Sergio González
- Adaptación: zonas productoras en los municipios de Cereté, Sampedra, Sevilla y Sabanalarga, en los departamentos de Córdoba, Sucre, Magdalena y Atlántico, respectivamente.
- Distancia de siembra recomendada: arreglos 1,1 × 1,1 m o 1,2 × 1,2 m
- Color del fruto: lila
- Forma del fruto: alargada
- Longitud promedio del fruto: 20,0 cm
- Ancho promedio del fruto: 6,72 cm
- Acidez: 1,28
- Índice de madurez: 4,81
- Grados Brix: 5,83
- Inicio de floración: 46,55 días después del trasplante
- Inicio de cosecha: 62,75 días después del trasplante
- Periodo de llenado del fruto a cosecha: 16,2 días
- Rendimiento experimental:
 - Cereté: 54,17 t/ha⁻¹
 - Sampedra: 25,58 t/ha⁻¹
 - Sevilla: 35,03 t/ha⁻¹
 - Sabanalarga: 19,22 t/ha⁻¹
 - Promedio: 31,43 t/ha⁻¹
- Peso promedio por fruto: 293 gramos
- Número de frutos de primera categoría en 15 cosechas (frutos/planta): 13,34
- Número de frutos de segunda categoría en 15 cosechas (frutos/planta): 1,57
- Número total de frutos en 15 cosechas (frutos/planta): 15,00

Corpoica C029

Esta variedad se adapta bien a zonas productoras en los municipios de Cereté, Sampedra, Sevilla y Sabanalarga, en los departamentos de Córdoba, Sucre, Magdalena y Atlántico, en su orden. A diferencia de la variedad C015, el fruto se

caracteriza por tener un color morado oscuro a negro, forma alargada, una longitud de más de 20 cm y más de 6 cm de ancho. La floración y la cosecha inician aproximadamente a los 45 y 62 días después de trasplante, respectivamente. Esta variedad presenta un rendimiento potencial de 55 t/ha, dependiendo de la zona productora. Características:

- Sitio de colecta del material:
 - Departamento de Córdoba
 - Municipio de San Carlos
 - Vereda El Tajo
 - Nombre común: morada o negra
 - Propietario agricultor: Carlos Bertel
- Adaptación: zonas productoras en los municipios de Cereté, Sampués, Sevilla, Sabanalarga, en los departamentos de Córdoba, Sucre, Magdalena y Atlántico.
- Distancia de siembra recomendada: arreglos a 1,1 × 1,1 m o 1,2 × 1,2 m
- Color del fruto: morado oscuro a negro
- Forma del fruto: larga
- Longitud del fruto: 22,3 cm
- Ancho del fruto: 6,50 cm
- Acidez: 1,68
- Grados Brix: 5,24
- Índice de madurez: 3,10
- Inicio de floración: 45,9 días después de trasplante
- Inicio de cosecha: 63,85 días después de trasplante
- Periodo de llenado del fruto a cosecha: 17,95 días
- Rendimiento experimental:
 - Cereté: 49,70 t/ha⁻¹
 - Sampués: 30,42 t/ha⁻¹
 - Sevilla: 37,56 t/ha⁻¹
 - Sabanalarga: 18,08 t/ha⁻¹
 - Promedio: 31,43 t/ha⁻¹
- Peso promedio por fruto: 307,9 gramos
- Número de frutos de primera categoría en 15 cosechas (frutos/planta): 14,90
- Número de frutos de segunda categoría en 15 cosechas (frutos/planta): 1,67
- Número total de frutos a cosecha en 15 cosechas (frutos/planta): 15,44



Figura 8. Variedades C015 y C029
Fuente: Jorge Cadena.

Los contenidos de sólidos solubles o grados Brix y la acidez de los frutos de las variedades C015 y C029 son muy similares. Estudios realizados por Corpoica sobre los contenidos de grados Brix de frutos de varios genotipos de berenjena, evaluados en varios ambientes, encontraron que no hubo interacción genotipo*localidad, por lo cual los materiales genéticos presentan valores similares de grados Brix, acidez e índice de madurez en varios ambientes en la región Caribe. Solo se presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) para los genotipos y no se encontraron diferencias entre las localidades (tabla 5).

Tabla 5. Valores promedio de sólidos solubles y contenido de acidez de frutos de berenjena en la región Caribe

Tratamientos (accesiones)	Grados Brix (%)	Contenido acidez (%)	Índice de madurez – IM
C010	5,35 b	1,55 a	3,47 b
C015	5,83 a	1,28 b	4,81 a
C022	5,18 b	1,68 a	3,06 b
C029	5,23 b	1,68 a	3,10 b
C030	5,53 ab	1,22 b	4,75 a
C036	5,16 b	1,28 b	4,53 a
M003	5,31 b	1,15 b	4,82 a
S006	5,17 b	1,16 b	4,62 a
Promedio	5,35	1,37	4,14
Desviación estándar	0,35	0,18	0,54
CV%	6,63	13,31	13,04

En promedio los materiales genéticos presentaron grados Brix de 5,35, acidez de 1,37% e índice de madurez de 4,14. Es un valor bajo comparado con el contenido de grados Brix en frutas dulces, como el banano, el cual presenta 18%, mango, 13% y maracuyá, 14%. Por lo anterior, se considera que la berenjena no es una fruta particularmente dulce, pues presenta en general bajos valores de grados Brix.

Tabla 6. Características de algunos cultivares e híbridos disponibles en el mercado colombiano

Cultivar	Inicio de cosecha (días después de trasplante)	Color fruto	Forma	Peso promedio fruto (g)	Distancia de siembra	Rendimiento o potencial	Empresa comercializadora
C015	67	Lila	Ovoide	293	1,1 × 1,1 m o 1,2 × 1,2 m	53,7	Corpoica, Universidad de Córdoba
C029	61	Morado oscuro a negro	Ovoide a largo	307,9	1,1 × 1,1 m o 1,2 × 1,2 m	55,3	Corpoica, Universidad de Córdoba
Long Purple	90	Morado	Oblonga o alargada		0,9 × 0,5 m	-	Semicol

Además de estas variedades de tipo criollo, en las tiendas de insumos de la región Caribe se ofrece también a los agricultores una semilla importada denominada Long Purple, cuyos rendimientos y calidad del fruto son inferiores a los de las variedades criollas. Esta semilla es distribuida por casas comercializadoras de semilla.

Algunas variedades e híbridos que se comercializan a nivel mundial

Híbrido Nancy F1

Es un híbrido de tamaño pequeño, que pesa entre 60 y 80 g, color púrpura negro. Este material se caracteriza por tener una elevada producción, es una planta vigorosa, apta para cultivar en invernadero y campo abierto, apropiada para embutidos y para cocinar. El híbrido es comercializado por Nirit Seed Ltd. (<http://www.niritseeds.com/>).

Tabla 7. Materiales de berenjena comercializados por Nunhems Seeds

Variedad	Ciclo	Vigor	Forma fruto	Color fruto	Destino
Elisa F1	Muy precoz	Medio	Ovalada	Púrpura oscuro medio	MF
Tirrenia F1	Precoz	Elevado	Redondeada	Púrpura oscuro	IN-MF

Capítulo III

Sistemas de siembra y manejo agronómico

Selección y obtención de semillas

Para iniciar un cultivo es importante la utilización de semillas certificadas, puesto que para esta especie no existe todavía un programa de certificación de semillas criollas. Corpoica y la Universidad de Córdoba, establecieron un programa de producción de semilla genética de las variedades Corpoica C015 y C0129, las cuales están disponibles para los productores. Igualmente, para el caso de los híbridos y variedades importadas, las semillas se pueden conseguir en almacenes agropecuarios.

En el caso de los cultivares criollos, los agricultores pueden también obtener la semilla para las próximas siembras a partir de los cultivos instalados en campo. En estos casos se deben tener en cuenta ciertos aspectos que permitan seleccionar y obtener semillas provenientes de plantas sanas, vigorosas, de buena producción y con frutos grandes y sanos. Las recomendaciones son las siguientes:

1. Obtener la semilla de variedades o materiales genéticos reconocidos en el mercado local.
2. Visitar parcelas en etapa productiva de agricultores exitosos, seleccionar plantas sanas con las características típicas del material genético.
3. Marcar las plantas o frutos seleccionados con cintas de colores.
4. Dejar madurar los frutos marcados en la planta.
5. Cosechar los frutos maduros, empacar y transportar a un sitio limpio, provisto de agua potable para la extracción de la semilla.

Extracción de semillas

Se deben cosechar frutos maduros que estén libres de plagas y enfermedades, provenientes de una planta sana con un tamaño aproximado de 25 a 30 cm, dependiendo de la variedad. Para la extracción de semilla el fruto se golpea suavemente y se divide en dos partes iguales con un cuchillo previamente desinfectado con hipoclorito de sodio (Clorox®) en dosis de un centímetro cúbico por cada litro de agua. Posteriormente, en un balde con agua potable se introducen las

dos mitades del fruto de berenjena y se desprende con la mano la semilla y su placenta. Luego, con la ayuda de un colador, se retiran los restos de placenta, trozos de pulpa y semilla que se encuentren sobrenadando en el agua hasta que solo quede la semilla al fondo del balde. Se retira el exceso de agua, se recogen las semillas que permanecen en el fondo del balde y se ponen a secar a la sombra en papel toalla, de dos a tres días. Una vez que estén secas se guardan en recipientes desinfectados en lugares frescos y secos.

Tras obtener las semillas se debe proceder a realizar pruebas de germinación utilizando 50 a 100 semillas, las cuales se colocan en varias capas de papel periódico o servilletas. Se cubren con varias capas del mismo papel, se les agrega suficiente agua y después durante cinco a seis días se observa y cuenta el número de semillas que germinaron.



Figura 9. Fruto en estado de maduración apto para la obtención de semilla
Fuente: Juan Sande.

Semilleros

La producción de plántulas sanas, libres de patógenos, es un procedimiento de vital importancia para lograr éxito en el cultivo, ya que el establecimiento de la población

adecuada de plantas en el campo depende de la sanidad y calidad de las plantas que se lleven al terreno.

Con relación a la obtención de la semilla para la siembra del cultivo de berenjena, en la región Caribe año 2010, el 98% de los agricultores la obtienen del cultivo anterior, seleccionando frutos provenientes de plantas sanas y con destacada producción. El 2% restante obtienen plántulas para sembrar directamente en los lotes vecinos, con un costo promedio de \$70 por plántula.

Los semilleros para la siembra de la berenjena deben establecerse por lo menos con un mes de anticipación a la siembra. Los semilleros no se ubican cerca o debajo de árboles que impidan la entrada de la luz y que ocasionen daños por caída de ramas y descargas fuertes de agua, y no se deben hacer directamente en el suelo (figura 10). Así mismo, hay que protegerlos de vientos fuertes que puedan perjudicar las plántulas, tumbándolas, torciéndolas o hiriéndolas con polvo o arenilla.



Figura 10. Semillero tradicional de berenjena
Fuente: Nora Jiménez.

Para siembras más tecnificadas se recomienda la utilización de bandejas plásticas, las cuales se pueden adquirir en almacenes agropecuarios y varían en cuanto al número de celdas y profundidad. Las más aconsejables para la berenjena son las bandejas de 128 celdas o alvéolos, con 6 a 8 cm de altura. La producción de plántulas en bandejas se realiza en lugares sombreados, con protección y cobertura de malla o plástico antiáfidos y antitrips, con el fin de producir plántulas libres de enfermedades y plagas (Fernández-Bravo *et al.*, 2006). Para facilitar las labores por parte de los operarios, las bandejas deben ser puestas en mesas con altura de

0,80 a 1,0 m del suelo. En cada celda ponen de dos a tres semillas. Cuando las plántulas emitan la tercera hoja definitiva, se hace un raleo con tijeras y se deja una sola planta que generalmente es la más vigorosa.

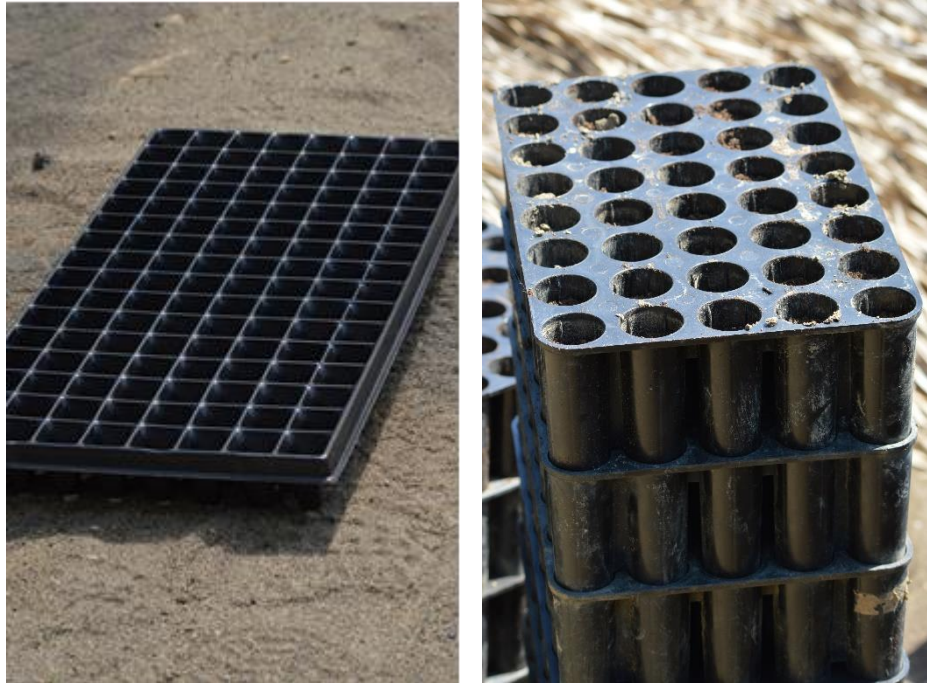


Figura 11. a) Bandejas de 128 alvéolos. b) Bandeja de 40 alvéolos
Fuente: Juan Sande.

Las bandejas que hayan sido usadas para una plantulación anterior se deben desinfectar con el fin de evitar problemas fitosanitarios con el semillero. Hay que recordar que en la producción de hortalizas la etapa de semilleros es la más importante para obtener un buen establecimiento del cultivo y una buena producción.

Para la desinfección de las bandejas primero se deben retirar los residuos de sustrato de la producción anterior golpeándolas suavemente con la mano y luego lavándolas con agua potable a presión, con la ayuda de una manguera. Para prevenir la contaminación de las plántulas con hongos y bacterias, se deben desinfectar las bandejas sumergiéndolas en una solución de hipoclorito de sodio o yodo agrícola, a razón de 5 a 10 mL por litro de agua y agitándolas por unos 30 segundos (Jaramillo *et al.*, 2007). Luego se ponen a secar al sol para usarlas en el llenado de sustrato y posterior siembra.



Figura 12. Desinfección de bandejas
Fuente: Juan Sande.

Sustratos

Existen varias clases de sustrato disponibles en el mercado o que se pueden elaborar dentro de una finca para el llenado de las bandejas o la preparación de semilleros para berenjena. Cuando se produzcan los sustratos en finca es importante que el proceso sea supervisado por un ingeniero agrónomo y que regularmente se evalúe su calidad física, química y microbiológica.

Sustratos orgánicos

Materiales de alto contenido nutritivo, principalmente con altos contenidos de nitrógeno y fósforo. Entre estos encontramos los siguientes:

Lombricompuesto: permite reciclar el material orgánico disponible en la finca; es el mejor por sus partículas finas y porque aporta tanto macro como microelementos; también aporta compuestos como enzimas, aminoácidos y otras moléculas que actúan en el proceso nutricional de las plantas (Escobar et al., 1998).

Compost: residuos orgánicos de estructura fina y descompuesta, como excrementos de animales, residuos de plantas, etc. Físicamente aumentan la aireación y el

contenido de humedad y químicamente absorben los nutrientes evitando su lavado (nitrógeno y potasio) y liberando lentamente la solución en forma de nutrientes. Deben contener entre 35% y 50% de materia orgánica con relación al peso volumétrico y se emplean en mezcla con sustratos inactivos o inorgánicos como la turba, la perlita, la fibra de coco o la cascarilla de arroz. Es importante tener en cuenta la altura de la pila, el volteo regular del material y la toma de registros de temperatura.

Turbas: sustratos orgánicos naturales de uso más generalizado en horticultura. Son el resultado de la descomposición completa de árboles de las zonas templadas (especialmente del género Sphagnum) y se producen en países de las zonas templadas como Canadá, Alemania, Finlandia, Suiza, Irlanda y Rusia, entre otros; varían según su edad y su origen (Palacios, 1992). Las turbas ofrecen las mejores condiciones para la germinación y el enraizamiento en semilleros, pero no aportan nutrientes, tienen alta capacidad de intercambio de cationes y de retención de humedad y un alto grado de porosidad; aunque son ácidas (pH entre 3,5 y 4,5), en el mercado se encuentran turbas con pH corregido (5,5 a 6,5) y un contenido de materia orgánica de 95%.

Cascarilla de arroz: sustrato orgánico que se obtiene en los molinos provenientes del procesamiento del grano de arroz. Presenta una baja descomposición por su alto contenido de sílice, elemento que al arroz le confiere tolerancia contra insectos y organismos patógenos. Se debe usar en mezcla con otros sustratos, hasta en un 30%. Debido a sus características favorece el buen drenaje y la aireación, presenta baja retención de humedad y baja capilaridad. Su permeabilidad es elevada, su pH es neutro y su conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico son bajas. Es un material rico en potasio y fósforo y pobre en nitrógeno. Debe quemarse a un 80% para evitar problemas con plagas y enfermedades y posibles trazas de pesticidas. La cascarilla quemada al 100% pierde propiedades físicas y químicas que no la hacen recomendable como sustrato (Burés, 1997).

Sustratos inorgánicos

Pueden ser de origen mineral o de la industria plástica. Su característica principal es la muy baja influencia sobre los procesos bioquímicos en la zona radical.

Arena: la arena de granulometría comprendida entre 0,2 y 2 mm y la grava entre 2 y 20 mm tienen composición y propiedades dependientes de su material de origen. Se obtiene en canteras o ríos, de naturaleza silíceas, aporta peso al sustrato y mejora la estructura. Se debe evitar la presencia de sales. Su pH es variable, pero cercano a la neutralidad. Se considera químicamente inerte, sin capacidad de intercambio catiónico (CIC). Es uno de los sustratos más económicos y usados del mundo. Mejora la aireación y el drenaje.

Rocas volcánicas: según su origen, tienen características diversas. Conviene distinguir algunos grupos que han sido más estudiados en aplicación hortícola y que difieren en sus propiedades más importantes, como las zeolitas y las puzolanas, aun cuando todos los grupos son ricos en minerales. Las zeolitas son silicatos hidratados, cristalinos, con alta porosidad abierta; debido a esto su capacidad para absorber agua, nutrientes y aire es muy elevada. En un material de 2 a 5 mm de partículas, la microporosidad apta para la retención hídrica es del 10% y la capacidad de aireación (AFP) es mayor del 50%, o puede descender a menos del 20% en el caso de partículas más finas.

Ensayos realizados por Corpoica y la Universidad de Córdoba determinaron que un sustrato muy adecuado para la berenjena es la mezcla de lombriabono (70%), arena (20%) y aluvión (10%). Este sustrato, sin embargo, debe desinfectarse utilizando productos como oxiclورو de cobre, Dazomet y Trichoderma. En este último caso se recomienda la aplicación de 50 cc por cada 10 litros de agua.

Otro método para desinfectar sustratos es la solarización, método físico que utiliza la energía calórica irradiada por el sol; para ello se cubre el suelo o sustrato húmedo con coberturas plásticas transparentes, lo que hace que la temperatura aumente hasta el punto que controle hongos patógenos, bacterias, nematodos, malezas e insectos (Jaramillo *et al.*, 2012).



Figura 13. Proceso de solarización de sustrato.
Fuente: Corpoica

Llenado de bandejas

Se debe llenar con el sustrato desinfectado el mayor número de bandejas, al mismo tiempo, para evitar diferencias de humedad. Si el llenado es manual, las bandejas se ubican sobre una estructura para facilitar la labor del operario, luego se llenan con la mezcla de sustrato distribuyéndolo de manera uniforme en toda la bandeja. Se debe golpear suavemente la bandeja contra una superficie dura para que no queden cámaras de aire en los alvéolos, sino que, por el contrario, el sustrato se distribuya uniformemente por todas las cavidades, luego se pasa una regla de madera por encima, a fin de retirar los excesos de sustrato (Jaramillo *et al.*, 2007).



Figura 14. Llenado manual de bandejas
Fuente: Juan Sande.

Siembra

Luego de llenar las bandejas se debe proceder a marcar las celdas para sembrar. Las celdas se marcan por tres razones: compactar un poco el medio, buscando que la semilla quede centrada en la celda, para un desarrollo radicular más distribuido en el medio y que las plantas queden con el espacio necesario para un buen desarrollo, y para que la semilla al taparla quede a la profundidad deseada o ideal del cultivo que estemos sembrando (EDA, 2007).

Para ubicar la semilla es necesario hacer en todo el centro del cono un orificio de 0,5 cm de diámetro y de 2 o 3 mm de profundidad poniendo un marcador y ejerciendo una leve presión. Se pone una semilla por sitio, se tapa con una capa fina del sustrato y se pasa una regla de madera para retirar los sobrantes. En los sistemas más avanzados de siembra mecanizada el llenado se hace por medio de una máquina sembradora. No es conveniente llenar bandejas con mucha anticipación a la siembra porque se compacta el sustrato por pérdida de humedad. Al momento de la siembra, todos los conos de las bandejas deben tener la misma cantidad de sustrato, igual nivel de llenado y contenido de humedad. Es importante recordar que la profundidad de siembra está dada por la regla según la cual una semilla de hortaliza no se profundiza más de dos veces su tamaño (Jaramillo *et al.*, 2007). Una vez sembrada la semilla se tapa con el mismo medio e inmediatamente se realiza un riego con el objetivo de humedecer completamente el sustrato, ya que la semilla necesita absorber agua para iniciar su desarrollo y posterior germinación. El proceso de germinación ocurre aproximadamente cinco días después de la siembra.



Figura 15. Siembra manual de bandejas

Fuente: Juan Sande.



Figura 16. Riego de plántulas de berenjena
Fuente: Juan Sande.



Figura 17. Plántulas de berenjena en bandejas
Fuente: Jairo Tapia.

Manejo del semillero

Riego

El riego y la fertilización son muy importantes para un óptimo desarrollo de las plántulas. Es importante conocer la procedencia del agua para riego y en lo posible realizar monitoreos y análisis periódicos con el fin de conocer su calidad. Se recomienda regar entre dos y tres veces al día, dependiendo de las condiciones

ambientales del lugar. Según Jaramillo *et al.* (2007), la frecuencia de riego en el semillero se establece de acuerdo con el tipo de suelo o sustrato, tipo de semillero, la especie sembrada y las condiciones climáticas de cada región. Además, el mismo autor indica que un exceso de humedad en los semilleros puede favorecer el ataque de hongos del suelo que producen *damping-off*. Para regar se pueden utilizar bombas de espalda de 20 litros, sistemas de riego por aspersión automatizados dentro del invernadero o regaderas, dependiendo del tipo de agricultor. Lo importante es tener calibrados los tiempos de riego y de esta manera no incurrir en errores de manejo.

Nutrición

Cuando se utilizan sustratos inertes como turba se requiere un plan de fertilización tanto edáfico como foliar. Se recomienda diluir en agua un fertilizante completo tipo 10-30-10 o 15-15-15 en dosis de 10 gramos por litro de agua, y aplicarlo al semillero tratando de humedecer el suelo, preferiblemente en horas de la tarde (Jaramillo *et al.*, 2007). Este fertilizante edáfico se debe aplicar cuando las plántulas tengan dos hojas verdaderas.

Luego, cuando la plántula tenga cuatro hojas verdaderas, se procede a utilizar fertilizantes foliares tipo Nutrifoliar en dosis de 2 mL/litro de agua. Se pueden realizar de dos a tres aplicaciones de fertilizante foliar, dependiendo del tipo de sustrato que se use para el semillero.

Manejo sanitario

La sanidad de las plántulas de berenjena en invernadero está ligada a la productividad y posterior desarrollo del cultivo. Por tal motivo es supremamente importante realizar prácticas de prevención que impidan la proliferación de plagas y enfermedades que afecten a las plántulas. Estas prácticas son: utilizar semilla certificada o conocer su procedencia (si son de variedades criollas), desinfectar las bandejas si vienen de una plantulación anterior, mantener el semillero libre de malezas y plagas, que sean fuentes de patógenos y trasmisoras de virus, evitar regar excesivamente (no encharcar), desinfectar el sustrato y no reutilizar el sustrato de la plantulación anterior. Otra medida de prevención en la producción de plántulas es aplicar periódicamente *Trichodermae* sp. en el semillero utilizando dosis de 1 mL/litro de agua

Preparación del terreno

Generalmente, en las prácticas de labranza el objetivo es hacer una corrección física en los primeros centímetros de profundidad del suelo, a fin de disminuir la resistencia a la penetración de las raíces, lo que equivale a bajar un poco la densidad aparente, aumentar la macro y la mesoporosidad, así como mejorar la infiltración del agua y del aire. Cuando los suelos son de textura arcillosa, para su preparación se recomienda la utilización de uno o dos pases de rastra pesada y de uno o dos pases posteriores de un rastrillo pulidor con el fin de evitar terrones que pueden ser obstáculos para el trasplante y desarrollo radicular de las plántulas de berenjena. Es importante tener en cuenta que cuando se realiza este tipo de preparación el suelo toma una consistencia suelta y las plantas quedan susceptibles al volcamiento, por lo cual es necesaria la práctica de tutorado.



Figura 18. Utilización de Romme en preparación del terreno
Fuente: Jairo Tapia.

Cuando existen capas endurecidas en los primeros centímetros de profundidad del perfil del suelo, se hace necesario realizar la preparación con labranza vertical, mediante la utilización de un arado de cincel. El objetivo de esta labor es romper las capas compactas en el perfil del suelo y mejorar el drenaje interno, lo que garantiza que el agua no permanezca en la zona de raíces; así se evitan el encharcamiento y problemas de patogenicidad asociados a la humedad del suelo. Además, dicha labor permite que, cuando las precipitaciones disminuyan considerablemente, el agua ascienda por capilaridad hasta la zona radicular de las plantas. El cincel viene equipado con discos para cortar los rastrojos que no sean recogidos por los ganchos.



Figura 19. Equipo utilizado para descompactar los suelos
Fuente: Jairo Tapia.

Si la siembra se realiza en suelos bajos, con drenajes internos lentos y texturas arcillosas o limosas, como los suelos del valle del Sinú medio, se recomienda realizar caballones para evitar que los excesos de humedad perjudiquen los cultivos.



Figura 20. Lote definitivo para el establecimiento de berenjena
Fuente: Mario Madera.

Trasplante

En la región Caribe los agricultores prefieren sembrar el cultivo de berenjena, principalmente, en el primer semestre del año, sobre todo en abril y mayo, con el inicio de las lluvias, aunque una menor proporción hace siembras en septiembre y octubre.

El trasplante a sitio definitivo se debe realizar cuando las plántulas tengan de 5 a 6 hojas verdaderas y una altura de 10a 15 cm, lo cual ocurre aproximadamente a los 30 días después de haber sembrado la semilla. Tan pronto se inicie la preparación de semilleros, debe también empezar el acondicionamiento del lote para la siembra definitiva.

Antes del trasplante deben hacerse labores como control de malezas en los canales de riego y drenaje, mecanización del lote e incorporación de residuos de cosechas anteriores. En caso de que el lote provenga de varias cosechas anteriores de berenjena, se deben incorporar los residuos para destruir el inóculo de hongos existentes, principalmente *Sclerotium*, *Phytophthora* y *Colletotrichum*, los cuales pueden sobrevivir en los residuos de cosecha. También es necesario trazar zanjas profundas para el drenaje subsuperficial en lotes con suelos arcillosos. Otra labor es el establecimiento de los caballones y el diseño del sistema de riego que se va a utilizar. La labor final previa al trasplante es el trazado, ahoyado y humedecimiento de los huecos para la siembra de las plántulas.

Distancia de siembra

La expresión del potencial de los rendimientos de las plantas está en función de las relaciones poblacionales (competencia) idóneas por los recursos limitados (de luz, agua y nutrientes, principalmente), ya que otras prácticas como las de protección de cultivos (control de fitoparásitos y artrópodos plagas) tienen como fin el resguardo de los rendimientos expresados. Para el cultivo de berenjena, los agricultores utilizan distancias de siembra desde 0,9 hasta 2 metros entre surcos y distancias entre plantas desde 0,5 hasta 2 metros; esto indica que no se tiene un criterio unificado de las densidades poblacionales que induzca los máximos rendimientos.

Aunque la densidad de 1 metro entre surcos y 1 metro entre plantas puede arrojar los mayores rendimientos, puede ser muy riesgosa y costosa, ya que al presentarse lluvias frecuentes durante el periodo de producción se incrementan las pérdidas por pudrición de frutos, podas de hojas bajas, destalles, tutorados, sobrecostos de fertilización, etc. En general, para la región Caribe se aconseja la utilización de distancias de siembra de 1,2 m × 1,2 m o 1,30 m × 1,30 m.

Para el caso de las variedades Corpoica C015 y C029, producto de evaluaciones realizadas en tres localidades del Caribe colombiano, la distancia de siembra recomendada es en cuadro a 1,1 m entre surcos y 1,1 m entre plantas. También se sugiere la siembra en cuadro a 1,2 m entre surcos y 1,2 m entre plantas, para densidades de población entre 6.900 y 8.000 plantas/ha. Al momento de la siembra se aconseja la incorporación de lombriabono y se complementa con la aplicación de Trichoderma en dosis de 100 cc/20 litros de agua; ambos productos deben ser aplicados directamente en el hueco o sitio de trasplante.

El hoyado para el trasplante se hace de 20 cm × 20 cm a una profundidad de 20 cm usando cavador, pala cuchara o palanca. Se recomienda realizar el trasplante en horas de la tarde. Así se asegura que plántulas con raíz desnuda tengan un buen establecimiento en campo. Si las lluvias se suspenden es conveniente regar manual o técnicamente.



Figura 21. a) Plántula de berenjena ideal para trasplante (fuente: Jairo Tapia). b) Trasplante de berenjena en sitio definitivo
Fuente: Nora Jiménez



Figura 22. Establecimiento de berenjena en camellones
Fuente: Juan Sande.

Capítulo IV Riegos y drenajes

Requerimientos de agua en el cultivo

La berenjena requiere 8 mm de agua al día (8 litros por planta), en las etapas de floración y fructificación, para que exprese su máximo potencial de rendimiento. En la práctica, los investigadores utilizan la siguiente fórmula como un método indirecto para estimar la cantidad de agua que necesita un cultivo:

$$UC = ET_0 \times k_c$$

Donde:

UC = uso consuntivo o consumo de agua del cultivo

ET₀ es la evapotranspiración de referencia y k_c es el coeficiente del cultivo.

Evapotranspiración de referencia (ET₀)

Es la combinación de dos procesos separados por los cuales el agua se pierde de la superficie de un cultivo, la evaporación y la transpiración de las plantas. La evaporación es el proceso por el cual el agua líquida se pierde de la superficie en forma de vapor de agua. La transpiración, consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera, igualmente, en forma de vapor. Los cultivos pierden agua predominantemente a través de los estomas o pequeñas aberturas en la hoja de la planta, a través de las cuales los gases y el vapor de agua de la planta escapan hacia la atmósfera.

Coeficiente del cultivo (k_c)

Su valor depende del tipo de cultivo y, dentro de este, del estado fenológico y la edad de la planta, y del porcentaje de cobertura vegetal. En el valle del Sinú se adelantaron estudios para determinar los valores de k_c para las diferentes fases de desarrollo del cultivo de la berenjena (tabla 8).

Tabla 8. Coeficiente del cultivo de berenjena (k_c) en las etapas de desarrollo del cultivo

	Etapa vegetativa	Etapa de floración	Etapa de fructificación	Cosecha
Kc	0,25	1,65	1,41	1,72

Fuente: Sánchez *et al.* (2004).

Según lo anterior, los valores de consumo diario de agua para el cultivo de la berenjena, en el departamento de Córdoba, se calcularon en 2, 4, 6 y 8 mm/día para las etapas vegetativas, floración, fructificación y cosecha, respectivamente. De acuerdo con trabajos realizados en Brasil por Embrapa, se ha calculado la evapotranspiración del cultivo de la berenjena en mm/día, a distintos valores de humedad relativa y temperatura, para cada fase del cultivo (Tabla 9).

Tabla 9. Evapotranspiración del cultivo (mm/día) en las fases de desarrollo de berenjena en función de la temperatura y la humedad relativa

Humedad relativa (%)	Temperatura (°C)	Fase			
		Inicial	Vegetativa	Fructificación	Cosecha
40	10	2,6	3,3	4,6	4,0
	15	3,3	4,3	6,0	5,2
	20	4,2	5,5	7,7	6,6
	25	5,2	6,8	9,5	8,1
	30	6,3	8,2	11,4	9,8
50	10	2,2	2,8	3,9	3,3
	15	2,8	3,6	5,0	4,3
	20	3,5	4,6	6,4	5,5
	25	4,3	5,6	7,9	6,8
	30	5,2	6,8	9,5	8,2
60	10	1,7	2,2	3,1	2,6
	15	2,2	2,9	4,0	3,5
	20	2,8	3,6	5,1	4,4
	25	3,5	4,5	6,3	5,4
	30	4,2	5,4	7,6	6,5
70	10	1,3	1,7	2,3	2,0
	15	1,7	2,2	3,0	2,6
	20	2,1	2,7	3,8	3,3
	25	2,6	3,4	4,7	4,1
	30	3,2	4,1	5,7	4,9
80	10	0,9	1,1	1,5	1,3
	15	1,1	1,4	2,0	1,7
	20	1,4	1,8	2,6	2,2
	25	1,8	2,3	3,2	2,7
	30	2,1	2,7	3,8	3,3

Fuente: Embrapa (1998).

Para calcular la cantidad de agua que requiere el cultivo de la berenjena, según su estado de desarrollo, basta con multiplicar los valores de evapotranspiración (ET₀), típicos de su zona de cultivo, acordes a la temperatura y humedad relativa, por los valores de coeficientes del cultivo (k_c), según la etapa de desarrollo.

Sistemas de riego

Existen diferentes sistemas de riego que pueden ser utilizados para los cultivos; los más usados son los riegos por gravedad, aspersión y por goteo. Para elegir el sistema se debe tener en cuenta el costo de inversión, la topografía del lote, el tipo de suelo, la disponibilidad de una fuente hídrica, disponibilidad de energía eléctrica para el bombeo (si aplica) y de los materiales que compongan el sistema de riego.

El riego de la berenjena se recomienda en época seca, entre noviembre y abril. En esta época es cuando se encuentran los mejores precios de la berenjena en el mercado, debido a que la oferta del producto disminuye considerablemente, ya que las precipitaciones disminuyen a tal punto que son nulas en algunos meses y esto implica que las áreas de siembra y los rendimientos disminuyan. Ante esta situación, los productores con mayor capacidad de inversión aprovechan esta eventualidad para usar sistemas de riego que les permitan mantener su producción y rendimiento.

En la región Caribe la mayor parte de los agricultores de berenjena utilizan el riego suplementario; el más frecuente es el sistema de riego por aspersión (72% de los agricultores), seguido por el de goteo (19% de los usuarios) y el riego por gravedad (8% de los agricultores). El equipo de riego está generalmente conformado por una electrobomba, mangueras de distribución y aspersores. Se encuentran también unos pocos agricultores que riegan manualmente utilizando bombas de espalda. A continuación se describen algunas características de cada sistema de riego.

Sistema de riego por aspersión

El riego por aspersión es un método mecanizado o presurizado, ya que necesita de mecanismos que generen presión para mover el agua desde la fuente hasta el objetivo. Con este método no es necesario nivelar el suelo, y se puede regar un cultivo recién sembrado sin causar problemas de erosión o de daños a las plántulas recién sembradas (Cisneros, 2005).

Una desventaja del sistema de riego por aspersión es que deja caer el agua entre los surcos, favoreciendo el desarrollo de malezas, y además la velocidad y dirección del

viento varían el patrón de mojado del agua en el suelo. Otro inconveniente es que aumenta la incidencia de enfermedades debido al incremento de la humedad relativa.

Sistema de riego por goteo

Se suministra gota a gota el agua a las plantas para que reciban la cantidad exacta, de acuerdo con los requerimientos del cultivo, en su etapa de desarrollo. A diferencia del riego tradicional y de aspersión, aquí el agua se conduce desde el depósito o la fuente de abastecimiento a través de tuberías y en su destino se libera gota a gota justo en el lugar donde se ubica la planta. El agua se infiltra en el suelo produciendo una zona húmeda restringida a un espacio concreto, el cual funciona vertical y horizontalmente, formando lo que llama, por su forma, bulbo de humedad. El riego por goteo es más localizado, suministra el agua y nutrientes en sitio de siembra de la planta; además, se pueden realizar fertiirrigaciones, acompañadas por insecticidas aplicados al suelo, lo que disminuye los costos de las aplicaciones y permite un uso más racional del producto.



Figura 23. Sistema de riego por goteo

Fuente: Juan Sande.

Los sistemas de riego por aspersión y goteo son los más eficientes en el uso y distribución del agua, pero también son los más costosos, ya que requieren de materiales y equipos para un correcto funcionamiento técnico.

La distancia entre los goteros está determinada por la distancia de siembra, de tal manera que cada planta tenga su propio gotero. En suelos de textura arenosa los goteros deben ir más juntos para que el humedecimiento de las raíces sea

homogéneo, sin que exista desperdicio de agua y nutrientes, ya que en estos suelos la infiltración del agua es más rápida. Para el caso de suelos con textura arcillosa, los cuales tienen una tasa baja de infiltración, no es recomendable usar goteros con alto volumen de descarga, ya que pueden provocar escorrentía.

Ventajas del riego por goteo

- Aplicación exacta y localizada del agua: se aplica con precisión a un volumen restringido del suelo, de acuerdo con la distribución de las raíces del cultivo.
- Equilibrio apropiado entre el aire y el agua del suelo: el volumen mojado por el riego por goteo contiene por lo general más aire (oxígeno) que el riego por aspersión (Sneh, 2006).
- Al disminuir la superficie humedecida por el riego por goteo se minimizan las pérdidas de agua por evaporación.
- Evita el desperdicio de agua en los bordes de la parcela: con el riego por goteo el agua no se extiende más allá de los límites de la parcela, como ocurre con el riego por aspersión.
- Disminuye la infestación de malezas.
- A diferencia del riego por aspersión, el viento no afecta el riego por goteo.
- Reduce la incidencia de enfermedades del follaje y de los frutos, ya que el riego no moja los tallos ni el follaje de las plantas, lo cual minimiza el impacto ambiental por el menor uso de pesticidas.
- No interfiere con las labores agronómicas como aplicación de plaguicidas, raleo, cosecha y demás actividades del cultivo.
- Fertirrigación: se puede realizar una aplicación integrada del agua y los nutrientes; esto implica que se disminuyan las pérdidas por lixiviación, se incremente la disponibilidad de los nutrientes y se economice mano de obra requerida para la aplicación de los fertilizantes.

Desventajas

- Riesgo de obturación: las pequeñas dimensiones de los conductos por el cual fluye el agua hace que los goteros sean susceptibles a taparse por partículas sólidas, materia orgánica en suspensión, entre otras.
- El costo de inversión es alto, lo cual hace que sea difícil su adopción para la mayoría de los pequeños y medianos productores.
- La profundidad de exploración de las raíces se disminuye.

Sistema de riego por gravedad

El riego por gravedad es el más económico y técnicamente funciona muy bien si se hace una buena adecuación del terreno y una correcta construcción de los surcos. Generalmente este sistema de riego es utilizado por pequeños y medianos agricultores, para lo cual las plantas se establecen en caballones y reciben el agua desde la fuente, impulsada por una motobomba, que asciende por capilaridad al desplazarse en su recorrido por gravedad por el surco. Este sistema demanda un alto consumo de agua, es decir, es ineficiente en su utilización. Por lo tanto, el riego por gravedad solo se utiliza donde haya una alta disponibilidad de agua. Es de anotar que la tendencia es a utilizar sistemas de riego que no demanden grandes cantidades de agua y que al mismo tiempo sean eficientes y que ayuden a ahorrar los recursos no renovables.

Frecuencias de riego

Técnicamente la frecuencia de la aplicación de riego se realiza principalmente de acuerdo con la etapa fenológica en la que se encuentre el cultivo, que necesita más agua a medida que va creciendo; la mayor exigencia se da en la etapa de fructificación. En sistemas de riego por goteo la frecuencia de aplicación es diaria, en tanto que en sistemas de surco y aspersión la aplicación es cada tres o cuatro días, dependiendo de las condiciones ambientales (lluvias y evaporación).

En términos generales, para implementar un sistema de riego se necesita determinar la capacidad de almacenamiento del suelo a la profundidad de la raíz de la planta, los requerimientos del cultivo en su etapa de máxima exigencia, las condiciones climáticas del sitio donde se desea instalar el sistema y la oferta de la zona relacionada, como fuentes de agua y disponibilidad de electricidad y el asesoramiento de personal experto en el tema.

Capítulo V Fertilización

Para su crecimiento las plantas necesitan oxígeno, dióxido de carbono, agua, nutrientes y luz. Por lo tanto, es importante considerar factores como el manejo de nutrientes y riego con el fin de obtener adecuados rendimientos del cultivo. La cantidad de fertilizante en el cultivo de la berenjena se basa en los requerimientos nutricionales del cultivo y la disponibilidad de los nutrientes en el suelo. Es por ello, que el principio para obtener los mejores resultados está en una sincronización entre los requerimientos del cultivo y la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Para el cálculo exacto de la cantidad de fertilizantes o abonos a aplicar en el cultivo de la berenjena se debe conocer la disponibilidad de nutrientes a través de un análisis de suelo.

Importancia de los nutrientes en la producción

Nitrógeno

Es el nutriente que más afecta al crecimiento y la producción de la berenjena por su fácil asimilación, lo que lo convierte en un elemento fundamental en la formación de aminoácidos, proteínas, enzimas, ácidos nucleicos, clorofila, alcaloides y bases nitrogenadas ideales para obtener un rápido crecimiento. También promueve la formación de flores, frutos y regula la maduración de la planta. Un adecuado nivel de nitrógeno contribuye a un fuerte crecimiento de la planta y mejora el color y tamaño del fruto (Jaramillo *et al.*, 2007; Noticias Agrícolas Colinagro). Una de las funciones más importantes del nitrógeno es su acción directa sobre el incremento de la masa seca porque favorece el crecimiento del tallo y el follaje y así contribuye a la formación de frutos. La deficiencia de nitrógeno se manifiesta con un alargamiento en las plantas, tallos delgados y hojas también delgadas y erguidas. Las hojas inferiores presentan un color verde pálido hasta casi amarillo, y cuando la deficiencia es severa toda la planta se vuelve de un color empaldecido (Jaramillo *et al.*, 2012).

Fósforo

Es importante en la fotosíntesis, la respiración, la transferencia de energía, y en la división y el alargamiento celular; promueve el crecimiento y desarrollo de las raíces, mejora la calidad del cultivo y es vital para la formación de semillas, aumenta la

resistencia a enfermedades y juega un papel importante en la fotosíntesis y en la respiración celular necesaria para el desarrollo de estructuras reproductivas y del sistema radical (Jaramillo *et al.*, 2007). Además, el fósforo también es valioso para el metabolismo energético de la planta porque pertenece a las moléculas AMP, ADP y ATP. Forma parte de los ácidos nucleicos ADN y ARN. La deficiencia de fósforo disminuye drásticamente la floración, la producción y calidad del fruto, crea raquitismo en la planta, expresado en tallos delgados y fibrosos con una coloración púrpura opaca y se presenta poca floración y cuajado de frutos (Jaramillo *et al.*, 2012).

Potasio

Es vital para la fotosíntesis y esencial para la síntesis de proteína, con lo cual ayuda a la planta a hacer un uso más eficiente del agua. Por su efecto osmorregulador activa las enzimas, tiene resistencia a enfermedades, ayuda a las plantas a soportar el estrés causado por nematodos y, sobre todo, mejora considerablemente la calidad de los cultivos y sus cosechas. Además, este elemento tiene importancia preponderante en el llenado, la firmeza y la calidad organoléptica del fruto e interfiere en la uniformidad de la maduración (Jaramillo *et al.*, 2012). La deficiencia de potasio puede ser similar a una insuficiencia de magnesio, ya que ambas se manifiestan primero en las hojas viejas; sin embargo, la de potasio se caracteriza por una clorosis entre las nervaduras, las cuales rápidamente se tornan de color bronce y luego se necrosan, los entrenudos se acortan, hay pérdidas en el rendimiento y falta de vigor en las plantas, los frutos presentan una maduración irregular, reducen su tamaño y su calidad (Jaramillo *et al.*, 2012).

Azufre

Es esencial en la formación de proteínas, ya que hace parte de algunos aminoácidos. Pertenece a las enzimas y vitaminas y es necesario en el desarrollo de la clorofila, que ayuda a mantener el color verde, estimula el crecimiento vigoroso y la producción de semilla (Jaramillo *et al.*, 2012). La deficiencia de magnesio se manifiesta en plantas pequeñas; los tallos son delgados, leñosos y alargados, con hojas rígidas y curvadas hacia abajo; se desarrolla una clorosis intervenal verde-amarilla a amarilla; tallos, venas y peciolo adquieren una coloración púrpura; las manchas necróticas pueden aparecer en las márgenes y puntas de las hojas más viejas y sobre el tallo; además, los frutos son de baja calidad con maduración incompleta. Esta carencia es similar a

la de nitrógeno, pero para el azufre los síntomas se manifiestan en las hojas más jóvenes por la poca movilidad de este elemento (Jaramillo *et al.*, 2012).

Calcio

Es un elemento esencial porque interviene en la estabilidad de la membrana plasmática y en la integridad de la célula, ya que es un componente básico de la lámina media de la pared celular en forma de pectatos de calcio. Estos últimos son los que le confieren consistencia y cierto grado de rigidez a la pared celular; así ayudan a preservar la estructura de las membranas celulares al regular su permeabilidad (Jaramillo *et al.*, 2012). La presencia de pectatos de calcio en las paredes celulares protege los tejidos contra el ataque de hongos; por otra parte, es un elemento importante en el crecimiento del tubo polínico (Rodríguez & Flórez, 2004).

Magnesio

Es un mineral constituyente de la clorofila, de modo que está involucrado activamente en la fotosíntesis y ayudando a la vez en el metabolismo de los fosfatos, la respiración de la planta y la activación de numerosas enzimas. Es necesario para la formación de azúcares, propicia la formación de aceites y grasas e interviene en la traslocación del almidón, razón por la que juega un papel importante en el llenado de los frutos (Jaramillo *et al.*, 2012). La deficiencia de magnesio está en las hojas más viejas de la planta, las cuales presentan clorosis marginales que van progresando hacia el centro como una clorosis intervenal; las venas permanecen verdes y aparece un moteado necrótico en las hojas cloróticas (amarillas). Estas hojas se curvan hacia el haz, se necrosan y caen prematuramente. En casos severos se da la muerte de las hojas viejas, toda la planta se vuelve amarilla y se reduce la producción (Jaramillo *et al.*, 2012).

Hierro

Participa en el proceso respiratorio y en la fotosíntesis e interviene en la formación de la clorofila, por lo cual es indispensable en la formación de alimentos en la planta. El hierro, asociado al cobre, manganeso y boro, aumenta el contenido de lignina, compuesto orgánico que cumple funciones de sostén y protección de la planta contra el ataque de organismos causantes de enfermedades (Jaramillo *et al.*, 2012). Su

deficiencia se presenta en las hojas terminales, con una clorosis uniforme en los márgenes que se extiende por toda la hoja; las venas también se vuelven cloróticas, se disminuye el crecimiento de la planta (con hojas más pequeñas que lo normal) y las flores se caen (aborto de la planta). Con el tiempo, la clorosis puede pasar a las hojas más viejas (Jaramillo *et al.*, 2012).

Manganeso

Es parte de las enzimas que participan en la respiración y síntesis de proteína y sirve como activador para una variedad de reacciones enzimáticas, como la oxidación, la reducción y la hidrólisis. El manganeso es particularmente importante en relación con la fotosíntesis, pues puede tener influencia directa o indirecta sobre cloroplastos, sitio donde la energía lumínica del sol se convierte en energía química (Jaramillo *et al.*, 2012). La deficiencia de este elemento aparece en los brotes terminales de la planta, como sucede con la deficiencia de hierro, y se caracteriza por la aparición de manchas cloróticas sobre la hoja, las cuales se unen y forman una clorosis general conservando las venas verdes (Jaramillo *et al.*, 2012).

Zinc

Es indispensable en la formación de clorofila y componente esencial de varias enzimas, entre ellas las que promueven el crecimiento. Interviene en la utilización del agua y otros nutrientes. El zinc, asociado con el magnesio, boro y calcio, aumenta la fortaleza de la membrana celular de las raíces y actúa como obstáculo a la penetración de organismos patógenos (Jaramillo *et al.*, 2012). Cuando hay deficiencia de este elemento la planta presenta entrenudos delgados y cortos; las hojas son pequeñas y gruesas, con manchas cloróticas irregulares de color verde amarillo y áreas necróticas; las hojas basales muestran clorosis café anaranjado; se produce aborto de flores y los frutos que se desarrollan permanecen pequeños, madurando prematuramente (Jaramillo *et al.*, 2012).

Boro

Actúa sobre la diferenciación de tejidos y la síntesis de fenoles y auxinas; interviene en la germinación y crecimiento del tubo polínico y el transporte de almidones y azúcares desde la hoja hacia los frutos en formación (ITAA, 2004). Cuando hay deficiencia se manifiesta generalmente en las hojas nuevas, las cuales permanecen

pequeñas y se deforman enroscándose hacia adentro, con manchas cloróticas de color amarillo naranja y venas amarillas; además, se ve proliferación de rebrotes en formación de rosetas, lo que afecta el punto de crecimiento, el que se necrosa y muere, y se detiene completamente su desarrollo. También se presentan tallos cortos, gruesos y rígidos y hay caída de flores y frutos con áreas corchosas alrededor del punto de abscisión. El sistema radicular es muy pobre, grueso y poco ramificado, de color amarillento o café (ITAA, 2004).

Molibdeno

Es parte estructural de una oxidasa que convierte el aldehído del ácido abscísico en la hormona ABA, reguladora del crecimiento que protege las plantas contra factores de estrés fisiológico; así mismo, induce efectos positivos en la formación del polen viable al momento de la floración y fecundación (Jaramillo *et al.*, 2012). La deficiencia de este elemento se presenta en las hojas más viejas, que muestran una clorosis entre las nervaduras; los márgenes de las hojas se enroscan hacia arriba, las venas de las hojas también son cloróticas y en casos severos se presenta necrosis de ellas. El molibdeno es el único nutriente que muestra más problemas de deficiencia en suelos ácidos que en suelos alcalinos; en otras palabras, cuanto más ácido sea el suelo, más necesario es el molibdeno (Jaramillo *et al.*, 2012).

Cloro

Está involucrado en la apertura de los estomas y por tanto interviene en la turgencia de las células y ayuda al metabolismo del nitrógeno. Generalmente las aguas de riego son ricas en cloruros, por lo que casi nunca es necesario hacer aplicaciones de este elemento. No obstante, la ausencia de cloro se manifiesta en una reducción de área foliar y en la masa seca de la planta, lo cual es el resultado de la disminución de las tasas de división y de extensión celular (Rodríguez & Flórez, 2004). Dados los bajos requerimientos de este elemento por la planta, es prácticamente imposible que se produzca deficiencia de cloro en condiciones normales; por el contrario, más importante es el exceso de contenido de cloro en la planta que se produce por un nivel muy alto de salinidad en el suelo. Los síntomas son quemadura de ápices y de borde de la hoja, bronceado, amarilleamiento progresivo y caída de flores (Jaramillo *et al.*, 2012).

Análisis de suelos y su interpretación

El plan de nutrición del cultivo de berenjena para cada zona o finca debe hacerse con base en un análisis fisicoquímico del suelo. El análisis de suelo provee información sobre los contenidos de nutrientes que se encuentran disponibles para el cultivo y de esta manera hacer recomendaciones en forma más acertada sobre la cantidad de fertilizantes o abonos que se necesita aplicar en el terreno. A continuación se dará a conocer la metodología para realizar un correcto muestreo de suelos en un lote o finca.

Toma de muestras de suelo

El análisis de suelos es una herramienta que permite conocer las características fisicoquímicas que posee un suelo en particular; estas son: materia orgánica (MO), bases intercambiables (Ca, Mg, Na, K), elementos menores (azufre, hierro, cobre, manganeso y zinc, entre otras), acidez intercambiable, conductividad eléctrica, densidad aparente, textura y pH. Para realizar un correcto muestreo se debe tomar la cantidad necesaria y que sea representativa del área que se quiere sembrar, además habrá que determinar la profundidad de muestreo, dependiendo del tipo de cultivo a establecer y topografía del lote, entre otras. A continuación se darán a conocer unas consideraciones para realizar un buen muestreo de suelos:

- Cuando se va a realizar un análisis de suelo es necesario solicitar el formato llamado 'solicitud de análisis de suelo', donde se registrará la información de la finca, vereda, municipio, cultivo a sembrar, etc., información necesaria para la formulación de las recomendaciones.
- Las muestras de suelo deben llegar al laboratorio en doble bolsa plástica, debidamente selladas e identificadas, cuyo dato debe ir en medio de las dos bolsas, pues allí la información se mantiene y no se borra. Cada muestra cuenta con el formato de solicitud de análisis completamente diligenciado. Las muestras no se empacan en bolsas que hayan sido usadas con fertilizantes o sustancias químicas y no se debe dejar caer cenizas de cigarrillo al manipular las muestras.
- Se recomienda obtener una muestra por cada 10 ha a sembrar, formada por 15 o 20 submuestras. Evítese realizar el muestreo cuando el suelo esté excesivamente húmedo o demasiado seco. El peso de la muestra debe ser mínimo de 1 kilogramo.

Proceso de muestreo

Lo primero que se debe hacer es definir el área homogénea por relieve, drenajes y topografía, entre otros. Relieve: separar áreas con distinto relieve, es decir las planas de las pendientes, etc.

Color: separar suelos oscuros de claros (posiblemente contenidos diferentes de carbono orgánico).

Textura: separar las áreas con claras diferencias de textura, para ello se debe observar y sentir entre los dedos un poco de suelo húmedo para determinar si es arenoso (se siente áspero al tacto), arcilloso (se adhiere con facilidad a los dedos), limoso (sensación de jabón en los dedos) o franco (es el contraste de los anteriores).

Drenaje: separar suelos bien drenados de los mal drenados (los aceptables presentan condición de oxidación y los suelos mal drenados tienen condiciones de reducción).

Manejo agronómico: se deben separar suelos con cultivos diferentes o manejos diversos. Es conveniente evitar las áreas muy pequeñas que difieren mucho del resto del campo y que por su tamaño no tengan significación en la producción de cultivos.

Al tomar las muestras evite hacer muestreos en áreas cercanas a bebederos, saladeros, árboles, orillas de cercas, caminos, quebradas, árboles, orillas de cercas, caminos, áreas planas e inclinadas, o sitios donde se han depositado estiércol, cal o cualquier fuente de fertilizantes o de productos químicos, o sitios donde se han apilado o quemado residuos orgánicos, y áreas pantanosas. Después de seleccionar el área del muestreo, se debe establecer la profundidad de acuerdo con el tipo de cultivo. Para el caso de la berenjena se recomienda tomar la muestra a 0-25 cm de profundidad del suelo.

Materiales para el muestreo

Se aconseja que los materiales y herramientas utilizadas en el muestreo se encuentren limpios y libres de contaminantes que afecten la muestra tomada. Los materiales necesarios para el muestreo son:

1. Balde limpio de plástico para recolectar y mezclar submuestras.
2. Barreno holandés o pala.
3. Bolsas plásticas para empacar las muestras.
4. Marcador de tinta permanente para identificar las muestras.

El muestreo se debe realizar de la siguiente manera, utilizando especialmente una pala:

Cavar un hueco en forma de 'V' del ancho de una pala y la profundidad requerida según el cultivo, luego tomar una tajada de suelo de 2 a 3 centímetros de espesor de la pared del hueco y depositarla en un balde plástico limpio de impurezas como fertilizantes, cales, estiércoles, cemento, etc. Repetir esta operación para cada uno de los submuestreos en campo. Tomar de 15 a 20 submuestras y depositarlas en el balde.

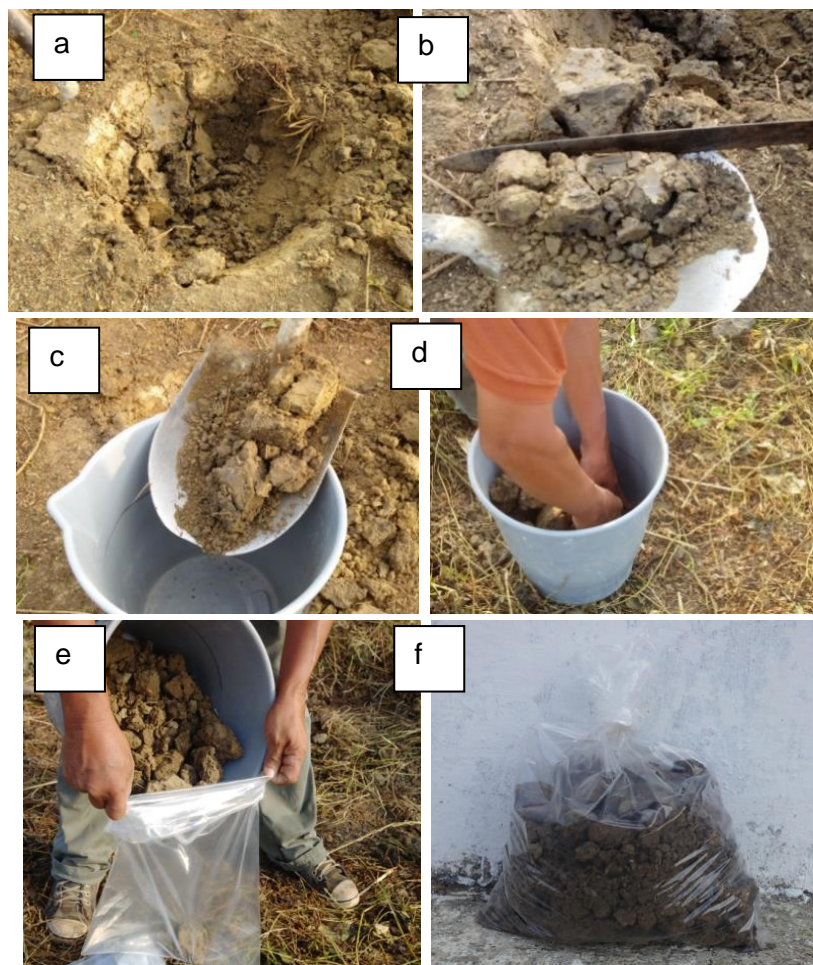


Figura 24. a) Hueco en 'V'. b) Corte muestra de suelo. c) Depósito de muestra en el balde. d) Mezcla de suelo. e) Depósito de muestra de bolsa plástica. f) Muestra de suelo para laboratorio

Fuente: Juan Sande.

Se debe mezclar el suelo contenido en el balde, producto de las submuestras tomadas. Una vez realizada la mezcla, tomar del balde aproximadamente un kilogramo, depositarlo en doble bolsa plástica e inmediatamente proceder a identificarlo y sellarlo de manera segura. Por último, se debe diligenciar correctamente el formato de solicitud de análisis por muestra.

Suelos del valle del Sinú

Con base en los resultados del análisis de suelo se procede a calcular las necesidades de productos de acuerdo con la demanda nutricional del cultivo. En la tabla 8 se enseña un análisis de suelo de sitios experimentales donde se evaluaron varios genotipos de berenjena en las localidades de Cereté (Córdoba), Sampués (Sucre) y Sevilla (Magdalena).

En general en la localidad de Cereté, donde se localiza la mayor área de siembra, los suelos presentan niveles medios de materia orgánica, son de pH neutro, con niveles bajos de fósforo y azufre, alto contenido de bases intercambiables (aunque la relación Ca/Mg es estrecha), alto contenido de hierro y cobre y niveles bajos de elementos menores como manganeso, zinc y boro. Para el abonamiento de este tipo de suelos se recomienda la aplicación de materia orgánica en forma de lombriabono, al momento de la siembra, la cual sirve de fuente orgánica de nitrógeno, fósforo y elementos menores. Se aconseja complementar con la aplicación de abonos químicos, como urea, DAP y KCl y elementos menores, para suplir las necesidades del cultivo.

En la localidad de Sevilla los suelos presentan niveles igualmente medios de materia orgánica, son de pH neutro, con niveles altos de fósforo y bajos de azufre, alto contenido de bases intercambiables, con adecuada relación calcio/magnesio, bajo sodio, alto hierro y cobre, y niveles bajos de elementos menores como manganeso, zinc y boro. Para el abonamiento de este suelo, se recomienda la aplicación de materia orgánica, como fuente de nitrógeno, fósforo y elementos menores, Urea, DAP y KCl.

En la localidad de Sampués los suelos también presentan contenidos medios de materia orgánica, son de pH neutro, con bajos contenidos de fósforo y azufre, alto contenido de bases intercambiables, adecuada relación calcio/magnesio, presentan contenidos medios de sodio, bajo en hierro y cobre, y pocos niveles de elementos menores como manganeso, zinc y boro. Para el abonamiento de este suelo se

recomienda la aplicación de materia orgánica, como fuente de nitrógeno, fósforo y elementos menores, urea, DAP y KCl.

Tabla 10. Análisis de suelos de los sitios experimentales para la evaluación de 10 genotipos de berenjena en las localidades de Cereté, Sampués y Sevilla. Agosto de 2008

Ítem	Cereté	Sevilla	Sampués	Recomendación
Textura	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Franco arcilloso	
Materia orgánica	3,5%	2,3%	3,5%	Aplicación de materia orgánica (lombriabono) Aplicación de urea
Ph	6,6	5,8	6,4	Casi neutro, no requiere enmiendas
Fósforo	22 mg/kg	82,7 mg/kg	4,7 mg/kg	Aplicación de DAP
Azufre	6,0 mg/kg	2,5 mg/kg	3,6 mg/kg	
Calcio	7,74 cmol/kg	7,05 cmol/kg	23,85 cmol/kg	Requiere aumentar en Cereté
Magnesio	7,92 cmol/kg	1,95 cmol/kg	13,6 cmol/kg	
Relación Ca/Mg	1,0	3,6	1,8	Estrecha en Cereté, requiere aplicaciones de cal
Potasio	0,80 cmol/kg	0,22 cmol/kg	0,48 cmol/kg	Aplicación de KCl
Sodio	0,18 cmol/kg	0,15 cmol/kg	0,34 cmol/kg	
Conductividad eléctrica	0,43 dS/m	0,30 dS/m	0,14 dS/m	
Hierro	102 mg/kg	249 mg/kg	13 mg/kg	Aplicación materia orgánica
Cobre	6,6 mg/kg	81 mg/kg	1,6 mg/kg	Aplicación materia orgánica
Manganeso	3,2 mg/kg	4,2 mg/kg	3,7 mg/kg	Aplicación materia orgánica
Zinc	1,3 mg/kg	1,1 mg/kg	0,6 mg/kg	Aplicación materia orgánica
Boro	0,20 mg/kg	0,20 mg/kg	0,08 mg/kg	Aplicación materia orgánica

Fuentes de fertilización y dosis

En la región Caribe la mayor parte de los agricultores de berenjena fertilizan sus cultivos, para lo cual utilizan productos químicos como urea, DAP, KCl y triple 15. Algunos otros productores complementan la fertilización química utilizando abonos orgánicos como bioles, compostajes, estiércol, gallinaza y bovinaza. Los productores realizan en promedio dos aplicaciones de abonos químicos. La primera abonada la hace 15 a 20 días después del trasplante y la segunda otros 15 a 20 días después. Para el cultivo de berenjena las dosis de nitrógeno oscilan entre 200 y 250 kg/ha⁻¹ y se deben dividir en dos aplicaciones: la primera (50%) a los 15 días del trasplante y

la segunda (50%) 15 días después de la primera (30 días después del trasplante). No debe abusarse del exceso de nitrógeno porque conduce a un exagerado desarrollo vegetativo, con poca formación de flores y frutos, y aumenta la incidencia de plagas como la mosca blanca (Aramendiz *et al.*, 2008).

El fósforo se aplica en su totalidad con la primera aplicación de nitrógeno. La cantidad fluctúa entre 0 y 320 kg/ha⁻¹. La recomendación de aplicar fósforo por vía foliar debe realizarse solamente si el análisis de hoja indica deficiencia (Aramendiz *et al.*, 2008). La aplicación del potasio debe ser fraccionada, con el uso del 30% a los 10 días del trasplante y la segunda aplicación al inicio de la floración, ya que este elemento forma parte del fruto en grandes cantidades (Aramendiz *et al.*, 2008).

El calcio y parte del magnesio se aportarán en las enmiendas. La decisión de aplicar o no enmiendas al suelo se basa en las características químicas del mismo: acidez (cal agrícola) o sodicidad (yeso). Las enmiendas se deben hacer antes de la siembra, con base en los análisis de suelos. Si el calcio se encuentra deficiente, se recomienda aplicar de 30 a 60 kg de Ca/ha-1. Si el magnesio es deficiente, se aconseja hacer una aplicación de 15 a 30 kg de Mg/ha (Aramendiz *et al.*, 2008b).

La fertilización también se puede realizar de la siguiente manera: la primera fertilización 15 días después del trasplante, utilizando urea y sembrándola a 10 cm de distancia de la plántula con dosis de 10 gramos/sitio; la segunda se hace con triple 15 en dosis de 20 gramos/planta 30 días después del trasplante y la tercera a los 45 días del trasplante con KCl utilizando dosis de 30 gramos por planta.

Técnicas de aplicación

Los fertilizantes pueden ser aplicados a los cultivos de forma localizada o no localizada (al voleo). La mejor manera de hacerlo es la localizada, con esto se evita que los fertilizantes nitrogenados como la urea se volatilicen y se pierdan por escorrentía. En el caso del fósforo también se recomienda aplicarlo localizado, debido a que es de acción lenta en el suelo o de lenta liberación y además este elemento no es móvil en el suelo. Es importante tener en cuenta que la aplicación de los fertilizantes debe hacerse cuando las condiciones de humedad del suelo sean las adecuadas, es decir que el suelo está húmedo; así se garantiza que la planta tome los nutrientes aplicados y sean utilizados en todos los procesos y funciones y en el desarrollo de la planta. En época de verano, los agricultores que no usan riego fertilizan el cultivo con fertilizantes foliares.

Corrección de suelos con problemas de acidez

La berenjena es un cultivo moderadamente tolerante a la acidez del suelo, puede resistir un pH hasta de 5,5, aunque el pH ideal fluctúa entre 6,0 y 6,8. Valores de pH menores de 5,5 afectan la disponibilidad de algunos nutrientes, como calcio, fósforo, magnesio y molibdeno, además de ocasionar problemas de toxicidad de aluminio y manganeso. A continuación se dará a conocer un análisis de suelos con alto contenido de aluminio y se mostrará cómo corregir problemas de acidez en estos suelos.

Tabla 11. Análisis de suelo de un lote particular

pH	Mo	S	P	Ca	Mg	Na	K	Al	CIC
4,2	1,3	7,8	9,2	2,1	1,3	0,09	0,07	3,9	7,46

El análisis muestra un suelo con pH muy ácido, con bajo contenido de materia orgánica, alto contenido de aluminio, baja capacidad de intercambio catiónico (CIC) y con muy bajos contenidos de bases como Ca, Mg y K.

Es importante, si se quiere establecer berenjena en este tipo de suelo, saber cuánto porcentaje de saturación de aluminio tolera el cultivo. Si la berenjena tolera 20% de saturación de aluminio, entonces para conocer la concentración de aluminio que se encuentra en este suelo aplicamos la siguiente fórmula:

$$PS\ Al = (meq\ Al / CIC) \times 100$$

Donde:

PS Al: porcentaje de saturación del aluminio.

meq Al: contenido de aluminio en miliequivalentes.

CIC: capacidad de intercambio catiónico.

Entonces tenemos:

$$PS\ Al = (3,9 / 7,46) \times 100$$

$$PS\ Al = 52,27\%$$

Es decir, se tiene una alta saturación de aluminio en el suelo, que equivale a 52,27%; sin embargo, si se quiere establecer un cultivo de berenjena, este tolera solamente el 20%. Entonces, para mantener la saturación de acidez en un 20%, se debe neutralizar 32,27% de acidez. Para poder neutralizar esta acidez se necesita saber

cuántos miliequivalentes de aluminio se deben neutralizar; para tal fin se despeja la fórmula de la siguiente manera:

$$\text{meq Al} = (\text{PSAI} \times \text{CIC}) / 100$$

$$\text{meq Al} = (32,27 \times 7,46) / 100$$

$$\text{meq Al} = 2,40 \text{ (esta es la cantidad de aluminio a neutralizar)}$$

Entonces, conociendo la cantidad de aluminio expresada en miliequivalentes, se aplica la siguiente fórmula para saber cuánto aplicar de cal para neutralizar la acidez del suelo:

$$\text{Cal a aplicar} = \text{meq Al} \times 1,65$$

$$\text{Cal a aplicar} = 2,40 \times 1,65$$

$$\text{Cal a aplicar} = 3,96 \text{ t/ha}$$

Entre las fuentes de cal que se encuentran en el mercado están: carbonato de calcio (CaCO_3), óxido de calcio (CaO), hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$, cal dolomítica $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

La mejor forma de aplicar la cal es incorporándola con un arado o rastra a una profundidad aproximada de 15 a 20 cm y para el caso de las hortalizas se recomienda utilizar cales que tengan una rápida reacción, como los óxidos e hidróxidos de calcio. La época más adecuada para aplicar cal es en plena época de lluvias, es decir, entre abril y mayo, debido a que esta requiere de buena humedad para que reaccione en el suelo. En siembras nuevas, la cal debe aplicarse e incorporarse antes de sembrar. Una vez se aplique la cal, se debe esperar mínimo 30 días para realizar una fertilización edáfica, ya que el contacto directo de la cal con fertilizantes nitrogenados puede favorecer la formación de carbonato de amonio, el cual se transforma en amoníaco y se pierde el nitrógeno por volatilización.

Capítulo VI

Plagas del cultivo y su manejo

Manejo integrado de plagas

El manejo integrado de plagas es un sistema orientado ecológicamente, que incluye todos los métodos o técnicas disponibles combinadas armónicamente con el fin de reducir las poblaciones de individuos patógenos por debajo del nivel de daño económico o para evitar que las infestaciones alcancen dicho nivel. El manejo integrado de plagas está orientado hacia la convivencia con dichos seres y el manejo de las poblaciones, no a su erradicación total, sino al manejo de infestaciones localizadas (Jaramillo *et al.*, 2012).

El manejo integrado de plagas es al mismo tiempo flexible y adaptable, por lo tanto no existe una fórmula mágica para ejecutarlo, sino que se adapta a diversas circunstancias y puede variar en cuanto a las estrategias que utiliza para manejar una plaga específica de un mismo cultivo entre regiones o incluso en el tiempo.

El excesivo uso de plaguicidas y su aplicación tipo calendario, además de los altos riesgos humanos, causan destrucción de los insectos benéficos y rompen el equilibrio biológico, lo cual necesariamente se expresa en nuevas y continuas aspersiones de plaguicidas. Muchas de las especies dañinas de importancia secundaria se tornan primarias ante la presión permanente de venenos en estos cultivos (Jaramillo *et al.*, 2012).

Componentes del manejo integrado de plagas

Seguimiento

El fundamento del manejo integrado de plagas es el manejo de poblaciones, que necesitan medirse de alguna forma. El seguimiento de estas es una práctica fundamental para determinar si las poblaciones de las plagas o las condiciones para que las poblaciones de las plagas se presenten ameritan aplicar uno o varios métodos de control (Jaramillo *et al.*, 2012).

Control legal

El control legal incluye la aplicación de medidas de combate que pueden ser o no ser de tipo preventivo, pero que siempre están basadas en disposiciones legales. Consiste en el establecimiento de leyes, decretos, normas o disposiciones legales de carácter nacional, departamental y municipal (e incluso de fincas) encaminadas a evitar la introducción, establecimiento o diseminación de plagas en un país, región o cultivo (Jaramillo *et al.*, 2012).

Control natural

Es el conjunto de factores que regulan las poblaciones de las plagas y de organismos en general. Todas las poblaciones de insectos se autorregulan naturalmente y muestran, en su mayoría, una estabilidad considerable durante un periodo definido en cualquier ecosistema. El control natural que se da por la combinación de factores bióticos y abióticos naturales es muy específico a cada especie de insecto, depende de condiciones climáticas favorables y es muy susceptible a las intervenciones del hombre, quien en muchas ocasiones es el responsable de su destrucción. El método natural es indispensable para el control racional y rentable de los insectos dañinos, lo que ayuda a reducir las poblaciones de seres perjudiciales reales y se convierte en la base fundamental para la prevención de problemas potenciales (Jaramillo *et al.*, 2012).

Los enemigos naturales de los insectos son de los factores más importantes de la protección de cultivos, ya que dependen y se ven afectados por cambios en la densidad de la plaga o de los hospederos (plantas). La eficiencia del control obedece a la capacidad controladora y a la cantidad de enemigos que se encuentren en el ambiente; sin embargo, un enemigo natural altamente eficiente no requiere de una densidad de población muy grande para mantener el control del insecto plaga (Jaramillo *et al.*, 2012).

Control cultural

El control cultural consiste en la utilización de las prácticas agrícolas ordinarias, o algunas modificaciones de ellas, con el propósito de prevenir el ataque de los insectos, hacer el ambiente menos favorable para su desarrollo, destruirlos o disminuir sus daños. No se trata de medidas tomadas de improviso ante la presencia de la plaga, sino que normalmente corresponden a una planificación previa dentro del proceso normal de producción agrícola, lo que hace que tengan un efecto extendido en el

tiempo sin que aumenten los costos de producción ni se contamine el ambiente, además de ser compatibles con otros tipos de control (Cisneros, 1980).

Control mecánico

Es una serie de procedimientos para manejar las plagas, de carácter tanto preventivo como curativo. El control mecánico es sencillo, económico cuando no requiere de excesiva mano de obra y compatible con otras técnicas de control. Este control recurre al uso de métodos como la remoción y destrucción manual de insectos y órganos de la planta afectados. Es el procedimiento más antiguo de control de plagas en la agricultura (Cisneros, 1980).

Control físico

Consiste en la utilización de algún agente físico, como temperatura, humedad, insolación, fotoperiodo o radiaciones electromagnéticas en intensidades que resulten letales para los insectos. El fundamento del método es que las plagas solamente pueden desarrollarse y sobrevivir dentro de ciertos límites de los factores físicos ambientales, puesto que más allá de los límites mínimos y máximos las condiciones resultan letales. Los límites oscilan según las especies de insectos, y para una misma especie según su estado de desarrollo. Así mismo, los extremos de cada factor varían en interacción con los valores de los otros factores ambientales y con el estado fisiológico del insecto (Jaramillo *et al.*, 2012).

Control biológico

Realizado por los agricultores (característica que lo diferencia del control natural), quienes introducen o aumentan los enemigos naturales de los insectos plaga para reducir la densidad de población de las plagas. El control biológico se fundamenta en el hecho de que toda plaga en su lugar de origen tiene enemigos naturales, por lo que el agricultor debe intervenir para restablecer nuevamente la armonía ecológica propia de los ecosistemas naturales. Dadas las condiciones particulares de algunas regiones, la población de las plagas en su posición de equilibrio supera ampliamente la de los enemigos naturales, lo que hace necesario recurrir a medidas complementarias que garanticen un control efectivo. Este mecanismo regulatorio es más barato, permanente y económicamente deseable, ya que los riesgos de efectos colaterales son menores, no causa daños al ambiente, es eficiente en áreas relativamente grandes, eleva la diversidad de especies en el ecosistema y normalmente es compatible con otros tipos de control (Cisneros, 1980).

Principales plagas de interés en el cultivo de berenjena

Los cultivos de berenjena son atacados en todo su ciclo por un número considerable de artrópodos, plagas que limitan su producción, rentabilidad y sostenibilidad. Probablemente la magnitud actual de este problema se deba a que el 100% de los agricultores utilizan productos de síntesis química como fuente de control principal, y en la mayoría de los casos como único método de control, generalmente sin evaluación previa de niveles poblacionales de las plagas que causen daños económicos y recomendación técnica para la aplicación de estos productos, además del desconocimiento de otros métodos de control.

Los artrópodos reportados por los productores en la región Caribe como principales plagas en el cultivo de berenjena son los siguientes: mosca blanca (*Bemisia tabaci*), araña roja (*Tetranychus urticae*), picudo, chinche de encaje (*Corythaica cyathicollis*), pulgones, áfidos, hormigas y conchillas, entre otros. La incidencia de estos artrópodos plagas en el cultivo de berenjena depende de factores ambientales y del manejo, como épocas de siembra, niveles de abonamiento, riegos, presencia de malezas y rastros, lluvias, temperatura, etc. Por tal motivo se recomienda realizar manejos integrados y preventivos que ayuden a mitigar el impacto de las plagas dentro del cultivo; por ejemplo: 1. Evitar residuos de cosecha, 2. Semilleros sanos, 3. Lote libre de malezas, 4. Disminuir aplicaciones de insecticidas y de fertilizantes nitrogenados, 5. Sembrar "barreras vivas" en los bordes del lote, como maíz, sorgo dulce, 5. Evitar estrés hídrico, 6. Detección y tratamiento de focos de plagas.

A continuación se describen las plagas más importantes que inciden en el cultivo de la berenjena y las prácticas de manejo y control.

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (Hemíptero: Aleyrodidae)

La mosca blanca fue descrita desde hace más de 100 años y desde entonces se ha convertido en una de las plagas más importantes del mundo en la agricultura del trópico y el subtrópico, así como en sistemas de producción en invernaderos. Este insecto se adapta fácilmente a diferentes tipos de plantas hospederas y a nuevas regiones geográficas. Se ha reportado en todos los continentes, excepto en la Antártida. En la última década el transporte internacional de material vegetal y la

migración humana han contribuido a su propagación geográfica. De este insecto se han identificado varios biotipos en diferentes áreas del mundo, lo cual sugiere que *B. tabaci* es un complejo de especies que sometidas a la presión del ambiente pueden evolucionar rápidamente. Estos biotipos pueden presentar diferencias en sus tasas de desarrollo y en la magnitud de los daños que causan al hospedero (Oliveira *et al.*, 2001).

B. tabaci presenta los siguientes estados de desarrollo durante su ciclo de vida: huevo, tres instares ninfales, un cuarto instar llamado pupa de ojos rojos y adulto. La duración del ciclo total de huevo a emergencia del adulto oscila entre 20 y 28 días, dependiendo de factores ambientales y biológicos (Morales *et al.*, 2006). El huevo es de forma oval y delgada, provisto de una especie de pedicelo, que le sirve de anclaje. Son ovipositados en el envés de las hojas por la hembra que mientras gira alrededor de su estilete introducido en el punto de alimentación. El periodo de incubación varía con la temperatura y la humedad, a 25°C y 75% de humedad relativa, y la duración del estado del huevo es de seis a siete días (Morales *et al.*, 2006; López-Ávila, 2004). Una vez eclosiona el huevo, emerge la ninfa e inmediatamente busca el lugar más apropiado en la hoja para alimentarse (López-Ávila, 2004). Las ninfas presentan cuatro instares, los cuales se diferencian principalmente por cambios en el tamaño (López-Ávila, 2004). Según Morales *et al.* (2006), el estado de ninfa uno (ninfa I) dura aproximadamente de 3 a 4 días, en ninfa II se demora un promedio de 3 días y en los estados de ninfas III y IV se demora cinco y seis días, respectivamente.

La duración del estado adulto varía considerablemente, de 5 a 15 días para los machos y de 5 a 32 días para las hembras. Los machos son generalmente más pequeños y delgados que las hembras y también difieren en su genitalia (López-Ávila, 2004).

B. tabaci se adapta mejor en regiones con altitudes menores de 1.000 metros y en zonas costeras. La mosca blanca requiere de hospederos adecuados para reproducirse, así como de un clima cálido y poco lluvioso, al menos durante algunos meses del año, ya que se han encontrado ataques severos de virus transmitidos por *B. tabaco* en épocas secas o ambientes donde las lluvias son escasas pero se dispone de riego (Morales *et al.*, 2006).

Se han identificado diferentes biotipos de la misma plaga en diferentes áreas del mundo. Estos biotipos presentan diferencias en su desarrollo y en los daños fisiológicos que causan al hospedero (Oliveira *et al.*, 2001).

Daños y síntomas causados por mosca blanca

Esta plaga causa daños tanto directos como indirectos. Los primeros surgen como consecuencia del proceso de la alimentación del adulto y de los estados inmaduros al succionar la savia de las plantas; producen amarilleamiento, encrespamiento y defoliación que reduce el vigor de la planta y disminuye la producción (figura 25). También causa daños indirectos por la excreción de una sustancia azucarada que recubre las hojas y sirve de sustrato para el crecimiento de hongos de micelio negro o fumagina, estos cubren el haz de las hojas, lo cual hace que se disminuya el proceso de Fotosíntesis y con ello el rendimiento del cultivo.

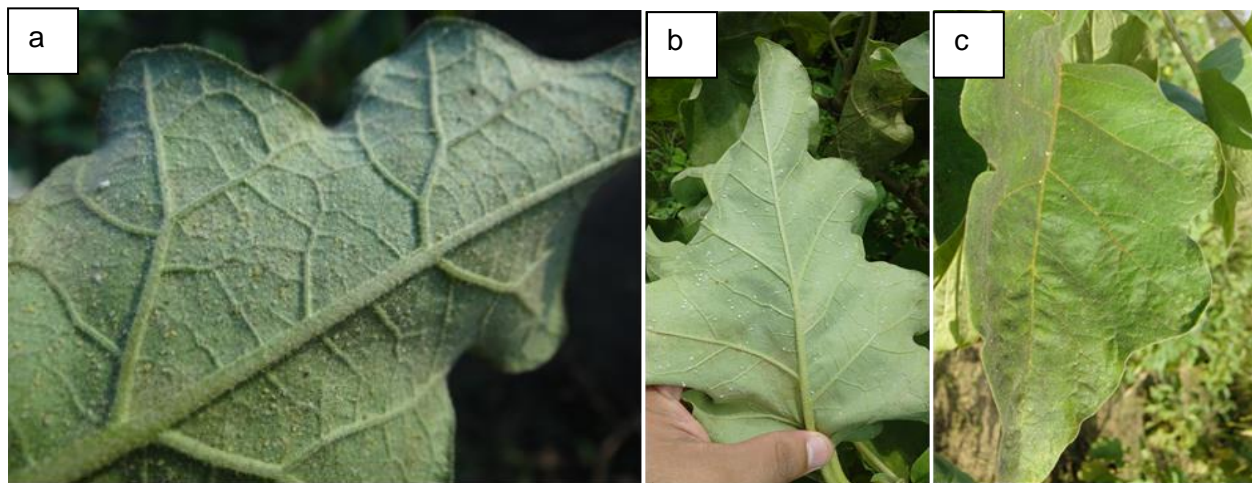


Figura 25. a) Ninfas de mosca blanca. b) Adultos de mosca blanca en berenjena. c) Nótese plantas con follaje ennegrecido con fumagina.

Fuente: a y b. Jairo Tapia. c. Nora Jiménez

La mosca blanca se encuentra generalizada en todas las áreas de siembra de berenjena de la costa Caribe durante el periodo seco y llega a niveles incontrolables. Los adultos se posan en el tercio superior de la planta y en las hojas nuevas de los rebrotes. La mosca blanca alcanza rápidamente el estatus de plaga inducida por el uso de agroquímicos que estimulan la preferencia de los adultos. Otros factores que favorecen los ataques de mosca blanca en invierno o en verano son siembras muy tempranas o muy tardías, variedades muy pilosas, proximidad a lotes hospederos de mosca blanca como algodón, pepino, melón y el abuso de fertilizantes nitrogenados y la presencia de malezas hospederas.

Métodos de control

Control cultural

Un cultivo barrera es el que se siembra, en unos pocos surcos, en los alrededores del lote de berenjena para prevenir la entrada y establecimiento de la mosca blanca en el lote de cultivo. Para esto se utilizan especies de cultivo de rápido crecimiento y con nula o reducida preferencia alimenticia por parte de la mosca blanca. En el caso de la berenjena se recomienda sembrar como barreras cultivos de maíz o sorgo, en dos o tres surcos en forma escalonada, alrededor del cultivo, para que así la barrera cumpla su función de manera continua en el cultivo de interés. De esta manera se logra reducir o retrasar la entrada de la mosca blanca al cultivo de interés. Se aconseja sembrar la barrera viva 30 días antes de que se establezca la berenjena.



Figura 26. Barreras vivas con sorgo para la protección de plagas
Fuente: Jairo Tapia.

Control natural

Este tipo de control lo realiza un conjunto de insectos que son enemigos naturales de la mosca blanca. Tal es el caso de insectos como el coleóptero predador de huevos y ninfas (*Delphastus* sp.), larvas de *Crysope*, parasitoides como *Eretmocerus* y *Encarsia* sp., entomopatógenos nativos como *Beauveria* y *Paecilomyces*.

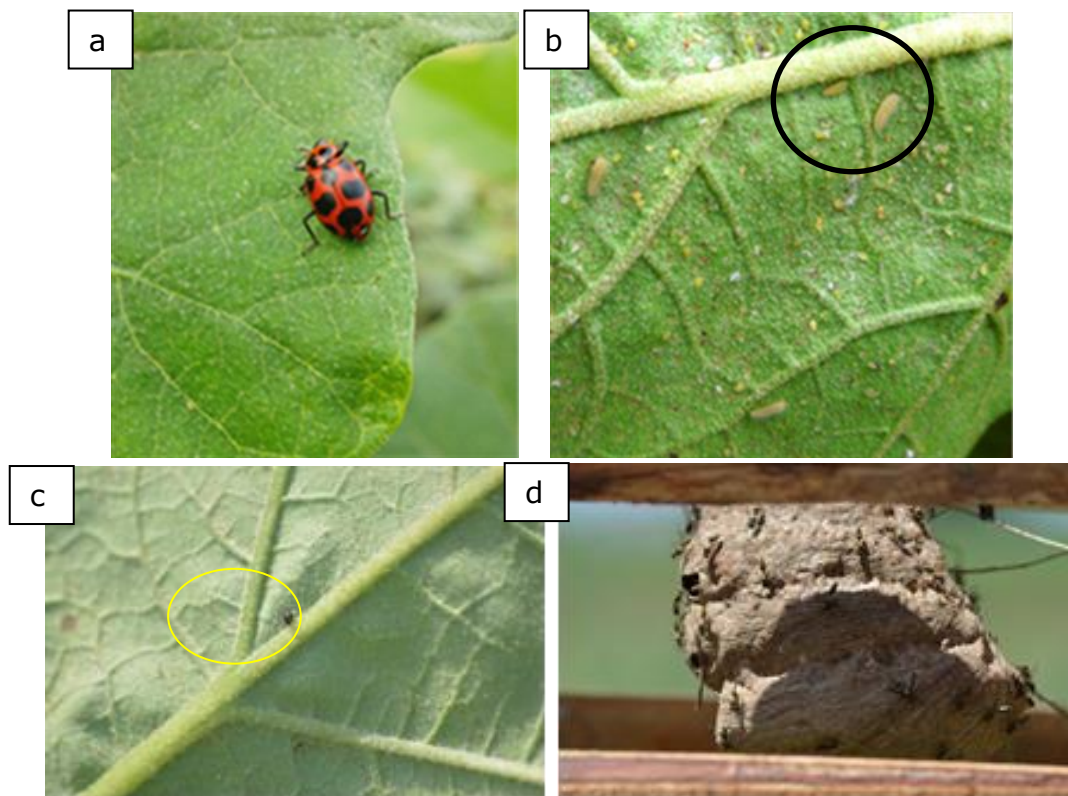


Figura 27. Enemigos naturales de mosca blanca

Fuentes: a: Jairo Tapia, b y c: Nora Jiménez, d: Juan Sande.

En el caso de parasitoides de mosca blanca, se tiene *Encarsia* sp., el cual introduce generalmente un huevo por cada huésped, que pasa por tres instares en su desarrollo y se alimenta de todo el contenido interno del huésped (mosca blanca). Al final del ciclo emerge el adulto del parasitoide del huésped infectado. Igualmente ocurre con *Eretmocerus* sp.; el adulto oviposita en el cuerpo de la ninfa de mosca blanca y al eclosionar la larva penetra el cuerpo para comenzar su ciclo biológico hasta llegar al estado adulto.

Control biológico

Otra alternativa de manejo para mosca blanca es el *control biológico* utilizando entomopatógenos; estos desarrollan una enfermedad sobre el insecto plaga. El modo de acción de estos hongos inicia con la germinación del hongo en la cutícula o piel del insecto, luego penetran y colonizan dentro del huésped. Entre las especies más importantes que afectan a *Bemisia tabaci* se encuentran *Lecanicillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus* y *Beauveria bassiana*. Existen buenas perspectivas en

torno a este grupo de enemigos naturales, debido a la facilidad de adopción de tecnología por los agricultores, ya que las aplicaciones son similares a la de los insecticidas químicos. Además, los productos a base de entomopatógenos se pueden utilizar dentro de esquemas de manejo integrado de plagas, con lo cual se logra disminuir el contenido de límites máximos de residuos (LMR) de sustancias tóxicas en el fruto.

Thrips palmi

Biología del insecto

T. palmi en estado adulto es de color amarillo pálido, mide alrededor de 1 mm de longitud, tiene hileras continuas de setas por todo el cuerpo (Layland *et al.*, 1994), no se observa a simple vista, por lo que se requiere de la ayuda de un microscopio para su identificación. Las alas presentan bordes flecosos y en posición de reposo dan al insecto la apariencia de tener una línea negra en el dorso; además, *Trips palmi* presenta patrones de movimientos diferentes, incluso entre varias especies (Guarín, 2003).

Daños al cultivo

Este insecto ataca una gran variedad de plantas hospederas y generalmente los daños son más notorios en épocas secas. *Thrips palmi* se alimenta en el envés de las hojas y reduce normalmente el vigor del hospedero; esta plaga succiona los contenidos de las células más bajas del mesófilo y como resultado quedan espacios de aire en estos tejidos y las hojas comienzan a distorsionarse; las áreas atacadas presentan un brillo o resplandor característico (Sastrosiswojo, 1991).

El daño causado por este insecto plaga en la berenjena radica principalmente en la formación de lesiones de color plateado que se van tornando pardas con apariencia de bronceado en el haz y en el envés de las hojas. Este bronceado es producido por las toxinas que emite el insecto en el proceso de alimentación (Sastrosiswojo, 1991). Además, este insecto plaga causa rayado en la epidermis del fruto recién cuajado, lo que ocasiona su rechazo y afecta el precio de comercialización del fruto (figura 29). Por otra parte, se ha reportado a *Thrips palmi* como posible transmisor de ciertos virus que afectan el cultivo de la berenjena (Sastrosiswojo, 1991; Chang, 1991; Tsay *et al.*, 1995).



Figura 28. Biología de *Thrips palmi*
Fuente: Guarín (2001).



Figura 29. Daño del fruto causado por *Thrips palmi*
Fuente: Juan Sande.

Ácaros

Tetranychus spp., *Polyphagotarsonemus latus*

Los ácaros o arañitas rojas son plagas que se desarrollan en forma agresiva en la berenjena, especialmente en la época de lluvias, causando grandes daños al cultivo.

Las especies más conocidas son *Tetranychus ludeni*, *Tetranychus tumidus* y *Polyphagotarsonemus latus*. Las arañas rojas se dispersan por diferentes métodos, entre ellos el viento. Los huevos son depositados de uno en uno en el envés de las hojas, fijados por un hilo de seda. Las hembras ponen de cuatro a seis huevos por día, durante un periodo que generalmente dura un mes. En el primer estado inmaduro la ninfa tiene seis patas y es de color pálido. En el segundo y el tercer estados de desarrollo tiene ocho patas y se parece al adulto. Los adultos son amarillos verdosos, rojos o naranja. El ciclo de vida es de 9 a 21 días dependiendo de las condiciones climáticas (Usaid-RED, 2007).

Los ácaros generalmente se localizan en la parte inferior de las hojas y con su aparato bucal remueven y succionan la savia. A causa de esto las plantas se deforman y decoloran; esto afecta su apariencia; además, las hojas de la planta se caen y se ve alterada la producción del cultivo (Aramendiz *et al.*, 2008). Según Aramendiz *et al.* (2008b), las altas poblaciones de esta plaga están asociadas a temperaturas altas, humedades relativas bajas y uso exagerado de insecticidas que eliminan sus enemigos naturales. Los ácaros generalmente no son detectados a tiempo debido a que son organismos muy pequeños. Por lo general se detectan cuando el daño ya está hecho. Por tal motivo, es importante realizar muestreos y monitoreos periódicos, dos veces por semana como mínimo (Usaid-RED, 2007).



Figura 30. Colonia de arañas rojas *Tetranychus ludeni*
Fuente: Nora Jiménez.



Figura 31. Daño causado por ácaros en hojas de berenjena
Fuente: Jairo Tapia.

Control

Según Aramendiz *et al.* (2008b), para el control de esta plaga se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones: eliminación de plántulas infectadas y de malezas hospedantes, aspersiones de agua durante la época seca, destrucción de hospederos alternos en la cercanía del campo antes de la siembra, liberación de predadores como la mariquita negra *Stethorus sp.*, los cecidómidos y las chinches, uso de variedades resistentes o tolerantes, aplicaciones de productos a base de azufre y otros químicos como Carbaryl en dosis de 2,0 a 2,5 L/ha y Tetradifon en dosis de 0,25 L/ha, entre otros.

Chinche de encaje (*Corythaica cyathicollis*, *Corytucha sp.*)

Los adultos y las ninfas viven en colonias en el envés de las hojas y producen un punteado clorótico característico, fácilmente observable por el haz. Los huevos se encuentran en el ápice de las hojas, en los bordes y en las nervaduras centrales y secundarias, se localizan individualmente o en grupos, son de color café y forma de botella. El adulto es color gris o café claro y la ninfa a medida que crece va adquiriendo una coloración amarilla pálida. Los estados de huevo, ninfa y adulto tardan 7, 10 y 31 días, respectivamente (Salgado y Regino, 2001).



Figura 32. Adultos de *Corytucha* sp.
Fuente: Jairo Tapia.



Figura 33. Daño de chinche de encaje en hoja de berenjena
Fuente: Jairo Tapia.

Según Aramendiz *et al.* (2008b), el control de esta plaga se realiza mediante rotación de cultivos, aplicación de extractos vegetales: Neem, ajo, cebolla y ajíes en horas de la mañana y la aplicación rotativa de insecticidas como Buprofezin en dosis de 0,6 L/ha y Diafenthiuron en dosis de 1,0 a 0,5 L/ha.

Además, este insecto se debe manejar cuando aparezcan los primeros focos, es decir, cuando se encuentren en las hojas bajas una o dos colonias. También se recomienda retirar la hoja con las colonias y colocarla en una bolsa plástica para sacarla del lote y luego destruirla, y posteriormente controlar los focos con un insecticida de síntesis química.

Otras plagas de interés

Spodoptera sp. (gusano cogollero), *Diabrotica* sp., *Solenopsis* sp. (hormiga candelilla) y *Faustinus* sp.

Es común encontrar varias especies de *Spodoptera* spp. que afectan al cultivo de berenjena; la más frecuente es la especie *frugiperda* (cogollero del maíz), cuyos daños se presentan en flores y frutos; sus principales predadores son los coccinélidos adultos llamados *Coleomegilla maculata* (ver figura 27a), los cuales pueden preñar hasta una masa de huevos de *Spodoptera* sp. (gusano cogollero) por día. Otro controlador natural son las avispas angolitas que consumen larvas pequeñas. Además, para el control de gusanos también se pueden utilizar productos a base de inhibidores de síntesis de quitina (ISQ); entre estos se encuentra el DART en dosis de 200 mL/ha y el Match en dosis de 500 mL/ha. Es recomendable realizar la aplicación al inicio de la infestación de la plaga, ya que los mejores resultados se logran sobre las larvas pequeñas (L1, L2 y L3) que se hallan en pleno proceso de crecimiento.

Es conveniente que el lote de berenjena esté libre de malezas los primeros 40 días después de trasplante, especialmente de gramíneas como "liendrepuerco" (*Echinochloa colonum*) y de hojas anchas como el bleo (*Amaranthus dubius*), ya que *Spodoptera* sp. llega primero a las malezas y al hacerse los controles de estas plantas las larvas pasan a las berenjenas.

Otra plaga que se puede encontrar en el cultivo de berenjena son los Chrysomélidos, especialmente *Diabrotica* spp., que perforan flores y frutos muy tiernos (figura 35). Para el control de este insecto plaga se utilizan insecticidas químicos a base de cipermetrina en dosis de 60-80 mL/20 litros de agua.

Las hormigas se convierten en otro grupo de plagas que puede afectar al cultivo de berenjena, entre ellas la especie *Solenopsis* sp. Este insecto se alimenta de tejidos verdes, específicamente de los tallos de las plantas en cuya base construyen sus nidos. El efecto del daño es notorio debido a que las plantas mueren por las roeduras de las hormigas, las cuales interceptan los haces vasculares que conducen agua y nutrientes, lo que causa marchitez. Esta plaga generalmente aumenta su incidencia cuando la berenjena se siembra en caballones y durante los meses de lluvias frecuentes.

Para el control de las hormigas se utilizan cebos de proteína animal, ya sea de carne o salchicha. Se utilizan frascos pequeños con perforaciones para que entren las hormigas atraídas por el cebo. Se recomienda colocar los cebos en 10 o 20 plantas. Posteriormente se aplica un insecticida químico tipo Lorsban en dosis de un centímetro cúbico por cada 100 centímetros cúbicos de agua, en los focos donde se localice la plaga.

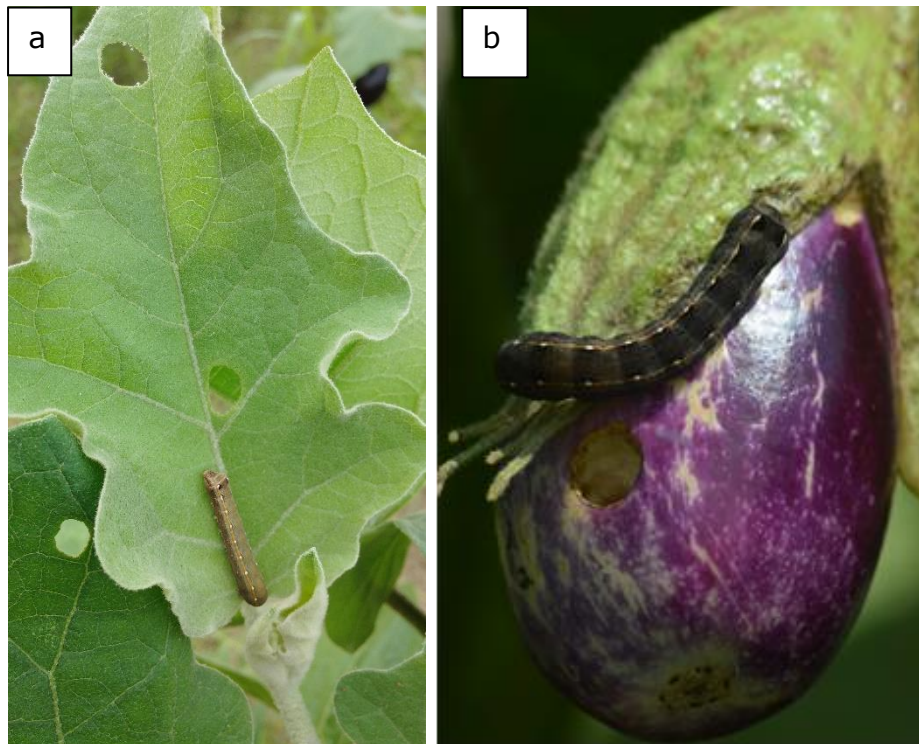


Figura 34. a) Adulto de *Spodoptera* sp. b) Daño de *Spodoptera* sp. en fruto de berenjena
Fuente: Juan Sande.

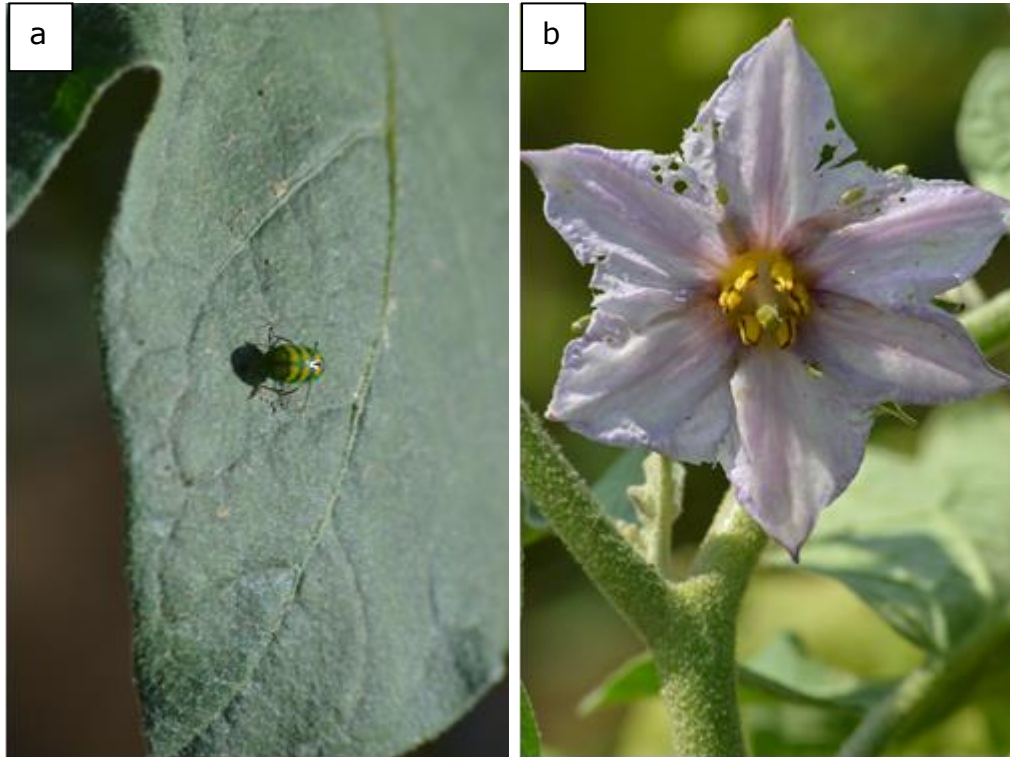


Figura 35. Daño de crisomélido *Diabrotica* sp. en hojas y flores de berenjena
Fuente: Juan Sande.

En el cultivo de berenjena también se presentan plagas ocasionales que pueden alcanzar estatus de plagas claves cuando se realiza un mal manejo del cultivo. Por ejemplo: el cañero *Faustinus* sp., que afecta a la berenjena, es una plaga que se encuentra en semilleros atrasados, establecidos sobre el suelo y además se presenta por la ineficiente destrucción de plantas viejas y de zocas del cultivo anterior. La larva de este insecto barrena la médula de los tallos lignificados y cuando afecta a los tallos más tiernos causa la marchitez de la planta. Para reconocer el daño de la plaga se debe observar si hay orificios de emergencia en el tallo de la planta (ver figura 36). Para controlar esta plaga se deben eliminar todas las plantas viejas, ya que estas son las hospederas. Cuando aparezcan los primeros focos de *Faustinus* sp. o cañero se realiza control químico con Regent en dosis de 350 mL/ha.

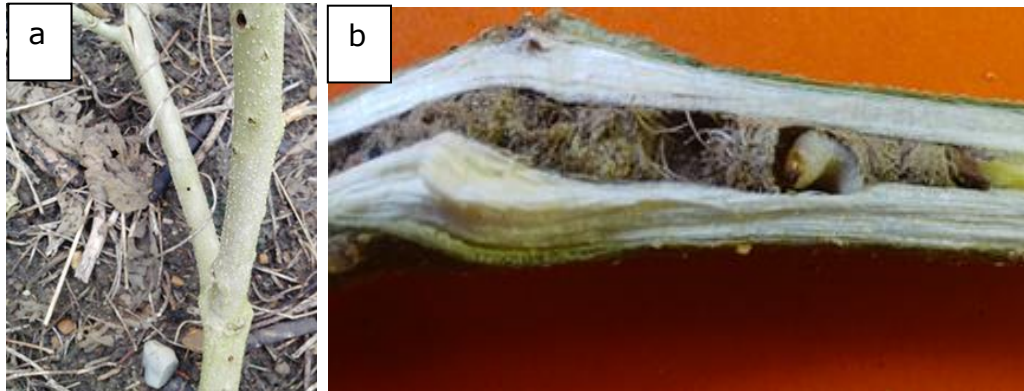


Figura 36. a) Daño de picudo en tallo de berenjena. b) Larva *Faustinus* sp. que está alimentándose dentro del tallo de berenjena
Fuente: Jairo Tapia.

Capítulo VII

Principales enfermedades del cultivo y su manejo

Las enfermedades en su conjunto son la principal limitante y causa de la deserción o desmotivación para la siembra o ampliación del área del cultivo de berenjena, especialmente las pudriciones radicales y el marchitamiento causado por *Fusarium*, el cual genera una pérdida gradual de la población establecida. Entre las enfermedades más limitantes se tienen:

Etapa de semillero

Damping-off: pudrición de plántula o pata seca, complejo de hongos que la ocasionan: Pythium pringsh., Rhizoctonia solani Kuhn., Fusarium Link. Sclerotium rolfsii Sacc., Phytophthora capsici Leonian

Las pudriciones de plántulas de berenjena son causadas por hongos que habitan el suelo. Las pérdidas son mayores en suelos húmedos que no han sido desinfectados antes de preparar los semilleros (Latorre, 1990). Cuando los semilleros se establecen cerca de cultivos de pimentón, estos pueden sufrir ataques por *P. capsici*, que producen una pudrición en el cuello de la raíz, lo cual causa la muerte de la planta (Black *et al.*, 1991). En algunos casos estos patógenos también ocasionan pudrición de las semillas, lo que provoca mala germinación (Latorre, 1990). Las pudriciones de plántulas por estos patógenos son favorecidas por temperaturas entre 18 y 24 °C, semilleros con altas densidades de siembra, mantenidos en condiciones de poca luminosidad y excesiva humedad del suelo (Latorre, 1990; Black *et al.*, 1991). Suelos de textura pesada y drenaje deficiente también favorecen el ataque de los hongos causantes de pudrición en el semillero (Black *et al.*, 1991). Algunos de los hongos causantes de pudriciones (*Pythium* sp., *R. solani*) se diseminan en las semillas, en suelos contaminados en forma de clamidosporas por el agua de riego a partir de los focos de infección en los semilleros, por la distribución de semilleros enfermos y por el uso de herramientas con suelo contaminado. Cuando los patógenos atacan las semillas causan germinación no uniforme y pudrición de las mismas. Si los ataques

se presentan después de la emergencia de las plántulas, debilitan la planta al afectar las raíces. En ambos casos se observa un estrangulamiento en la base de la planta (ver figura 37), necrosis de raíces, amarilleamiento, marchitez y muerte prematura de la misma. Si la pudrición de plántulas se presenta en el semillero se deben retirar y eliminar inmediatamente las plantas enfermas.



Figura 37. Plántula con *damping-off*
Fuente: Jairo Tapia.

Al momento del trasplante se debe ser cuidadoso en seleccionar plantas sanas para llevar al campo. Cuando las infecciones se presenten en el campo, las plantas enfermas se deben retirar y eliminar inmediatamente para disminuir los focos de infección. Los lotes severamente afectados por estos patógenos del suelo deben ser sometidos a rotación con plantas menos susceptibles como los pastos (Tamayo & Jaramillo, 2006).

Productos químicos para su control

Las aplicaciones dirigidas al suelo de los semilleros para el manejo de *Pythium* sp., *P. infestans* y *P. capsici*, con productos a base de

- Propamocarb (Previcur N SL en dosis de 0,5 a 1 mL/L)
- Cimoxanil+Famoxadone (Equation PRO en dosis de 2 g/L),
- Cimoxanil+Mancozeb (Curzate M8 en dosis de 2,5 a 3 g/L o Curathane en dosis de 2,5 g/L o Persist en dosis de 2,5 mL/L). También se recomienda Cimoxanil+Propineb (Fitoraz WP 76 en dosis de 3 g/L)

- Benalaxil+Mancozeb (Tairel WP en dosis de 5 g/L)
- Oxadixil+Mancozeb (Sandofan M[®] en dosis de 2 g/L)
- Metalaxil+Mancozeb (Ridomil Gold[®] MZ 69% WP en dosis de 3,75 g/L, Evoxyl[®] 72 WP en dosis de 1,25 g/L)
- Fosetil aluminio (Aliette[®] 80 WP en dosis de 2,5 a 3 g/L, Fosetal[®] 80 WP en dosis de 1,5 g/L)
- Fosetil aluminio+Mancozeb (Rhodax[®] 70 WP en dosis de 2,5 g/L)
- Fosetil aluminio (Aliette[®] 80 WP en dosis de 2,5 a 3 g/L, Fosetal[®] 80 WP en dosis de 1,5 g/L. Dimetomorf+Mancozeb (Acrobat[®] MZ 69 en dosis de 3,75 g/L)
- Dimetomorf (Forum[®] 500 WP en dosis de 0,6 a 0,75 g/L)
- Fenamidone+Mancozeb (Sectin[®] WP en dosis de 2 a 2,5 g/L)
- Ácido fosforoso (Phostrol[®] en dosis de 2,5 mL/L) o de oxiclورو de cobre+Mancozeb (Cobrethane[®] en dosis de 2 g/L).

Son efectivas siempre que se roten con productos a base de Clorotalonil (control 500 SC en dosis de 2,5 mL/L), Daconil (720 SC en dosis de 1 mL/L) o Propineb (Antracol 70 WP en dosis de 3 g/L), Format (70 WP) en dosis de 1,5 a 2,5 g/L) (Tamayo & Jaramillo, 2006).

También se aplican productos al suelo que reducen eficientemente las afecciones por *Fusarium sp.*, *R. solani* y *S. rolfsii*, a base de

- Benomil (Benopoint[®] 50% WP, Bezil[®] 50 WP en dosis de 0,5 a 1 g/L)
- Mancozeb (Dithane[®] M-45 o Manzate[®] 200 WP en dosis de 3 g/L)
- Metil tiofanato (Topsin[®] M 50 SC en dosis de 1 mL/L)
- Tiabendazol (Mertect[®] 500 SC en dosis de 1 mL/L)
- Carbendazim (Derosal[®] 500 SC en dosis de 0,75 a 1,25 mL/L, Bavistin[®] 500 SC en dosis de 0,5 mL/L)
- Iprodione (Rovral FLO[®] en dosis de 0,5 a 1 mL/L, Prodion[®] 500 SC en dosis de 1 a 1,5 mL/L)
- Flutolanil (Moncut[®] 20 SC en dosis de 1 mL/L)
- TolclofosMetil (Rizolex[®] 75 WP en dosis de 0,5 g/L)
- Procimidona (Sialex[®] 50 SC en dosis de 1 mL/L, Sumilex[®] 50 WP en dosis de 1 g/L)
- Thifluzamida (Pulsor[®] 2 SC en dosis de 0,75 a 1 mL/L)
- Diclofluanid (Euparen[®] WP 50 en dosis de 1 g/L)
- Pencycuron (Monceren[®] SC 250 en dosis de 2,5 mL/L)
- Thiram+Carboxin (Pro-Gro[®] en dosis de 1 g/L)

Se debe tener en cuenta que las aplicaciones de fungicidas al suelo de los semilleros no son compatibles o no se deben hacer si se decide realizar la solarización húmeda o las aplicaciones de agentes de biocontrol como *Penicillium* spp. o *Trichoderma* spp. (Tamayo & Jaramillo, 2006).

Etapa de campo

Marchitez vascular causada por el hongo *Fusarium* sp.

La marchitez vascular de la berenjena es favorecida por las heridas en las raíces y tallos. La enfermedad es más frecuente en suelos ácidos, mal drenados y de textura liviana. Las plantas afectadas que se dejan en el campo son la principal fuente de inóculo, ya que el patógeno esporula fácilmente en las plantas enfermas y es diseminado por el agua y el viento a plantas sanas (Latorre, 1990). El hongo sobrevive en el suelo en forma de clamidosporas (ver figura 38) y en residuos de cosecha (Latorre, 1990), produce retraso en el crecimiento y síntomas de marchitez foliar en toda la planta de berenjena y lesiones de color marrón en los haces vasculares, la cual se nota al abrir la planta en la base del tallo.

Para el manejo de la enfermedad, la selección en el semillero y posterior siembra de plántulas sanas en el campo es de vital importancia en el control. En el campo se deben hacer drenajes para airear el suelo y eliminar inmediatamente las plantas enfermas, retirarlas y destruirlas fuera del campo cultivado. Teniendo en cuenta que este patógeno es más severo en condiciones de suelos ácidos, se recomienda la aplicación de cal agrícola (CaCO_3) o cal hidratada (Ca(OH)_2) para aumentar el pH. Medios o sustratos de crecimiento que poseen un pH alto tienden a mantener niveles más altos de nutrientes, mayores poblaciones de microorganismos (hongos, bacterias y actinomicetos) y menor severidad de la marchitez por *Fusarium* sp. La severidad de la enfermedad se ha reducido cuando se aplican fertilizantes nitrogenados a base de nitratos y se aumenta con fertilizantes nitrogenados a base de amonio (Tamayo & Jaramillo, 2006). Antes de la siembra hay que tratar el suelo de los semilleros con un producto a base de Dazomet (Basamid G en dosis de 40 a 60 g/m²). Para el control de esta enfermedad en campo Tamayo & Jaramillo (2006) recomiendan aspersiones dirigidas al follaje y al suelo o la base de la planta con productos con MetilTiofanato (Topsin® M 50 SC en dosis de 1 mL/L), Benomil (Benopoint® 50% WP, Bezil 50 WP en dosis de 0,5 a 1 g/L), Tiabendazol (Mertect® 500 SC en dosis de 1 mL/L),

Carbendazim (Derosal® 500 SC en dosis de 0,75 a 1,25 mL/L, Bavistin® 500 SC en dosis de 0,5 mL/L) o Procloraz (Mirage45® EC en dosis de 0,5 mL/L, Sportak® 45 EC en dosis de 0,5 mL/L y Octave® 50 WP en dosis de 0,5 g/L).



Figura 38. Síntoma de marchitez por el hongo *Fusarium* sp.
Fuente: Juan Sande.

Marchitez, añublo sureño, sampuma causada por el hongo *Sclerotium rolfsii* Sacc.

La enfermedad se puede presentar en la etapa de semilleros y la fase de producción del cultivo. La incidencia, la severidad y, por ende, la importancia de la enfermedad dependen del histórico de cultivo y del suelo. En todas las zonas donde el patógeno afecta con frecuencia cultivos de algodón, batata, caupí, ajonjolí, arroz, plátano, maíz, sorgo, soya, ñame, tabaco, yuca y algodón, la enfermedad es de importancia económica (Pineda, 1972) y es más frecuente en suelos húmedos, de textura pesada y temperaturas altas (Pineda, 1972; Latorre, 1990; Black *et al.*, 1991). La enfermedad puede presentarse en el suelo que va a ser usado en los semilleros. El

hongo sobrevive en el suelo por varios años en forma de esclerocios (ver figura 39) en los residuos de cosecha (Pineda, 1972; Latorre, 1990; Black *et al.*, 1991) y puede ser diseminado por el uso de maquinaria que no ha sido lavada adecuadamente y por el agua de escorrentía (Latorre, 1990). Los daños por el añublo sureño en cultivos de berenjena se observan en la base de la planta, donde aparece una lesión de color café, la cual rodea el tallo totalmente, y en condiciones de alta humedad ambiental el patógeno produce un crecimiento micelial blanquecino en el tallo y el suelo, con gran cantidad de diminutos esclerocios redondos de color blanco en principio, que luego se tornan de color castaño oscuro (Tamayo & Jaramillo, 2006) (ver figura 39). El suelo de los semilleros debe proceder de lotes donde no se hayan cultivado antes plantas susceptibles como caupí, ajonjolí, maíz, ñame, tabaco o algodón. Dado que este hongo sobrevive en el suelo mediante clamidosporas, se debe prevenir su presencia mediante el tratamiento del suelo que va a ser usado en los semilleros.

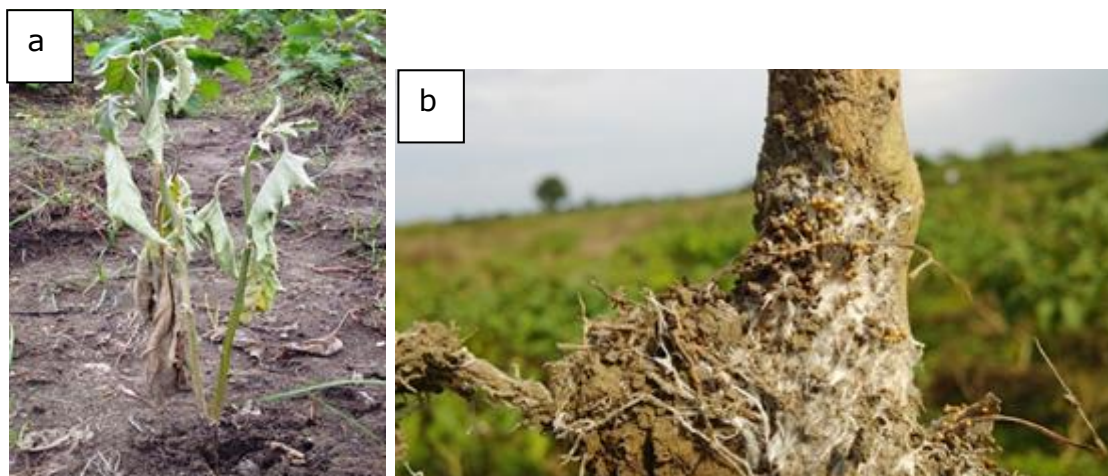


Figura 39. a) Síntoma de marchitez por el hongo *Sclerotium rolfsii*. b) Esclerocios (estructuras reproductivas del hongo)

Fuente: Jairo Tapia.

El suelo puede ser sometido al tratamiento de solarización húmeda durante 30 a 45 días. La solarización del suelo, las aplicaciones de abonos verdes y el uso de caballones o surcos altos, junto a la aplicación de hongos biocontroladores como *Trichoderma koningii*, disminuyen significativamente la incidencia y los daños por *S. rolfsii*. El suelo que va a ser usado en los semilleros también puede ser inoculado con hongos biocontroladores, del género *Penicillium* spp., seis días antes de la siembra, o con otro agente biológico como *Trichoderma* spp., aplicándolo, en este caso, al momento de la siembra, ocho días después de la germinación y ocho días antes del

trasplante definitivo al campo. En caso que se opte por el tratamiento con agentes de biocontrol como *Penicillium* spp. o *Trichoderma* spp., el suelo que va a ser usado en los semilleros no debe ser sometido a tratamientos con fungicidas.

Si el añublo sureño *Sclerotium* se presenta en el semillero, se deben retirar y eliminar inmediatamente las plantas enfermas. Cuando las infecciones se presenten en el campo, las plantas enfermas se alejan y eliminan inmediatamente para disminuir los focos de infección. Los lotes severamente afectados por este patógeno del suelo deben ser sometidos a rotación con plantas menos susceptibles, como los pastos (Tamayo & Jaramillo, 2006). Antes de la siembra se debe tratar el suelo que va a ser usado en los semilleros con productos a base de:

- ✓ Captan+Carboxin (Vitavax 300 en dosis de 3 g/L); se aplican 2 litros de la solución por m².
- ✓ Dazomet (Basamid G en dosis de 40 a 60 g/m²).

En condiciones de cultivo las aspersiones tempranas de productos a base de (Tamayo & Jaramillo, 2006):

- ✓ MetilTiofanato (Topsin M 50 SC en dosis de 1 mL/L)
- ✓ Benomil (Benopoint 50% WP o Bezil 50 WP en dosis de 0,5 a 1 g/L)
- ✓ Tiabendazol (Mertect 500 SC en dosis de 1 mL/L)
- ✓ Carbendazim+Iprodione (Calidan SC en dosis de 1,5 mL/L)
- ✓ Procimidona (Sialex 50 SC en dosis de 1 mL/L)(Sumilex 50 WP en dosis de 1 g/L)
- ✓ TolclofosMetil (Rizolex 75 WP en dosis de 0,5 g/L)
- ✓ Flutolanil (Moncut 20 SC en dosis de 1 mL/L)
- ✓ Thifluzamida (Pulsor 2 SC en dosis de 0,75 a 1 mL/L)
- ✓ Diclofluanid (Euparen WP 50 en dosis de 1 g/L)
- ✓ Iprodione (Rovral FLO en dosis de 1 mL/L o Prodion 500 SC en dosis de 1 a 1,5 mL/L)

Marchitez bacterial, dormidera o afligida, por la bacteria *Ralstonia solanacearum* (Smith)

Se ha reportado que la bacteria *Ralstonia solanacearum* (= *Pseudomonas solanacearum*) ataca más de 50 familias de plantas; las más susceptibles son las solanáceas (tomate, papa, tabaco, berenjena, ají y pimentón, entre otras), algunas leguminosas (maní), las musáceas (plátano, banano, heliconias) y otros cultivos como

ginger, morera, olivo, yuca, papaya, eucalipto y guanábana. La raza 3 afecta tomate, papa, tomate de árbol, lulo, uchuva y pepino dulce o de agua, en zonas de clima frío. La raza 1 infecta ají, berenjena, papa, pimentón, tabaco y tomate en zonas de clima medio y cálido. La raza 4 afecta plantas de ginger y la raza 5, las de morera. La marchitez bacterial, dormidera o afligida, como es llamada por los agricultores, es una enfermedad muy frecuente en el departamento de Córdoba.

Esta enfermedad se desarrolla bajo un amplio conjunto de condiciones climáticas; se puede presentar en zonas húmedas de clima cálido o frío. La raza 1 expresa mejor sus síntomas a temperaturas entre 25 y 36 °C, mientras que las temperaturas entre 13 y 25 °C son más favorables a la expresión de síntomas por la raza 3, bacteria que sobrevive poco tiempo en el suelo en ausencia de plantas susceptibles, mientras que la raza 1 puede sobrevivir entre 3 y 5 años debido a que persiste en otras plantas sin causar síntomas de la enfermedad. La bacteria se disemina por el salpique del agua de lluvia, agua de escorrentía, suelo contaminado y en las herramientas de poda (Tamayo & Jaramillo, 2006). La alta humedad en el suelo favorece el ataque de la bacteria a la berenjena.

En Colombia son muchas las malezas susceptibles o que hospedan asintóticamente diferentes razas de la bacteria, entre las cuales se pueden mencionar el bleado (*Amaranthus dubius* Mart. ex Thell), la bolsa de pastor o empanaditas (*Capsella bursa-pastoris* L.) Medik.), el nabo, mostaza o alpiste (*Brassica rapa* L.), el cenizo rojo (*Chenopodium amaranticolor* Coste et Reyn.), el paico (*Chenopodium ambrosoides* L.), el cenizo (*Chenopodium paniculatum* Hook.), el chamico (*Datura stramonium* L.), los alfileres (*Erodium moschatum* (L.) L'Herit), la guasca (*Galinsogaparviflora* Cav.), la esponjilla o lanilla (*Gnaphalium elegans* H.B.K.), el diente de león (*Hypochoeris radicata* L.), el chisgo o mastuerzo (*Lepidium pinnatifidum* Desv.), la malva blanca (*Malvastrum peruvianum* (L) Gray), la malva morada (*Malva sylvestris* L.), la gualola o barbasco (*Polygonum segetum* Kunth.), el llantén (*Plantago major* L.), la sangre de toro (*Rumex acetosella* L.), la lengüevaca (*Rumex obtusifolius* L., *Rumex crispus* L.), la cerrajilla (*Senecio vulgaris* L.), el cascabelito (*Silene gallica* L.), los llorones (*Solanum caripense* H.B.K.), la hierba mora (*Solanum nigrum* Sendt.), la cerraja (*Sonchus oleraceus* L.), el abrojito (*Spergula arvensis* L.), la pajarera (*Stellaria media* (L) Vill), la verbena (*Verbena litoralis* Kunth), la violetilla (*Veronica persica* Poir.), el pensamiento (*Viola tricolor* L.), la roseta (*Soliva anthemifolia* (Juss.) Sweet) y el botón de oro (*Jaegeria hirta* (Lag.) Less) (Tamayo & Jaramillo, 2006).

La enfermedad puede aparecer en cualquier estado de desarrollo de la planta. Los síntomas iniciales se presentan en las hojas, las cuales muestran una marchitez parcial, que se acentúa en las horas del mediodía o días calurosos. Con el transcurrir del tiempo la marchitez es generalizada y en los tallos se observa necrosis del tejido vascular. Las plantas afectadas por la bacteria no muestran amarilleamiento de las hojas (ver figura 40).



Figura 40. Síntoma de marchitez bacterial por *Ralstonia solanacearum*
Fuente: Jairo Tapia.

Para identificar la marchitez bacterial y diferenciarla de otros patógenos que causan marchitez, como el hongo *Fusarium oxysporum*, se deben cortar varios trozos del tallo afectado y colocarlos en un vaso o un tubo de cristal con un poco de agua limpia. Al cabo de unos minutos se observará que del tejido afectado por la bacteria emanan exudaciones blanquecinas que en poco tiempo enturbian el agua, mientras el agua que contiene los trozos de tejido sano permanece limpia (Tamayo & Jaramillo, 2006).

El control de la marchitez bacterial de la berenjena es muy difícil. Debe empezar desde el semillero evitando el uso de suelos pesados para los semilleros y los suelos deben proceder de lotes donde no se haya cultivado antes o de campos que hayan sido rotados con cultivos tolerantes a la bacteria, como cebolla de rama, trigo, ajo o maíz.

El suelo que va a usarse en los semilleros debe ser sometido a un tratamiento de solarización húmeda durante 30 a 45 días. Aplicaciones de rizobacterias promotoras de crecimiento, como *Pseudomonas sputida* y *Bacillus* sp., al suelo disminuyen la incidencia de la marchitez bacterial. En caso de presentarse la enfermedad en condiciones de campo se recomienda realizar rotaciones prolongadas (4 a 5 años) en zonas de clima medio y cálido, mientras que en zonas de clima frío estas pueden ser más cortas (1 año) con cultivos tolerantes a la bacteria, como cebolla de rama, ajo, maíz, coliflor o arveja. Cuando las infecciones se presenten en el campo, se deben erradicar las plantas para evitar focos de infección hacia las plantas sanas. Las enfermas se deben cortar en trozos e introducir en bolsas plásticas cerradas y exponer a los rayos del sol (solarización seca) para facilitar la descomposición del tejido vegetal y la muerte de la bacteria. Hay que evitar el encharcamiento del suelo mediante drenajes que faciliten la aireación (Tamayo & Jaramillo, 2006).

El suelo que va a usarse en los semilleros debe ser sometido a un tratamiento con un producto a base de Dazomet (Basamid G en dosis de 40 a 60 g/m²). Los cuartos de almacenamiento, las bandejas de siembra y las canastillas en las cuales se transportan y comercializan las berenjenas se deben desinfectar mediante aspersion en los cuartos o inmersión de las bandejas y canastillas con productos a base de hipoclorito de sodio al 1 o 2% o yodo agrícola (Agrodyne SL en dosis de 2 a 3 mL/L).

Durante las labores de poda se debe realizar la desinfección o lavado de manos, herramientas o guantes con productos a base de hipoclorito de sodio al 1 o 2%, yodo agrícola (Agrodyne SL en dosis de 2 a 3 mL/L), complejos de yodo (Vanodine al 5% o Creolina al 8%) (Tamayo & Jaramillo, 2006).

Marchitez por nematodos del nudo causada por el nematodo *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White)

En cultivos de berenjena, los nematodos del nudo del género *Meloidogyne* spp. ocasionan pérdidas superiores al 20%, principalmente cuando la infección proviene del semillero. La especie *M. incognita* afecta cultivos de berenjena en el departamento de Córdoba (Jaraba-Navas & Lozano, 2002). Plantas infectadas desde el momento del trasplante son prácticamente imposibles de recuperar.

En condiciones de cultivo, los daños por el nematodo del nudo se presentan en focos o parches y son más severos en suelos livianos o arenosos (Sasser; 1977; Taylor &

Sasser, 1983). La amplia gama de cultivos y malezas que son susceptibles a *Meloidogyne* spp. hace más difícil el control de estos organismos (Sarria *et al.*, 1985; Castellanos *et al.*, 2001; Navarro *et al.*, 2004).

Los nematodos del nudo, en particular *Meloidogyne incognita*, son de las especies más frecuentemente asociadas a diferentes cultivos en la zona tropical y de mayor distribución ecológica en una gran diversidad de suelos y ambientes (Sasser, 1977; Taylor & Sasser, 1983; Navarro *et al.*, 2004). Los nematodos representan un problema más serio en suelos livianos (Black *et al.*, 1991) y los ataques son moderados en suelos con pH bajo (Volcy, 1990).

Los ataques son favorecidos por temperaturas moderadas en el suelo entre 16 y 17 °C y su diseminación ocurre a partir de almácigos o semilleros afectados o por agua de riego (Latorre, 1990). La severidad de los nematodos del nudo es favorecida por la siembra continuada de cultivos altamente susceptibles, como las Solanáceas (lulo, papa, tomate de árbol, etc.), y la carencia de rotación con cereales (Black *et al.*, 1991; Tamayo, 1994; Gaviria & Navarro, 2003). Más de 20 especies de malezas son hospederas de diferentes especies de *Meloidogyne* spp. y mantienen las poblaciones de estos organismos en raíces y suelos (Sarria *et al.*, 1985; Castellanos *et al.*, 2001).

Los daños pueden ocurrir durante la etapa de almácigo. Las plantas de berenjena afectadas por los nematodos del nudo sufren retraso en su desarrollo (Navarro *et al.*, 2004) y los daños se detectan solamente al momento del trasplante a sitio definitivo.

Los nematodos del nudo producen pequeñas protuberancias, agallas o nudos en las raíces más pequeñas. En condiciones de cultivo las plantas afectadas por el nematodo del nudo, *Meloidogyne* spp., presentan amarilleamiento de las hojas más viejas (ver figura 41), retraso en su desarrollo y merman considerablemente su producción. Las raíces de las plantas afectadas por el nematodo presentan numerosas agallas o nudos que se concentran en la base de la planta, que favorecen el ataque de otros patógenos, lo cual ocasiona la pudrición de las mismas y el debilitamiento de la planta.



Figura 41. Síntoma de marchitez en la planta y nódulos en las raíces por ataque de nematodos

Fuente: Nora Jiménez.

En general, la rotación de los cultivos con gramíneas (maíz y algunos pastos) disminuye las poblaciones de los nematodos del género *Meloidogyne* spp., prevalentes en la mayoría de los campos; por eso se debe tratar el suelo, antes de ser empleado para los semilleros y almácigos de berenjena, con productos a base de Dazomet (Basamid G en dosis de 40 a 60 g/m²) durante 15 días; el suelo se deja airear por igual tiempo para proceder a sembrar. El control químico en condiciones de campo puede ser efectivo cuando se realiza en suelos cuyo contenido de materia orgánica sea menor del 3%.

En condiciones de campo se recomienda aplicar un nematicida en banda al surco al momento del trasplante (Tamayo & Jaramillo, 2006), a base de

- Ethoprop (Mocap 15 GR Biodac en dosis de 10 a 15 kg/ha)
- Forato (Thimet 5G en dosis de 5 a 10 kg/ha)
- Aldicarb (Temik 15 GR en dosis de 10 a 15 kg/ha)
- Cadusafos (Rubgy10 G en dosis de 30 g/planta)
- Carbofuran (Furadan 3 GR; Curater GR 3; Carboter 3 GR en dosis de 25 a 30 kg/ha).

Comparación de los síntomas de marchitez expresados por la planta por ataque de los hongos *Fusarium* y *Sclerotium rolfsii*, la bacteria *Ralstonia solanacearum* y el nematodo *Meloidogyne incognita*





Agente causal	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Sclerotium rolfsii</i>
Síntoma expresado por la planta		
Agente causal	<i>Ralstonia solanacearum</i>	<i>Meloidogyne incognita</i>
Síntoma expresado por la planta		

Figura 42. Síntomas de marchitez causados por los hongos *Fusarium* y *Sclerotium rolfsii*, la bacteria *Ralstonia solanacearum* y el nematodo *Meloidogyne incognita*

Fumagina (*Cladosporium* Link: Fr.)

La fumagina es una enfermedad de importancia económica en cultivos de berenjena en condiciones protegidas y semiprotegidas en el departamento de Antioquia

(Tamayo, 2005). Los daños por fumagina se ven favorecidos por temperaturas cálidas (20 a 25 °C) y humedad relativa alta dentro del cultivo. Altas densidades de siembra y la presencia de insectos (áfidos o pulgones y mosca blanca) favorecen la presencia y diseminación del patógeno. Los daños por la fumagina se presentan en hojas de berenjena, como un moho de color verdoso en la superficie de la misma. En el fruto, el hongo *Cladosporium* sp. ocasiona una pudrición de color verde (Tamayo, 2005). Las prácticas de poda o deshoje disminuyen la incidencia de la enfermedad. La recolección de los frutos afectados disminuye las fuentes de inóculo y reduce las pérdidas por la enfermedad (Tamayo & Jaramillo, 2006). Dado que la fumagina es favorecida por insectos chupadores, se recomienda la aspersión de insecticidas a base de Diazinon (Basudin 600 EC en dosis de 2 mL/L), Thiocyclam Hidrogenoxalato (Evisect S en dosis de 1 g/L), Imidacloprid (Confidor SC 350 en dosis de 0,5 mL/L) o Cipermetrina+Clorpirifos (Latigo EC en dosis de 0,5 mL/L). Las aspersiones foliares de fungicidas a base de oxiclورو de cobre (Oxiclor 35 WP en dosis de 2 g/L) o hidróxido cúprico (Kocide 101 en dosis de 2 g/L) también disminuyen la severidad de la fumagina en estos cultivos (Tamayo & Jaramillo, 2006).

En el fruto

Marchitamiento, pudrición del cuello y del fruto. *Phytophthora capsici* Leonian, *Phytophthora* de Bary

El hongo *Phytophthora capsici* ocasiona la pudrición del cuello y del fruto; es una enfermedad decreciente y de mayor importancia en cultivo del berenjena del departamento de Córdoba. En el campo el hongo es favorecido por condiciones de humedad en el suelo y temperaturas entre 20 y 28 °C (Salgado & Tokeshi, 1980; Latorre, 1990). El patógeno sobrevive en el suelo en forma de clamidosporas y así puede diseminarse a través de suelo contaminado, por agua de lluvia, salpique o de escorrentía durante las labores de riego (Salgado & Tokeshi, 1980; Latorre, 1990; Black *et al.*, 1991). Los residuos enfermos se constituyen en fuentes de inóculo permanente al cultivo (Black *et al.*, 1991). La enfermedad se presenta desde el semillero causando pudrición del cuello y muerte de plántulas y también afecta los frutos en poscosecha (ver figura 43). Si la enfermedad ocurre en el campo, se deben erradicar las plantas afectadas para evitar focos de infección. Las plantas enfermas se cortan en trozos y se introducen en bolsas plásticas cerradas para exponerlas a los rayos del sol (solarización seca) y así facilitar la descomposición del tejido vegetal y

la muerte del hongo causante de la pudrición del cuello y del fruto (Tamayo & Jaramillo, 2006).



Figura 43. Fruto de berenjena en poscosecha con síntoma de ataque del hongo *Phytophthora capsici*
Fuente: Nora Jiménez.

Para el manejo químico se recomienda la aspersion periódica de productos rotados o en mezclas para detener el avance de la enfermedad (Tamayo & Jaramillo, 2006) a base de

- Metalaxil+Mancozeb (Ridomil Gold MZ 69% WP en dosis de 3,75 g/L; Evoxyl 72 WP en dosis de 1,25 g/L)
- Cimoxanil+Mancozeb (Curzate M8 en dosis de 2,5 a 3 g/L; Curathane en dosis de 2,5 g/L; Persist en dosis de 2,5 mL/L)
- Cimoxanil+Famoxadone (Equation PRO en dosis de 1 a 2 g/L)
- Cimoxanil+Propineb (Fitoraz WP 76 en dosis de 3 g/L)
- Fenamidone+Mancozeb (Sectin WP en dosis de 2.0 a 2.5 g/L)
- Fosetil aluminio (Aliette 80 WP en dosis de 2,5 a 3 g/L; Fosetal 80 WP en dosis de 1,5 g/L)
- Fosetil aluminio+Mancozeb (Rhodax 70 WP en dosis de 2,5 g/L)
- Fosetil aluminio (Aliette 80 WP en dosis de 2,5 a 3 g/L; Fosetal 80 WP en dosis de 1,5 g/L).
- Benalaxil+Mancozeb (Tairel WP en dosis de 5 g/L)
- Ofurace+Mancozeb (Patafol en dosis de 3 g/L)
- Dimetomorf+Mancozeb (Acrobat MZ 69 en dosis de 3,75 g/L)
- Dimetomorf(Forum 500 WP en dosis de 0,6 a 0,75 g/L)
- Ácido fosforoso (Phostrol en dosis de 2,5 mL/L)

- Oxicloruro de cobre (Oxicob WP o Oxiclor 35 WP en dosis de 2 g/L)
- Hidróxido cúprico (Kocide 101 en dosis de 2 g/L).

Moho gris por *Botrytris cinerea* Pers.

El moho gris causado por el hongo *B. cinerea* es una enfermedad muy frecuente en cultivos de berenjena en invernadero y solo causa problemas o epidemias ocasionales en condiciones de campo durante periodos lluviosos prolongados. Es un hongo que ataca gran cantidad de especies cultivadas. El patógeno también produce daños en la etapa de poscosecha en berenjena. El moho gris de la berenjena se ha observado en cultivos ubicados en los departamentos de Antioquia y Valle del Cauca (Tamayo, 2005). Altas densidades de siembra, lluvias continuas, humedad relativa alta y temperaturas entre 15 y 22 °C favorecen el desarrollo del moho gris (Latorre, 1990; Black *et al.*, 1991). El hongo se disemina fácilmente por el viento y el salpique del agua de lluvia (Latorre, 1990).

En cultivos de berenjena, *B. cinerea* afecta las flores produciendo quemazón de los pétalos, sépalos y muerte de la flor, hasta llegar a causar una pudrición de color café, al inicio y después de la formación de los frutos (Tamayo, 2005). El hongo produce síntomas de marchitez y quemazón de hojas en plantas de berenjena cuando afecta el tallo principal o una rama, donde se observa una lesión de color café oscuro con abundante esporulación superficial del mismo color (Tamayo, 2005).

Para el manejo de la enfermedad se recomienda una mayor aireación dentro del cultivo, mediante las prácticas de poda o deshoje, disminuyendo la incidencia de la enfermedad. La recolección de partes afectadas y un adecuado control de malezas reducen la severidad y los daños por el moho gris en cultivos de berenjena.

Las aspersiones foliares de cepas de *Trichoderma koningii* han mostrado gran potencial de control del moho gris en tomate y podrían ser de utilidad para controlar este patógeno en berenjena (Tamayo & Jaramillo, 2006). Se encuentran aspersiones de productos a base de

- Benomil (Benopoint 50% WP o Bezil 50 WP en dosis de 0,5 a 1 g/L)
- Iprodione (Rovral FLO en dosis de 0,5 a 1 mL/L; Prodion 500 SC en dosis de 1 a 1,5 mL/L).
- Carbendazim+Iprodione (Calidan SC en dosis de 1,5 mL/L)

- Carbendazim (Derosal 500 SC en dosis de 0,75 a 1,25 mL/L; Bavistin 500 SC en dosis de 0,5 mL/L; Fludioxonil+Ciprodinil (Switch 62,5 WG en dosis de 0,5 g/L).
- Fenhexamid+Tebuconazole (Teldor Combi SC 416,7 en dosis de 0,5 mL/L)
- Tiabendazol (Mertect 500 SC en dosis de 1 mL/L; Procloraz (Mirage 45 EC en dosis de 0,5 mL/L; Sportak 45 EC en dosis de 0,5 mL/L; Octave 50 WP en dosis de 0,5 g/L)
- KresoximMetil (Stroby SC en dosis de 0,25 mL/L)
- Procimidona (Sialex 50 SC en dosis de 1 mL/L; Sumilex 50 WP en dosis de 1 g/L)
- Pirimetanil (Scala 40 EC en dosis de 1,5 mL/L)
- Diclofluanid (Euparen WP 50 en dosis de 1 g/L)
- Propineb (Antracol WP 70 en dosis de 3 g/L; Format 70 WP en dosis de 1,5 a 2,5 g/L)
- Captan (Captan 50 WP; Orthocide 50% en dosis de 2 a 3 g/L)
- Clorotalonil (Control 500 SC en dosis de 2,5 mL/L; Daconil 720 SC en dosis de 1 mL/L)

Estos productos controlan eficientemente el moho gris en berenjena (Tamayo & Jaramillo, 2006).

Antracnosis, pudrición del fruto *Glomerella cingulata* (Stoneman) Spauld. & Schrenk. (anamorfo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.)

La antracnosis del fruto es frecuente en cultivos de berenjena en el departamento de Cundinamarca (Buriticá, 1995). Los daños por antracnosis se ven favorecidos por temperaturas medias (15 a 20 °C) y humedad relativa alta dentro del cultivo (Latorre, 1990). Altas densidades de siembra, presencia de insectos, riego por aspersión y lluvias continuas favorecen la diseminación del patógeno por el viento y el salpique del agua (Salgado & Tokeshi, 1980; Latorre, 1990; Black *et al.*, 1991). En berenjena las lesiones se caracterizan por ser hundidas y presentar anillos concéntricos de color negruzco (ver figura 44) con abundante esporulación de color salmón (Tamayo & Jaramillo, 2006).



Figura 44. Fruto con antracnosis, daño causado por el hongo *Colletotrichum*
Fuente: Nora Jiménez.

El manejo cultural de la enfermedad se debe realizar desde la siembra orientando los surcos en la dirección de los vientos prevalentes en la zona. Las prácticas de poda o deshoje bajan la incidencia de la enfermedad. La recolección de los frutos afectados disminuye las fuentes de inóculo y reduce las pérdidas por la enfermedad (Tamayo & Jaramillo, 2006).

Las aspersiones foliares de productos a base de Benomil (Benopoint 50% WP; Bezil 50 WP en dosis de 0,5 a 1 g/L; MetilTiofanato (Topsin M 50 SC en dosis de 1 cc/L), Carbendazim+Iprodione (Calidan SC en dosis de 1,5 cc/L; Carbendazim (Derosal 500 SC en dosis de 0,75 a 1,25 cc/L; Bavistin 500 SC en dosis de 0,5 cc/L), Tiabendazol (Mertect 500 SC en dosis de 1 cc/L), Procloraz (Mirage 45 EC en dosis de 0,5 cc/L; Sportak 45 EC en dosis de 0,5 cc/L; Octave 50 WP en dosis de 0,5 g/L), Azoxystrobin (Amistar 50 WG en dosis de 0,2 g/L o Difenconazol (Score 250 EC en dosis de 0,5 cc/L), en mezcla o rotación con productos protectantes a base de Mancozeb (Dithane M-45)(Manzate 200 WP)(3 g/L), Clorotalonil (Control 500 SC en dosis de 2,5 cc/L; Daconil 720 SC en dosis de 1 cc/L, Propineb (Antracol WP 70 en dosis de 3 g/L;

Format 70 WP en dosis de 1,5 a 2,5 g/L, oxiclورو de cobre (Oxicob WP; Oxiclor 35 WP en dosis de 2 g/L), hidróxido cúprico (Kocide 101 en dosis de 2 a 3 g/L o Captan (Captan 50 WP u Orthocide 50% en dosis de 2 a 3 g/L) controlan eficientemente la antracnosis de frutos de berenjena (Tamayo & Jaramillo, 2006).

Tizón (*Phomopsis vexans*)

La enfermedad tizón es causada por *Phomopsis vexans*; este patógeno es frecuente en el cultivo de berenjena. Los daños se manifiestan en campo y más severamente en la poscosecha; es una de las enfermedades más importantes del cultivo (Aramendiz *et al.*, 2008). Se transmite principalmente debido a que los restos vegetales se encuentran infectados. El hongo se desarrolla mejor a temperaturas de 28°C. Según Aramendiz *et al.* (2008), los síntomas notorios en la planta son: manchas pequeñas y deprimidas que se oscurecen y se unen; por la parte inferior de estas se observa una podredumbre esponjosa. Además, en las zonas afectadas por la enfermedad se observan puntuaciones negras (picnidios) que representan las fructificaciones del hongo (Aramendiz *et al.*, 2008).

En poscosecha

Alternaria (Fr.:Fr.) Keissl., *Cladosporium* Link: Fr.

En berenjena los daños en poscosecha los ocasionan los hongos *Alternaria* sp. y *Cladosporium* sp. (Tamayo, 2005). En general, las aplicaciones foliares de productos a base de calcio durante el cultivo fortalecen los tejidos de los frutos y disminuyen problemas fisiológicos y patológicos en la etapa de poscosecha.

En condiciones de campo se debe ofrecer buena luminosidad y aireación a los cultivos. Hay que evitar la cosecha de frutos en condiciones de lluvia. Durante la cosecha se deben utilizar guantes, recipientes limpios y en buen estado. En el cultivo se tienen que adecuar sitios protegidos del sol para evitar el excesivo y prolongado traslado y manipuleo de los frutos. Los cuartos de selección, clasificación y almacenamiento deben poseer condiciones de buen aseo, ventilación y luminosidad. Muchos de estos organismos que son plagas y patógenos en poscosecha y las impurezas (tierra, mugre y residuos de pesticidas) pueden ser removidos mediante prácticas de lavado con surfactantes o dispersantes (Agrotin SL, Inex-A, jabón detergente) y desinfección de

frutos con hipoclorito de sodio al 0,5%, con posterior lavado con agua y secado mediante flujos de aire cálido. Las fuentes de agua deben ser limpias, ya que se ha comprobado que en ocasiones pueden diseminar organismos patógenos. Aunque la calidad inicial de la fruta de estas hortalizas no puede ser mejorada aplicando tecnologías poscosecha, la aplicación de sistemas adecuados de conservación de la misma sí permite mantener la calidad de la cosecha por espacios de tiempo más largos.

La utilización de cuartos de almacenamiento con refrigeración es indispensable para hacer más lento el proceso de deterioro de las frutas y limita el desarrollo de muchos de los patógenos poscosecha (Tamayo & Jaramillo, 2006). Los cuartos de almacenamiento, las bandejas de siembra, así como las canastillas en las cuales se transportan y comercializan las hortalizas, se deben desinfectar mediante aspersion en los cuartos o inmersión de las bandejas y canastillas, con productos a base de hipoclorito de sodio al 1 o 2% o yodo agrícola (Agrodyne SL en dosis de 2 a 3 cc/L) (Tamayo & Jaramillo, 2006).

Capítulo VIII

Manejo de malezas

Las malezas o plantas arvenses, como se las conoce técnicamente, constituyen uno de los factores que más afectan el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos, pues compiten por luz, agua y nutrientes. Además, tienen efectos adversos sobre la calidad de los frutos, los costos de producción y el proceso de beneficio del producto cosechado.

Así mismo, las malezas pueden liberar sustancias alelopáticas que resultan perjudiciales para las plantas de los cultivos y sirven de hospederos a plagas y enfermedades (Freitas *et al.*, 2004).

Por todo lo anterior, el control oportuno de las malezas o arvenses es uno de los factores más determinantes para la obtención de buenos rendimientos y alta calidad del fruto de la berenjena. Por esta razón, el manejo de malezas debe ser planeado desde antes del inicio del cultivo, aun en la preparación misma del suelo, con el fin de conocer el banco de semillas de malezas disponibles y sus características de germinación.

Estudios realizados por Aramendiz *et al.* (2010) reportan malezas hoja angosta en el cultivo de berenjena, como pasto jonhson (*Sorghun halepense* [L.] Pers.), paja mona (*Leptochloa filiformis* [Lam.] Beauv, caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* [Lour.] W. D. Clayton), coquito (*Cyperus rotundus* L.), entre otras; y malezas hoja ancha como bledo (*Amaranthus retroflexus* L.), hierba sapo (*Euphorbia hirta* L.), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), bicho (*Cassia tora* L.).

En la tabla 12 se muestran las principales malezas que se encuentran en el cultivo de berenjena en el valle del Sinú.

Tabla 12. Dinámica poblacional de arvenses en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) en los tratamientos que permanecieron limpios cierto tiempo y después enmalezados hasta el final del ciclo

ARVENSES	Densidad (plantas/m ²), según tratamientos							
	Estado inicial	L10	L20	L30	L40	L50	L60	LTC
HOJA ANGOSTA								
Pasto jhonson (<i>Sorghum halepense</i> [L.] Pers.)	0,3	5,7	1,0	3,3	1,3	0,7	0,0	0,0
Paja mona (<i>Leptochloa filiformis</i> [Lam.] Beauv.)	31,3	24,3	15,3	22,3	16,0	17,3	16,7	0,0
Caminadora (<i>Rottboellia cochinchinensis</i> [Lour.] W.D. Clayton)	32,2	30,3	18,3	8,7	11,3	3,0	1,0	0,0
Liendre puerco (<i>Echinochloa colona</i> [L.] Link.)	9,6	18,0	20,3	18,7	11,0	9,3	4,7	0,0
Guarda rocío (<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.)	0,0	5,7	9,0	5,7	8,0	4,7	0,0	0,0
Coquito (<i>Cyperus rotundus</i> L.)	27,9	21,0	22,0	11,3	14,3	12,3	5,0	0,0
Cortadera (<i>Cyperus ferax</i> [L.] Rich.)	0,0	4,3	3,7	0,0	2,3	2,3	1,3	0,0
Arrocillo (<i>Fimbristylis annua</i> [All.] Roem. & Schult.)	0,0	1,7	2,0	1,7	0,0	1,0	0,0	0,0
Sumatoria parcial	101,4	111,0	91,7	71,7	64,3	50,7	28,7	0,0
HOJA ANCHA								
Bledo (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	45,5	12,0	25,3	17,3	16,0	13,3	15,0	0,0
Ojito santa Lucía (<i>Commelina diffusa</i> Burm f.)	16,0	3,7	1,0	4,0	0,0	1,7	1,0	0,0
Hierba sapo (<i>Euphorbia hirta</i> L.)	20,0	4,3	0,0	0,0	1,7	0,0	3,3	0,0
Lagaña perro (<i>Boerhaavia erecta</i> L.)	0,4	5,7	0,7	3,7	2,7	7,7	2,3	0,0
Atarraya (<i>Kallstroemia maxima</i> [L.] Hook. & Arn.)	0,0	0,7	0,0	2,0	4,3	0,0	3,7	0,0
Centrosema (<i>Centrosema</i> sp.)	11,2	2,3	4,3	2,7	4,7	2,0	4,3	0,0
Meloncillo (<i>Cucumis melo</i> L.)	0,0	6,0	1,7	3,7	4,0	0,0	1,3	0,0
Tripa pollo (<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.)	0,0	7,0	7,7	8,7	2,7	0,7	1,0	0,0
Batatilla (<i>Ipomoea tiliacea</i> [Willd.] Choisy)	1,2	7,3	6,0	5,0	3,3	4,7	4,7	0,0
Tamarindillo (<i>Phyllanthus niruri</i> L.)	0,0	2,7	0,0	1,0	0,0	2,3	0,0	0,0
Mentolada (<i>Laurentia longiflora</i> [L.] Endl.)	8,4	3,3	2,3	0,0	1,3	3,0	1,0	0,0
Verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i> L.)	0,5	3,3	7,0	1,3	4,0	3,0	8,0	0,0
Palito de agua (<i>Jussieu linifolia</i> Vahl.)	0,0	2,7	2,3	4,7	0,0	2,7	1,3	0,0
Croton (<i>Croton lobatus</i> L.)	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0
Gallito verbena (<i>Heliotropium indicum</i> L.)	0,0	1,3	2,7	2,0	1,3	1,0	1,0	0,0
Frijolillo (<i>Phaseolus lathyroides</i> L.)	0,0	3,7	1,0	3,0	1,0	6,7	1,3	0,0
Botón blanco (<i>Eclipta alba</i> [L.] Hassk.)	0,0	2,3	6,0	4,0	3,0	0,0	0,0	0,0
Golondrina (<i>Euphorbia albomarginata</i> Torr. & Gray)	3,0	0,0	2,7	0,0	0,0	3,3	2,0	0,0
Topotoropo (<i>Physalis angulata</i> L.)	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Cadillo de bolsa (<i>Priva lappulacea</i> L. Pers.)	0,0	1,0	5,7	0,0	1,7	3,0	0,0	0,0
Espanta suegra (<i>Ruellia tuberosa</i> L.)	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	1,3	2,0	0,0
Bicho (<i>Cassia tora</i> L.)	0,0	0,0	0,0	2,6	2,7	0,0	0,0	0,0
Balsamina (<i>Momordica charantia</i> L.)	0,7	0,7	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sumatoria parcial	106,8	70,0	79,7	68,3	55,3	57,3	53,3	0,0
Total	208,2	181,0	171,3	140,0	119,7	108,0	82,0	0,0

L10 = limpio los primeros 10 días y después enmalezado; L20 = limpio los primeros 20 días y después enmalezado; L30 = limpio los primeros 30 días y después enmalezado; L40 = limpio los primeros 40 días y después enmalezado; L50 = limpio los primeros 50 días y después enmalezado; L60 = limpio los primeros 60 días y después enmalezado; LTC = limpio todo el ciclo.

Bajo las condiciones de la región Caribe, debido a que se trata de pequeñas áreas de cultivo, los agricultores realizan el control de malezas de forma principalmente manual, a través de deshierbas periódicas al cultivo. Solo una pequeña proporción de agricultores (36%) realizan la labor de control de malezas mediante la utilización de herbicidas, con productos como glufosinato de amonio, glifosato, gramoxone, paraquat, gramafin, karmex y panzer. Las dosis utilizadas dependen del producto a aplicar. En la práctica, lo que se realiza es una combinación del control manual y el control químico, mediante la realización de quemas generales con glifosato antes del trasplante, deshierbas manuales y, posteriormente, aplicación de herbicidas no selectivos, como glufosinato de amonio, en forma dirigida. En este caso, la dosis utilizada es de 1,5 a 2,0 litros por hectárea.

Todas las plantas de cultivo presentan un periodo crítico, durante el cual la presencia de malezas afecta en forma más drástica los rendimientos. Para el caso de la berenjena estudios realizados por Aramendiz *et al.* (2010) encontraron que los primeros 40 días después del trasplante son el periodo más crítico, durante el cual el cultivo debe estar libre de malezas. Durante este periodo debe realizarse un manejo integral de malezas, combinando métodos manuales, mecánicos y químicos.

Para siembras directas, sin preparación de suelos, se recomienda realizar aplicaciones químicas a base de herbicidas sistémicos o de contacto, cuando el lote presente una alta población de malezas germinadas o enmalezado, con el fin de eliminar todas las arvenses antes del trasplante. En este caso se pueden utilizar productos a base de glifosato con dosis entre 2 y 4 litros por hectárea, dependiendo del estado de desarrollo de la maleza.

Para suelos mecanizados es importante dejar pasar aproximadamente 10 días después de la preparación y el caballoneo, para que se presente la germinación de las semillas de las malezas, las cuales encontrarán las condiciones necesarias para su germinación y así posteriormente realizar su control, manual o químicamente. En este caso también se recomienda la utilización de productos a base de glifosato en dosis de 3 a 4 L/ha.

El cultivo de berenjena es altamente susceptible a las aplicaciones de herbicidas. Se recomienda después del trasplante realizar limpiezas manuales con machete, azadón o guadaña, las cuales eliminarán las malezas que crecen en las calles y principalmente alrededor de la planta, y así evitarán competencias con el cultivo e impedirán que las

plagas y enfermedades encuentren hospederos que les permitan la supervivencia. Esta labor manual de control puede realizarse hasta que el cultivo presente una altura adecuada que permita el control químico dirigido de malezas utilizando productos como glufosinato de amonio en dosis de 1,0 a 1,5 L/ha. Se recomienda que, cuando se aplique el herbicida, también se aplique un insecticida en forma conjunta, ya que plagas como el gusano cogollero (*Spodoptera* sp.), al no tener malezas hospederas, suben al cultivo para alimentarse.

En cultivos tecnificados de berenjena, con disponibilidad de riego por goteo, el agricultor debe analizar económicamente el uso de *mulch* plásticos, los cuales previenen el desarrollo de malezas en los surcos y conservan la humedad del suelo. Sin embargo, el establecimiento de estos es relativamente costoso, sobre todo para pequeños productores que no cuentan con grandes capitales o recursos para invertir en el cultivo.



Figura 45. Control de malezas manual
Fuente: Jairo Tapia.

Capítulo IX

Prácticas culturales

Podas

La poda es el conjunto de intervenciones que sirven para orientar el desarrollo vegetativo de la planta de berenjena, con el fin de regular floración, fructificación y tamaño de los frutos. Dentro de los objetivos de la poda se busca conseguir el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y el crecimiento reproductivo, a fin de obtener máximos rendimientos, con frutos de un tamaño adecuado para el mercado (equilibrio fisiológico). La poda también sirve para incrementar el tamaño de las hojas y de las células del mesófilo, mejorar la aireación, aumentar la entrada de luz e incrementar la fotosíntesis (Fischer, 2005).

Según Reche (1998), la poda consiste en dejar varias ramas (tallos-guías, brazos, etc.), eliminando el resto de los brotes, y asimismo suprimir los chupones que a consecuencia de su excesivo desarrollo no fructifican. Con la poda, además de limitar el número de ramas que forman la planta, se controla el desarrollo vegetativo eliminando flores, frutos y hojas, a cambio de conseguir mayor calidad de los frutos y precocidad en la recolección.

La mayor parte de los cultivares sembrados en la región Caribe son de tipo erecto. En este caso la poda se hace de la siguiente manera: en la base del tallo se eliminan los dos primeros brotes que aparecen sobre el tallo principal, cuando estos presenten poco desarrollo. No se espera hasta que estos brotes se hayan desarrollado demasiado, pues se pueden ocasionar daños mecánicos a la planta y además significan una pérdida de energía de esta. Posteriormente, se dejan desarrollar entre 4 y 5 ramas sobre el tallo principal y, cuando cada rama haya desarrollado de 3 a 5 frutos, se despunta la yema terminal de cada una de ellas, al nivel de una o dos hojas después del último fruto desarrollado en cada rama. Se eliminan también todos los brotes que vayan apareciendo tanto en el tallo principal como en cada una de las ramas en desarrollo (Aramendiz *et al.*, 2008).

Estudios sobre tipos de poda de formación y diferentes densidades de población, adelantados por Goisque & Letard (1990), señalan que los mayores rendimientos de

la berenjena se consiguen con una densidad de seis ramas por metro cuadrado. Por su parte, Serrano (1976) anota que, si se realiza la poda, cada planta está en condiciones de producir de 15 a 20 frutos, de gran calidad y peso, con una precocidad mayor que si no se hiciera tal práctica.

En Colombia autores como Aramendiz *et al.* (2008b) indican las ventajas de la poda de formación en cultivos de berenjena, así: i) mayor precocidad y calidad de frutos, ii) mayor aireación de las plantas y reducción de microclimas favorables para las enfermedades, iii) facilita la ejecución de otras prácticas culturales y iv) posibilita estrechar el marco de plantación al incrementar el número de plantas por unidad de superficie.



Figura 46. Poda de formación en berenjena
Fuente: Juan Sande.

Aclareo de flores y frutos

Los cultivares de berenjena sembrados en el departamento de Córdoba presentan cojines florales que pueden poseer de una a cinco flores (Pérez, 2006). Esta característica produce una competencia entre los frutos que se van desarrollando una vez ocurrida la polinización. Lo anterior causa diferencias en el tamaño y peso de los

frutos desarrollados. El tamaño del fruto es una característica importante para los mercados especializados y por ello se ha desarrollado la técnica de aclareo de flores y frutos, labor ampliamente realizada en otros cultivos como plátano y banano con el fin de dar cumplimiento a los estándares de calidad del mercado internacional en cuanto a dimensiones y peso para exportación (Aristizábal, 2004; Quintero y Aristizábal, 2003).

El aclareo de flores y frutos en berenjena es una práctica que consiste en eliminar algunas de las flores o frutos que se forman en cada cojín floral; se lleva a cabo para uniformizar el tamaño de los frutos que permanecen o se conservan en el cojín. Se eliminan en cada cojín flores o frutos muy pequeños, deformes, dañados por plagas o enfermedades, recién cuajados, con gran desarrollo. Su objetivo es dejar un número definido de frutos de tal manera que su desarrollo esté acorde con las características del mercado.

En general, el aclareo de flores o frutos disminuye el rendimiento por planta, pero aumenta el porcentaje de los frutos en las categorías superiores de la clasificación, mientras que las calidades inferiores se reducen marcadamente (Fischer, 2000).



Figura 47. Poda de cojín floral
Fuente: Juan Sande.

Tutorado

El tutorado es una técnica conducente a evitar que las plantas cargadas de frutos se vuelquen o que las ramas, como consecuencia del peso, se quiebren o se doblen y los frutos toquen el suelo. Con el tutorado se facilita también la ventilación de la planta, el tránsito de los trabajadores por el campo y la cosecha o recolección de los frutos (Nuez *et al.*, 1996). Esta labor cultural se realiza principalmente en los cultivos donde se haya hecho preparación de terreno y caballoneo, ya que con estas prácticas se facilita el volcamiento de las plantas.

Los cultivares de berenjena sembrados en Córdoba y Sucre se caracterizan por una alta fructificación y gran expansión del follaje (Aramendiz *et al.*, 2008a). Esta condición favorece el volcamiento de plantas, el cual se agrava en condiciones de saturación de humedad del suelo (condición común durante el periodo de lluvias) y plantas con problemas radicales, ocasionados por mal manejo de semillero y deficiencias en la siembra en campo. El volcamiento de plantas promueve la pudrición de frutos al hallarse estos en contacto con el suelo. Las pérdidas estimadas en Córdoba y Sucre por esta condición son del orden del 15 al 25% (Aramendiz *et al.*, 2008a).



Figura 48. Planta de berenjena volcada
Fuente: Jairo Tapia.

La práctica del tutorado en cultivos de berenjena ya es una norma en países con una fuerte vocación de producción de berenjena, como Honduras, donde se reporta que la combinación del tutorado con otras prácticas culturales como la poda de formación

de plantas y el aclareo de frutos promueve la aireación y entrada de luz a las plantas, así como disminución de microclimas para plagas y enfermedades (Usaid-RED, 2007). Generalmente el tutorado del cultivo de berenjena en la región Caribe se hace con pitas de polipropileno atadas a la planta, las cuales, a su vez, se atan a un tutor individual por planta o a un alambre que se extiende a lo largo del surco. Esta labor se realiza con el fin de evitar que las plantas se vuelquen y en consecuencia el fruto quede en contacto directo con el suelo (figura 49). Con esta práctica se logra obtener frutos de mayor calidad para el comercio.



Figura 49. Tutorado de plantas de berenjena
Fuente: Nora Jiménez.

Capítulo X Cosecha

La cosecha de la berenjena se inicia entre 60 y 70 días después del trasplante, dependiendo del cultivar y de la zona agroecológica donde se encuentre establecido el cultivo (Aramendiz *et al.*, 2008a; Usaid-RED, 2007). Normalmente, la cosecha se realiza una o dos veces por semana, con frutos aún inmaduros, pero que han alcanzado el tamaño adecuado para el mercado (Escobar *et al.*, 2011).

Las cosechas se extienden por un periodo de 16 a 20 semanas, dependiendo del manejo que se le dé al cultivo. En ocasiones puede prolongarse hasta por doce meses dependiendo del cuidado y manejo agronómico que reciba este cultivo (Escobar *et al.*, 2011).

La producción de frutos por cosecha en los cultivares de berenjena Corpoica C015 y Corpoica C029 se muestra en la figuras 50 y 51.

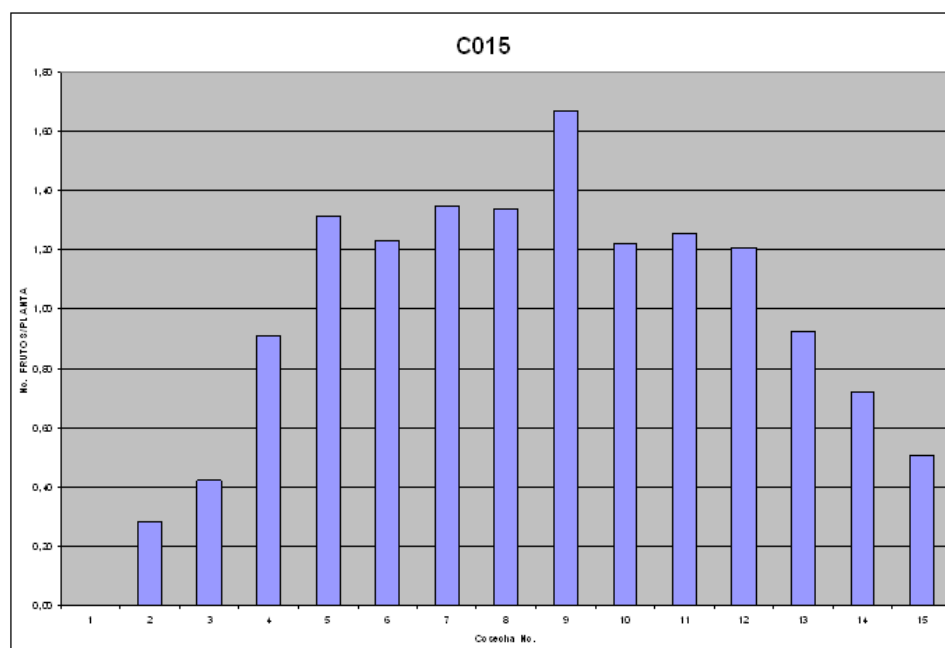


Figura 50. Número de frutos por cosecha en las variedades Corpoica C015
Fuente: Corpoica (2010).

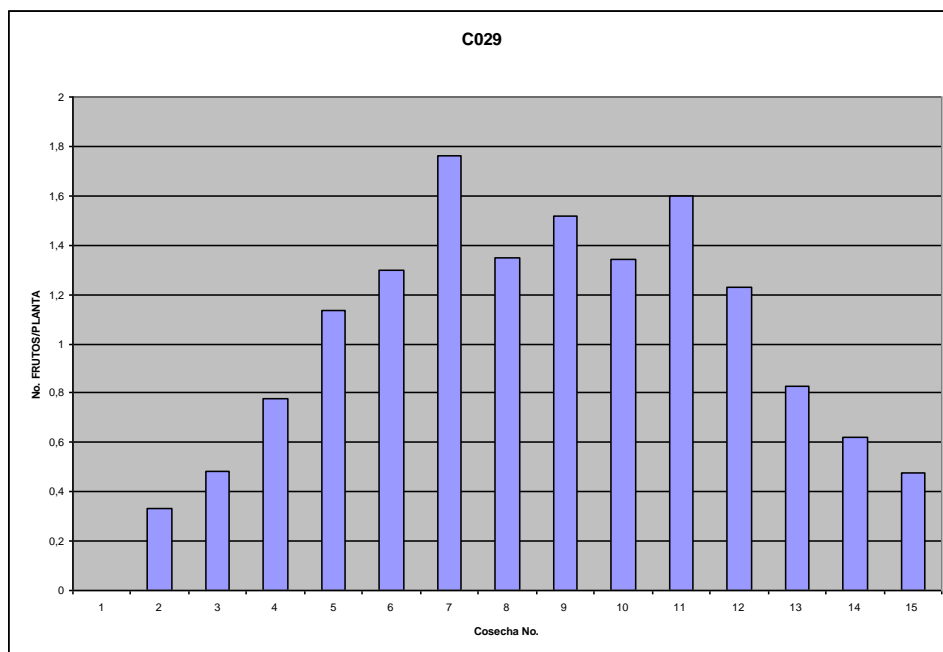


Figura 51. Número de frutos por cosecha en las variedades y Corpoica C029
Fuente: Corpoica (2010).

La labor de cosecha debe realizarse en horas de la mañana, entre las 6:00 a. m. y las 9:00 a. m., con el fin de cosechar frutos frescos que mantengan sus propiedades. El punto ideal de cosecha de los frutos de berenjena es cuando estos no han alcanzado su madurez fisiológica y las semillas aún no están completamente formadas o llenas. Según Escobar *et al.* (2011), a esta edad dichos frutos presentan un color brillante, no hay semillas formadas y la pulpa es muy uniforme y de color blanco. Frutos que se dejen madurar en la planta o se cosechen con semillas formadas presentan un sabor amargo y son inadecuados para el mercado. Para la recolección se debe utilizar un cuchillo o tijeras de podar, bien limpios, dejando aproximadamente un 1 cm de pedúnculo pegado al fruto (Aramendiz *et al.*, 2008). Sin embargo, este método genera sobrecostos y gasta mayor tiempo en la recolección.

Otra manera de cosechar es utilizando el método convencional, el cual consiste en girar el fruto hacia un lado y luego hacer fuerza para desprenderlo. Es importante tener personal con experiencia en este tipo de recolección con el fin de evitar heridas en la planta y de esta manera impedir la entrada de patógenos al cultivo.



Figura 52. Cosecha de berenjena
Fuentes: izquierda: Juan Sande; derecha: Nora Jiménez.

Para la cosecha de berenjena es importante tener en cuenta los siguientes parámetros: clasificar los frutos (primera y segunda categoría), descartar los de color verde por segregación, frutos con el tercio apical decolorado y corchoso por daños de *Polyphagotarsonemus*, los intensamente rayados por daños de *T. palmi*, frutos pequeños, medianos y duros por ataques de chinche de encaje, los rajados y pasados de cosecha, frutos con cicatrices de daños de papayero o de Chrysomelidos, frutos deformes y con manchas de hongos (antracnosis), tenues al momento de la cosecha, pero que a los pocos días manifiestan las mancha más severa.

El fruto de berenjena en la región Caribe generalmente se empaqueta en sacos de fique. La berenjena se comercializa en bultos con peso promedio entre 50 y 60 kg. El precio del bulto de berenjena varía todo el año; va desde los \$10.000 en agosto y septiembre hasta los \$50.000 en febrero, marzo y abril. El precio promedio del bulto que se comercializa en la región Caribe es de aproximadamente \$20.000 (a precios del año 2013).

La cantidad promedio de berenjenas que tiene un bulto está ligada al tamaño del fruto; se encuentran entre 170 y 245 frutos por bulto de 60 kg. El fruto de berenjena

se comercializa principalmente en las plazas de mercado de las principales ciudades de la región Caribe. Algunos productores asumen el gasto de transporte a la plaza de mercado más cercana, con un valor que oscila entre los \$2.000 y \$3.000 (a precios del año 2013) por unidad (bulto), mientras que otros productores venden la berenjena en el mismo lote a los intermediarios.

Según Escobar *et al.* (2011), los requerimientos para el mercado de frutos frescos de berenjena en la costa Caribe son los siguientes:

- Frutos brillantes, de color y forma parejos.
- Frutos sanos tanto externa como internamente, sin daños físicos, libres de cicatrices, rayaduras o picaduras de insectos.
- Frutos limpios y sin presencia de materia extraña, residuos vegetales o suelos.
- Frutos firmes al tacto, libres de magulladuras o ablandamiento por golpes.

Capítulo XI

Poscosecha

Es importante tener en cuenta que se deben eliminar los frutos que presenten daños por plagas y enfermedades, daños mecánicos, quemaduras de sol, cicatrices y deformaciones, y frutos con tamaños muy grandes; esto con el fin mantener una óptima calidad de los frutos que se van a comercializar (Aramendiz *et al.*, 2008a). El mercado apetece frutos de color morado, lila o negro, uniforme, brillantes y sin magulladuras, de aproximadamente 17 cm de longitud y 250 gramos de peso. Sin embargo, existe una gran variedad de materiales genéticos sembrados en las fincas de los productores, lo cual hace que se presente una gran diversidad en los tipos de berenjena que se comercializan (Aramendiz *et al.*, 2008b), aunque la calidad se basa principalmente en el color, forma y aspecto físico del fruto.

Desinfección, enjuague y secado

En el hogar, para aumentar la vida útil de la berenjena, tan pronto llegan los frutos del campo es conveniente introducirlos en un recipiente con agua limpia y fría, a una temperatura de 10°C, con el fin de eliminar los restos de químicos, polvo u otro material adherido a ellos, lo que permite conservar la calidad, reducir las pérdidas de agua y aumentar el número de días en almacenamiento (Usaid-RED, 2007). El enjuague en agua fría tiene como objetivo reducir la temperatura que traen los frutos del campo. La desinfección de los frutos de berenjena tiene por objeto eliminar microorganismos y patógenos que se encuentren adheridos. Se realiza en dos etapas: en la primera los frutos de berenjena se desinfectan en una solución de hipoclorito de sodio, con una concentración de 100 ppm, durante 10 minutos; posteriormente, en una segunda etapa se enjuagan en una solución de hipoclorito de sodio, con una concentración de 3 ppm, por espacio de otros 10 minutos. Después de este enjuague se dejan secar en una mesa a temperatura ambiente (25 a 30 °C y 82% de humedad relativa). Durante el secado se someten a una nueva revisión, con el fin de atender los parámetros de calidad (Escobar *et al.*, 2009; Escobar, 2009).

Empaque de frutos en el hogar

El mercado demanda requisitos de calidad que debe garantizar el vendedor, como limpieza, peso, firmeza y brillo exterior de los frutos, entre otros. La vida útil de los frutos de berenjena a temperatura ambiente es de 10 días, a partir de los cuales se deshidratan, pierden firmeza, se arrugan y quedan sin valor comercial. Sin embargo, con ensayos realizados a través del proyecto "Selección de cultivares competitivos de berenjena para los mercados nacionales y de exportación, con adaptación a las condiciones del Caribe colombiano" se ha demostrado que se puede ampliar su vida útil empacando los frutos de la berenjena en bolsas plásticas de polietileno de baja densidad (peld), de 50 cm × 50 cm de longitud, con un espesor de un micrón y refrigerando a 13°C; lo que muestra que en estas condiciones se puede preservar el fruto de berenjena hasta por 30 días (Escobar *et al.*, 2009; Escobar, 2009).

De acuerdo con evaluaciones sensoriales realizadas a frutos de berenjena almacenados al ambiente y bajo refrigeración –con y sin empaque– se puede concluir que los tratamientos que mejor conservaron los frutos de berenjena fueron los que incluían refrigeración a 13°C y empaque en bolsas de polietileno de baja densidad o peld, ya que bajo estas condiciones se conservan por mayor tiempo el color, el brillo y la firmeza de los frutos. De igual forma, en dichas condiciones se conservan mejor las características fisicoquímicas del fruto (como grados Brix, acidez e índice de madurez) y se presenta una menor pérdida de peso del mismo (Escobar *et al.*, 2011).

Temperatura de almacenamiento

El periodo máximo de almacenamiento del fruto de berenjena al ambiente es generalmente inferior a 14 días, debido a que la calidad visual y sensorial de los frutos se deteriora rápidamente (Casaca, 2005); en el valle del Sinú no supera los 10 días (Aramendiz *et al.*, 2008a). También es probable que durante periodos prolongados de almacenamiento se aumente la pudrición de frutos, en especial cuando se almacenan por más de dos semanas (Escobar *et al.*, 2011).

La refrigeración es uno de los métodos de conservación más utilizados para el mantenimiento y aumento de la vida útil de frutas y hortalizas, ya que permite tanto reducir el metabolismo interno del fruto y la pérdida de peso como aumentar la vida útil de los mismos (Kluge *et al.*, 1999; Brackmann *et al.*, 1998. A pesar de lo anterior,

se debe tener cuidado en el almacenamiento bajo refrigeración, puesto que los frutos de berenjena son sensibles a temperaturas inferiores a 10°C (Brackmann *et al.*, 1998; Casaca, 2005). Experimentalmente se ha demostrado que los frutos de berenjena sufren daños por frío en 6-8 días, con síntomas como depresiones en la superficie del fruto, bronceado superficial y pardeamiento de las semillas y pulpa (Brackmann *et al.*, 1998; Aramendiz *et al.*, 2008a).

Bajo las condiciones del valle del Sinú, en el proyecto "Selección de cultivares competitivos de berenjena para los mercados nacionales y de exportación, con adaptación a las condiciones del Caribe colombiano", se encontró que los frutos de berenjena sin daños ni rasgaduras pueden ser almacenados exitosamente en nevera a una temperatura de 12-13°C y humedad relativa entre 70% y 75%; lo anterior permite mantener una buena calidad de fruto hasta por 30 días, con una pérdida de peso inferior al 3%, especialmente si son empacados para su refrigeración en bolsas de polietileno de baja densidad (*peld*) (Escobar *et al.*, 2009; Escobar, 2009).

El almacenamiento de frutos de berenjena en condiciones ambientales (32°C y 82% de humedad relativa) en el valle del Sinú acelera la deshidratación del fruto e induce pérdidas de peso de un 14,6% en un periodo de cinco días, lo cual afecta la firmeza por la degradación de la pared celular e incide en la presentación del mismo (Aramendiz *et al.*, 2008a; Kluge *et al.*, 1999; Muy-Rangel *et al.*, 2002).

Capítulo XII

Transformación y agroindustria

En Colombia la preferencia de los consumidores es principalmente por producto en fresco, por lo que el mercado la berenjena esta dominado por frutos frescos, recién cosechados. Sin embargo, existen países donde se consume en forma procesada, con diferentes tipos de transformaciones. A nivel internacional se comercializan productos como pastas ('dip') para untar, encurtidos, mermeladas y berenjena deshidratada, entre otros.

Capítulo XIII

Mercados y comercialización

Mercado nacional

La comercialización agrícola es un proceso que permite que los productos lleguen a los consumidores localizados en zonas urbanas distantes de las áreas de producción, de tal manera que el número de operaciones y funciones que se llevan a cabo determinan el grado de complejidad del proceso. De esta forma, se puede decir que la comercialización es el conjunto de procesos o etapas que deben superar los productos en el flujo de traslado desde el productor hasta el consumidor final (Mendoza, 2002).

En Colombia, a pesar de contar con recursos naturales muy valiosos, favorables para el cultivo de hortalizas, no se tiene un sistema de mercado organizado que permita comprender la complejidad de los productos, ni que oriente a la creación de una industria de vanguardia ajustada a la realidad colombiana y lista para enfrentar los cambios con respecto a la comercialización de productos (Salinas y Raigosa, 2005).

El sistema de comercialización de berenjena en la región Caribe es heterogéneo y artesanal, lo que lo torna no competitivo en los mercados nacionales e internacionales especializados (Correa *et al.*, 2010). El mercado de esta hortaliza se encuentra principalmente en los departamentos de Córdoba, Sucre, Atlántico, Bolívar y Magdalena, específicamente en las plazas de mercado de Montería, Sincelejo, Barranquilla, Cartagena y Santa Marta.

Mercado internacional

El gobierno colombiano es consciente de la necesidad de reducir la brecha tecnológica en este cultivo y estar a la par de México, Honduras y República Dominicana, que ocupan un lugar de privilegio en las exportaciones mundiales (FAO, 2010), cuyo mercado entre 2002 y 2006 registró un crecimiento del 12% (Mineco-Unión Europea, 2010) a causa del crecimiento en el mercado de las hortalizas, cuya tasa promedio fue del 4,1% por el mejoramiento de los ingresos, cambios del estilo de vida traído

por la urbanización y mudanzas en las estructuras familiares, que han producido cambios en la dieta a lo largo del mundo (Ferrato & Mondino, 2008).

Para transporte a largas distancias, los frutos se embalan en cajas de cartón parafinadas de una sola pieza; se evita sobreempacar a fin de impedir problemas de daño por compresión. En algunos casos se utiliza papel fino para separar o envolver el fruto dentro de la caja y evitar el roce entre ellos (Aramendiz et al., 2008a; Usaid-RED, 2007; Vifinex, 2001). A continuación se detallan aspectos importantes para exportaciones del producto a los Estados Unidos de América.

Berenjena en Estados Unidos

Según estudios realizados por Corpoica (2013), para la exportación de la berenjena en fresco a los Estados Unidos, se han establecido los siguientes criterios:

Estándares de calidad de la berenjena en Estados Unidos

Características como la firmeza del fruto, color uniforme y brillo externo son indicadores de alta calidad en el mercado. Podría sin embargo decirse que el estándar de calidad estadounidense de la berenjena se basa principalmente en la uniformidad del fruto, la forma globular, la firmeza y un color de piel intenso.

Tamaño de fruto: todos los tamaños son altamente apreciados debido a que la preferencia depende de la receta a preparar. Sin embargo, el mayor volumen del mercado se presenta para frutos con los siguientes tamaños promedio:

- Frutos alargados en forma de bombillo: 24 cm de largo por 17 cm de diámetro.
- Frutos ovalados: 17 cm de largo por 13 cm de diámetro.

Color del fruto: existe una mayor preferencia en el mercado por el color violeta, morado oscuro a casi negro, piel brillante, uniforme y firme, con frutos en forma de bombillo alargado, que son consideradas características de buena calidad.

Forma del fruto: la diversidad de tipos de berenjena que se comercializan en los Estados Unidos se ha incrementado en los últimos años. En general, en el mercado existen berenjenas de todos los tipos, formas y colores, como por ejemplo frutos asiáticos, chinos, japoneses, de forma alargada, tailandeses, silicianos e indios, de forma redonda, los estadounidenses con forma de lágrima, los italianos tipo Baby.

Época del año más adecuada para exportar

La berenjena se importa en Estados Unidos con dos códigos o partidas arancelarias, que separan las que ingresan al país de diciembre a marzo de las que llegan entre abril y noviembre. Según lo investigado con comercializadores americanos, la mayor oportunidad para exportar está en los meses de julio a noviembre. Las exportaciones de los productos de Nicaragua se dan en los meses de julio a agosto, en los que la demanda es mayor. El estado de Florida es el proveedor de más de la tercera parte de berenjenas en Estados Unidos entre octubre y julio; Nueva Jersey comercializa entre julio y octubre y California, una quinta parte del comercio norteamericano de esta hortaliza, las vende de abril a diciembre. México es su gran proveedor y en Estados Unidos los mercados del Este que se destacan son: Atlanta, Baltimore, Nueva York y Chicago, y en menor medida los del Oeste, como San Francisco, Los Ángeles y Dallas. Los precios bajos aparecen a finales del verano y los más altos en mayo.

Proceso de exportación

Puertos de entrada en Estados Unidos

Está permitida la importación de berenjena de Colombia a los Estados Unidos por los puertos del Atlántico Norte, incluyendo a Norfolk, VA; puertos de los Grandes Lagos, canal de St. Lawrence; puertos con la frontera del Canadá al Este, incluyendo Dakota del Norte; Washington D. C. (incluyendo Dulles) para despachos aéreos. Esto se debe a que algunas plagas no pueden sobrevivir al clima del Norte, mientras sí podrían hacerlo en las partes del Sur.

Puertos de salida en Colombia

Debido a su ubicación, la costa Caribe colombiana presenta una mayor ventaja que otras regiones del país para la exportación de hortalizas, por cuanto en esta región se ubican tres de los principales puertos de Colombia, lo que constituye una ventaja, en especial para los departamentos productores de berenjena como Córdoba y Sucre, que les permite tener una mayor capacidad para llevar a cabo procesos logísticos y aduaneros eficientes, con el fin de transportar la carga muy rápido hacia los Estados Unidos. Las exportaciones de berenjena en la costa Caribe pueden realizarse a través de los siguientes puertos:

- SPRB: Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla S. A., carrera 38 con calle 1a. Orilla del Río.
- SPSM: Sociedad Portuaria de Santa Marta, carrera 1a. No. 10A-12 A. A. 655.

- SPRC: Sociedad Portuaria Regional de Cartagena S. A., ubicada en Manga en el Terminal Marítimo.

Preferiblemente hay que escoger el puerto más cercano al cultivo para reducir tiempo de tránsito y costos de transporte. Tener en cuenta que en lo posible cuente con túnel frío para evitar los cambios de temperatura en la cadena logística.

Empaque y embalaje, identificación en embalajes

El empaque de frutas y hortalizas con destino al mercado de exportación se realiza en cajas de cartón ondulado, interapilables, con una base modular y dos tamaños, según la norma UNE 137005:2005 de la Unión Europea.

- Cajas CF1 de 600 mm × 400 mm
- Cajas CF2 de 400 mm × 300 mm

Según Asohofrucol, estas cajas deben resistir la manipulación brusca de carga y descarga, la compresión causada por la pila de cajas que va encima, los golpes y vibraciones durante el transporte, así como la humedad elevada durante el transporte y almacenamiento. Las dimensiones de las cajas deben ser tales que correspondan a un submúltiplo de las estibas utilizadas en el mercado internacional, las cuales miden 120 cm × 100 cm para transporte marítimo y 80 cm × 120 cm para transporte aéreo.

Normas sanitarias

Requisitos fitosanitarios para la exportación de productos frescos de Colombia a los Estados Unidos

La exportación de un producto agrícola fresco de un país a otro está limitada por las plagas y enfermedades que con este se puedan introducir al país importador. Si el producto tiene plagas o enfermedades, el cual al ser exportado puede llevarlas a otro país donde estas no existan, entonces estará prohibida la importación. Si el país exportador tiene manera de garantizar que estas plagas o enfermedades no llegarán al país importador, entonces podrá de común acuerdo diseñar un protocolo de trabajo que así lo garantice. Para el caso de la berenjena, comercializada en fresco, aplican normas fitosanitarias y de inocuidad, reglamentadas por la AMSF de la Organización Mundial del Comercio, y la base legal es la IR-4 de la EPA y el Usda-Aphis. En los Estados Unidos se debe cumplir con regulaciones sanitarias que garanticen un fruto seguro para la salud del consumidor. La Food and Drug Administration (FDA) ha

establecido requerimientos sanitarios para productos específicos e ingredientes de alimentos, así:

Frutas y vegetales: las frutas y los vegetales deben cumplir con los siguientes estándares sanitarios:

- Límites máximos de residuos (LMR), establecidos por la Agencia de Protección Ambiental o Environmental Protection Agency (EPA), para pesticidas, fungicidas y otros productos residuales usados para fumigación de cultivos.
- Algunas frutas, vegetales y nueces que están bajo una orden federal (7USC. 608 (e)) que establece que tienen que cumplir especificaciones relativas a grados, tamaño, calidad y madurez. Entre ellos están los tomates, aguacates, mangos, limón, pepino, naranja, toronjas, aceitunas y nueces.

Plaguicidas permitidos en cultivo

Los siguientes plaguicidas están aprobados para aplicación en el cultivo de berenjena para el control de plagas; la tabla 14 tiene información de tolerancia de plaguicidas que se actualiza en el Código de Regulaciones Federales sobre una base semanal. La EPA tiene previsto actualizar estos índices cada dos años. Para obtener la última información sobre las tolerancias de plaguicidas, compruébese el Código de Regulaciones Federales (CFR).

Tabla 13. Plaguicidas permitidos en el cultivo de berenjena

Código de Regulaciones Federales (CFR)	Nivel de tolerancia (ppm)	Químico
180.442	0,05	Bifenthrin / Bifentrina
180.330	1	Crotoxyphos (S-(2-Ethylsulfanyl) ethyl) 0,0-di-methyl phosphorothioate)
180.145	7	Cryolite (Fluorine compounds) /criolita(Compuestos de flúor)
180.533	0,5	Esfenvalerate / esfenvalerato
180.362	6	Fenbutatin-oxide (Hexakis (2-methyl-2-phenyl-propyl) distannoxane, Fenbutatin-oxide
180.111	8	Malathion
180.215	0,5	Naled
180.303	2	Oxamyl
180.378	0,5	Permethrin / permetrina
180.225	0,01	Phosphine / fosfina
180.185	1	DCPA (Dimethyl tetrachloroterephthalate)/ dimetil tetraclorotereftalato.
180.598	1	Novaluron
180.123	20	Inorganic bromide residues resulting from fumigation with methyl bromide / Residuos de bromuro inorgánico resultantes de la fumigación con bromuro de metilo.

Trámites en Colombia para la exportación

Requisitos

Los alimentos, frescos y procesados, son inspeccionados por la FDA y el Servicio de Aduanas al llegar al puerto de entrada. Las plantas y los animales (incluyendo frutas frescas y vegetales, y flores cortadas) deberán tener un permiso de importación emitido por el Servicio de Inspección de Animales y Plantas (Animal and Plant Health Inspection Service, Aphis). Además, tendrán un certificado fitosanitario emitido por el país exportador, que debe presentarse junto con el resto de los documentos de aduanas. Aphis y FDA inspeccionan todas las embarcaciones de frutas frescas y vegetales. AMS inspecciona las embarcaciones de frutas y vegetales sujetas a las órdenes federales.

Someterse a tratamientos

El programa de cuarentena es realizado en los Estados Unidos por The Plant Protection and Quarantine (PPQ) Program, el cual es parte de Aphis. Este programa establece que ciertos productos requieren tratamientos, antes de ser importados a los Estados Unidos, con el fin de eliminar plagas específicas de plantas y países (Ley de Cuarentena de Plantas).

Registro como exportador

Para iniciar el proceso de exportación de cualquier producto, la empresa generadora del mismo debe registrarse ante la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (Dian) como exportador y en lo posible contratar una agencia de aduana para llevar a cabo el proceso de certificaciones.

Este proceso se debe gestionar con una firma digital ante Certicámara, lo que permite llevar a cabo el proceso de *autocalificación de origen* para el productor y gestión de *certificados de origen*, trámites que se gestionan ante la Ventanilla Única de Comercio Exterior (Vuce) en el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. En caso de contar con una agencia de aduana, esta también debe realizar este proceso de inscripción por medio de un poder que le otorga el productor/exportador ante la Vuce.

La agencia de aduana, o el exportador, debe realizar la reserva de contenedor ante la sociedad portuaria, y al momento de la exportación presentar facturas originales en inglés, una solicitud de movilización ICA y cartas de responsabilidad.

Para asesoría técnica y comercial, el productor/exportador puede contactar a Proexport, que es la entidad que promueve las exportaciones de Colombia. Así mismo, hay una serie de aliados nacionales que prestan asesoría, acompañamiento en el proceso logístico y comercial, localización de *outsourcing* de negocios internacionales o comercializadoras internacionales en caso de que no se cumpla con los requisitos para registrarse como exportador.

Capítulo XIV

Costos de producción

El costo total de producción de una hectárea de berenjena para el año 2013 asciende a los \$10.400.000, de los cuales los insumos representan el 29,7%, la mano de obra el 30,6% y la maquinaria el 4,1% de los costos.

En la mano de obra el costo más importante lo representa la cosecha, con 15,3% de los costos totales. Los ingresos para una hectárea de berenjena año 2013 ascienden a \$15.000.000, con una producción de 27,3 toneladas por hectárea (546 bultos de 50 kg cada uno) y comercializada a un precio de \$560.000 por tonelada (\$28.000/bulto).

Los ingresos netos son de \$4.600.000. Estos costos de producción aplican para productores que cuentan con toda la tecnología de producción, desde preparación de terreno, riego, fumigaciones, fertilizaciones, cosecha, gastos de transporte, podas y asistencia técnica, entre otras.

Los costos varían dependiendo del tipo de productor. A continuación se detallan todos y cada uno de los costos de producción en el cultivo de berenjena.

Tabla 14. Estructura de costos de producción de berenjena

No.	Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo hectárea
A.	Costos directos				
1.	Maquinaria y mecanización				
1.1	Romme	Pase	2	80.000	160.000
1.2	Pulida	Pase	3	60.000	180.000
1.3	Caballoneo	Pase	1	90.000	90.000
1.4	Sistema riego-cinta	Sistema	1	1.145.000	1.145.000
	Subtotal maquinaria y mecanización				\$1.575.000
2.	Costos de personal				
2.1	Ahoyado	Jornal	2	16.000	32.000
2.2	Trasplante	Jornal	10	16.000	160.000
2.3	Control de malezas	Jornal	20	16.000	320.000
2.4	Aplicación de fertilizantes	Jornal	6	16.000	96.000
2.5	Aplicación de insecticidas	Jornal	10	16.000	160.000

2.6	Aplicación de fungicidas	Jornal	10	16.000	160.000
2.7	Aporcado	Jornal	4	16.000	64.000
2.8	Podas	Jornal	8	16.000	128.000
2.9	Tutorado	Jornal	10	16.000	160.000
2.10	Deshojado	Jornal	4	16.000	64.000
2.11	Riego	Jornal	15	16.000	240.000
2.12	Cosecha	Jornal	100	16.000	1.600.000
Subtotal mano de obra					\$3.184.000
3.	Insumos				
3.1	Urea				
3.2	KCl	Bulto	6	50.000	300.000
3.3	DAP	Bulto	2	80.000	160.000
3.4	Imidaclopropid	Litro	2	74.000	148.000
3.5	Engeo	Litro	1	200.000	200.000
3.6	Finale	Litro	2	170.000	340.000
3.7	Diuron	Litro	3	46.000	138.000
3.8	Foliar completo	Litro	2	18.000	36.000
3.9	Eviset	Litro	4	15.000	60.000
3.10	Fitotripen	Litro	1	30.000	30.000
3.11	Trebon	Kilo	4	66.000	264.000
3.12	Lombriabono	Tonelada	1	320.000	320.000
3.13	Semilla	Tonelada	1	500.000	500.000
3.14	Genotipos agrícolas y pecuarios	Plántula	8500	70	595.000
Subtotal insumos					\$3.091.000
Total costos directos					\$7.850.000
B.	Costos indirectos				
1.	Servicios generales				
1.1	Arriendo lote	Hectárea	1	1.200.000	1.200.000
1.2	Asistencia técnica	Hectárea	1	150.000	150.000
1.3	Transporte	Bulto	400	3000	1.200.000
Total costos indirectos					\$2.550.000
Total costos					\$10.400.000
C.	Ingresos brutos	Producción t/ha	Cantidad total producción	Precio \$/t	Ingreso total
1	Ingresos brutos	30	30	\$500.000	\$15.000.000
2	Ingresos netos				\$4.600.000
3	Rentabilidad				

Relación costo-beneficio

Análisis costo-beneficio (ACB)

Es una técnica que se basa en el principio de obtener los mayores y mejores resultados con el menor esfuerzo efectuado. Este esfuerzo incluye:

- La inversión de recursos económicos o físicos.
- La eficiencia técnica.
- La motivación humana.

El análisis sirve para: 1. Tomar decisiones en cuanto a dos o más alternativas. 2. Evaluar el proyecto o propuesta.

Su aplicación es posible en prácticamente todo tipo de proyectos, incluyendo proyectos sociales, proyectos colectivos o individuales, empresas privadas, planes de negocios, etc.

Los beneficios obtenidos pueden ser de tipo monetario o social (también ambiental), directos o indirectos. Cuando decimos que existe un énfasis en costos y beneficios sociales, nos referimos al análisis de costo-efectividad (ACE).

El ACE trata de medir el cumplimiento de los objetivos que no se pueden medir en moneda a partir de la evaluación *ex ante* o con la eficacia y eficiencia en el logro de aquellos. La medida de la eficacia es el *impacto*.

Algunos instrumentos que se utilizan para complementar el análisis costo-beneficio son:

1. Punto de equilibrio
2. Tasa interna de retorno
3. Valor actual neto
4. Análisis costo-efectividad

Una técnica que se utiliza para efectuar el ACB y el ACE es la definición de una situación base o situación sin proyecto y la comparación con el mismo, asumiendo costos y beneficios del mismo, tanto económicos (ACB) como sociales (ACE). Cuando se elabora el ACB se toma en cuenta el asunto financiero, o sea, el costo del dinero. Cuando se trabaja el ACE se toman en cuenta los aportes de recursos reales (bienes o servicios) utilizados y producidos por el proyecto. También el origen de los recursos y el destino de los beneficios: a) las personas o empresas individuales; b) el gobierno

local, nacional, la cooperación internacional; c) la comunidad o la sociedad en conjunto.

En la formulación y evaluación de proyectos, sea con ACE o con ACB, se toman en cuenta los beneficios y costos directos, es decir, aquellos que tienen una medida de cuantificación real. En cambio, los costos y beneficios secundarios o indirectos son generalmente de tipo no monetario. En tanto los primeros son relativamente fáciles de medir, los segundos no lo son. En este caso se recomienda medir los más inmediatos y que signifiquen mayor valor monetario.

Pasos para efectuar el análisis de costo-beneficio

1. Efectuar una lluvia de ideas o identificar factores importantes que afecten positiva o negativamente el proyecto.
2. Determinar costos (directos e indirectos) por cada factor.
3. Determinar los beneficios (directos e indirectos) de cada factor.
4. Efectuar una relación: colocar los beneficios en el numerador y los costos en el denominador.
5. El indicador obtenido sirve para efectuar una comparación con otras opciones.

Bibliografía

- Acopaflor. 2007. Plan para incrementar la producción y consumo de hortalizas. Revista Acopaflor: 32-39.
- Agarwal VK, Sinclair JB. 1996. Principles of Seed Pathology. 2th ed., 539 p.
- Agronet. 2013. Análisis-estadísticas. Área cosechada, producción y rendimiento de berenjena. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. En: <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/Reportes Ajax/VerReporte.aspx>; consulta: octubre 2013.
- Alomar O, Adillon J, Bordas E, Castane C, Gabarra R, Albajes R. 1989. Prácticas culturales de control integrado en invernaderos. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General de Estructuras Agrarias, 11(89), 26 p.
- Anis M, Baksh S, Ibal M. 1994. Cytogenic studies on the F1 hybrid *Solanum incanum* × *S. melongena* var. American Wonder. Cytologia 59:443-436.
- Aramendiz H, Cardona C, Jarma A, Robles J, Montalván R. 2007. Efectos del almacenamiento en la calidad fisiológica de la semilla de berenjena (*Solanum melongena* L.).
- Aramendiz H, Cadena J, Correa E. 2008a. Línea base del sistema de producción de berenjena en los departamentos de Córdoba y Sucre. Proyecto "Selección de cultivares competitivos de berenjena (*Solanum melongena* L.) para los mercados nacionales y de exportación, con adaptación a las condiciones del Caribe colombiano". Cereté, Corpoica, 35 p.
- Aramendiz H, Cardona C, Jarma A, Espitia M. 2008b. El cultivo de la berenjena (*Solanum melongena* L.). 1ª ed. Bogotá, Produmedios, 152 p.
- Aramendiz H, Cardona C, De Oro R. 2010. Periodo de interferencia de arvenses en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.). Agronomía Colombiana 28(1):81-88.
- Aristizábal M. 2004. Efectos del desmane y la distancia de siembra sobre las características productivas del plátano 'FHIA-20'. InfoMusa 13(1):9-12.
- Avidan A. 2004. Sustratos artificiales. Departamento de Irrigación y Suelos, Servicio de Extensión Agrícola, Ministerio de Agricultura, Israel, 10 p.
- Black LL, Green SK, Hartman L, Poulos JM. 1991. Pepper Diseases: A Field Guide. Asian Vegetable Research and Development Center. AVRDC Publication No. 91-347, 98 p.

- Brackmann A, Ceretta M, Heldwein AB. 1998. Armazenamento de berinjela (*Solanum melongena* L.) em diferentes temperaturas de refrigeração e baixo etileno. *Revista Brasileira de Agrociência* 4:05-08.
- Bruzon S. 2000. La producción de tomate bajo invernadero. *Palmira. Asiava* 56:21-22.
- Burés S. 1997. Sustratos. Madrid, Ediciones Agrotécnicas, 342 p.
- Buriticá P. 1995. Índice de los patógenos causantes de enfermedades de las plantas en Colombia referenciados a su hospedante. *Boletín Técnico, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín* (4):11-49.
- Cadena J, Gómez G, Ibáñez K, Aramendiz H. 2010. Selección de cultivares competitivos de berenjena para los mercados nacionales y de exportación, con adaptación a las condiciones del Caribe colombiano: resumen de resultados. *Corpoica*, 70 p.
- Cadena J, Gómez G, Ibáñez K. 2010. C015 y C0129, nuevas variedades de berenjena para la región Caribe, 35 p.
- Casaca AD. 2005. El cultivo de la berenjena. Guías tecnológicas de frutas y vegetales. Proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola, Promosta. Honduras, 13 p.
- Castellanos J, Cáceres M, Bernal J. 2001. Reconocimiento y clasificación de plantas asociadas al cultivo de tomate de árbol *Cyphomandrabetacea*, posibles hospederas del nematodo *Meloidogyne* sp. en tres municipios del departamento de Boyacá. En: *Memorias XXII Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines (Ascolfi), Medellín, Colombia, 11 a 13 de julio de 2001*, 129 p.
- CCI. 2007. Ají colombiano: grandes oportunidades de mercado. *Revista Sembramos, Corporación Colombia Internacional*, p. 7.
- Chang T. 1991. Important thrips species in Taiwan. En: Talekar S. *Thrips in Southeast Asia, proceeding of a regional consultation workshop. Bangkok, (AVRDC) Vegetable Research and Development Center*, p. 40.
- Chiri A. 1989. Utilización del control etológico. En: *Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro*. Eds.: Andrews KL, Quesada JR. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras, pp. 267-282.
- Cisneros FH. 1980. Principios del control de las plagas. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 179 p.

- Concellón A, Añón M, Chaves A. 2007. Effect of low temperature storage on physical and physiological characteristics of eggplant fruit (*Solanum melongena* L.). *LWT* 40:389-396.
- Corpoica. 2010. Selección de cultivares competitivos de berenjena para los mercados nacionales y de exportación, con adaptación a las condiciones del Caribe colombiano. Informe final de actividades del proyecto. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Asociación Hortofrutícola de Colombia, Administradora del Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola, 217 p.
- Corpoica. 2013. Estudio para la comercialización internacional de la berenjena en fresco para el mercado de los Estados Unidos. Informe del proyecto "Mejoramiento genético de especies hortícolas de interés socioeconómico actual y potencial en Colombia". Informe de progreso, 27 p.
- Correa E, Aramendiz H, Azeredo L, Pombo C, Cardona C. 2010. Tipificación de comercializadores de berenjena en zonas productoras del Caribe colombiano. *Temas Agrarios* (15):46-57.
- D'Arcy WG. 1975. The *Solanaceae*: an overview. *Solanaceae Newsl.* (2):8-15.
- Delouche JC, Baskin CC. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci. Technol.* 1(2):427-452.
- Delouche JC, Matthes RK, Dougherty GM, Boyd AH. 1973. Storage of seed in subtropical and tropical region. *Seed Science and Technology* 1(2):671-700.
- Embrapa. 1998. Cultivo da berinjela (*Solanum melongena* L.). Instruções técnicas da Embrapa hortalias, 24 p.
- Entremundos. Investigación y diseño de proyectos. Taller No. 4. Septiembre 2011.
- Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores (EDA). 2007. Producción de plántulas en bandejas. Honduras, Editorial MCA, 20 p.
- Escobar Acevedo CJ, Zuluaga Peláez JJ, Colorado Gasca G, Cárdenas Guzmán CA. 1998. Tecnología para la producción de lombricompost. 2ª. ed. Bogotá, Corpoica, Produmedios, 8 p.
- Escobar AI. 2009. Determinación de las mejores condiciones de empaque y almacenamiento para el aumento de la vida útil de la berenjena (*Solanum melongena* L). Informe de práctica profesional, Corpoica CI Turipaná, 26 p.
- Escobar AI, Simanca MM, Aramendiz H, Cadena J, Morales JA. 2009. Características fisicoquímicas de la berenjena (*Solanum melongena* L) en diferentes tratamientos poscosecha. VII Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos (Cibia). Bogotá, septiembre 6-9 de 2009.
- Escobar A, Simanca M, Aramendiz H. 2011. Manual para la conservación de frutos de berenjena. Manual técnico. Corpoica Cereté, Córdoba, 20 p.

- FAO. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.
- FAO. 2010. Dirección de estadística; en: <http://faostat.fao.org>.
- Faostats. 2013. Dirección de estadística; en: <http://faostat.fao.org>.
- Ferrato J, Mondino M. 2008. Producción, consumo y comercialización de hortalizas en el mundo. Agromensajes, Facultad de Ciencias Agrarias UNR; en: <http://www.fcagr.unr.edu.ar>; consulta: 8 febrero 2011.
- Fischer G. 2000. Efecto de las condiciones en precosecha sobre la calidad poscosecha de los frutos. Revista Comalfi 27(1-2):39-50.
- Fischer G. 2005. Aspectos de la fisiología aplicada de los frutales promisorios en cultivo y poscosecha. Revista Comalfi 1:22-34.
- Freitas RS, Sediya MA, Pereira PC, Ferreira FA, Cecon PR, Sediya T. 2004. Periodos de interferencia de plantas daninhas na cultura da mandioquinha - salsa. Planta Daninha 22(4):499-506.
- Gallo D, Nakano O, Silveira N, Carvalho RP, Baptista GC, Berti E, Parra JR, Zucchi RA, Alves SB, Vendramim JD, Marchini LC, Lopes JR, Omoto C. 2002. Manual de entomología agrícola. Fealq, Piracicaba, Brazil.
- Gaviria BM, Navarro RA. 2003. Identificación de especies de *Meloidogyne* asociadas con los cultivos de tomate de árbol, lulo y granadilla en Colombia. En: Resúmenes XXIV Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines. Ascolfi. Armenia, Quindío, 25 a 27 de junio de 2003, 70 p.
- Goisque MJ, Letard M. 1990. Aubergine sous serre en culture hors sol. PHM Revue Horticole 38:59-62.
- Guarín JH. 2001. Impacto del manejo del melón *Thrips palmi* karny Thysanoptera: Thripidae en hortalizas en el Oriente antioqueño. En: Hortalizas, plagas y enfermedades. Rionegro, Corpoica-Socolen, 143 p.
- Guarín JH, Peláez G, Galeano A. 2003. Hospederos, enemigos naturales e insectos asociados a cultivos susceptibles a *Thrips palmi*. Boletín Técnico No. 7. Guía para agricultores. Corpoica y Pronatta. Gráficas Madrigal.
- Ideam. 2014. Atlas de radiación solar en Colombia. En: <https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/019649/019649.htm>; consulta: enero de 2014.
- IGAC. 2014. Sistema de información geográfica para la planeación y el ordenamiento territorial. En: <http://sigotn.igac.gov.co/sigotn>; consulta: 7 enero 2014.
- Infoagro. 2003. El cultivo de la berenjena. En: <http://www.infoagro.com/hortalizas/berenjena.htm>; consulta: 20 septiembre 2005.
- ITAA. 2004. El boro. En: Información Técnica Agrícola Especializada 2(11):11-12.

- Jaraba-Navas J, Lozano Z. 2002. *Meloidogyne incognita* y *Meloidogyne javanica*: nematodos agalladores asociados a tres especies botánicas de importancia económica en Montería, Córdoba, 92 pp. En: Memorias XXIII Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines (Ascolfi). Bogotá, Colombia, 3 a 6 de julio de 2002, 138 p.
- Jaramillo JE. 2001. El manejo agronómico de cultivos como herramienta de manejo integrado de plagas y enfermedades tendientes a la producción limpia de hortaliza. En: Hortalizas: plagas y enfermedades. Compendio de eventos 1. Corpoica y Sociedad Colombiana de Entomología, pp. 5-21.
- Jaramillo JE, Díaz CA, Sánchez GD, Tamayo PJ. 2006. Manejo de semilleros de hortalizas. Manual técnico No. 8. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Corpoica, C. I. La Selva, Rionegro, Antioquia, 52 p.
- Jaramillo J, Rodríguez V, Guzmán M, Zapata M, Rengifo T. 2007. Manual técnico de buenas prácticas agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Corpoica, proyecto FAO-Maná, 314 p.
- Jaramillo J, Sánchez V, Aguilar P, Gil L, Hío J, Pinzón L, García M, Quevedo D, Zapata M, Restrepo J, Guzmán M. 2012. Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas. Bogotá, Corpoica, 482 p.
- Kallo G. 1993. Eggplant (*Solanum melongena* L.). En: Kallo, G. (ed.), Genetic Improvement of Vegetable Crops. Oxford, Pergamon Press, pp. 587-604.
- Kittas C, Tchamitchian M, Katsoulas N, Karaïskou P, Papaioannou CH. 2006. Effect of two UV-absorbing greenhouse-covering films on growth and yield of an eggplant soilless crop. *Scientia Horticulturae* 110: 30-37.
- Kluge RA, Carvalho AC, Rodríguez WG, Tessarioli J, Jacomino AP, Scarpore JA. 1999. Avaliação de cultivares de berinjela em armazenamento refrigerado. *Scientia Agricola* 56:1045-1050, suplemento.
- Kluge RA, Carvalho AC, Rodríguez WG, Tessarioli J, Jacomino AP, Scarpore JA. 1999. Avaliação de cultivares de berinjela em armazenamento refrigerado. *Scientia Agricola* 56:1045-1050, suplemento.
- Layland JK, Upton M, Brown HH. 1994. Monitoring and identification of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). En: Journal Australian Entomology Society 33: 169-173.
- Latorre BA. 1990. Plagas de las hortalizas. Manual de manejo integrado. FAO, 522 p.
- Lecarpentier C, Umaña G, Vega G. 1977. Estudio hidroclimático de la región del Caribe colombiano. Bull. Inst. Fr. Etudes Andin. 1(2):7-41.

- Lee EM, Kim JK, Kim HS, Kim WS, Song NH. 2002. Improvement of eggplant production through night temperature control related with solar radiation and enhancement of plastic house covering. *Acta Horticulturae* 633:287-293.
- Lester RN, Hasan SMZ. 1990. The distinction between *Solanum incanum* L. and *Solanum insanum* (*Solanaceae*). *Taxon* 39: 521-523.
- López-Ávila A. 2004. Manejo integrado de moscas blancas, *Bemisia tabaci* y *Aleurotrachelus socialis*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Agropecuario Colombia (ICA).
- Luthria D, Mukhopadhyay S. 2006. Influence of sample preparation on assay of phenolic acids from eggplant. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(1):41-47.
- MADR. 2006. Acuerdo de competitividad cadena de hortalizas. Observatorio Agrocadenas Colombia. En: http://www.agrocadenas.gov.co/hortalizas/documentos/Acuerdocompetitividad_hortalizas.pdf.
- Marion R. 2004. La berenjena contiene niveles altos de un compuesto antioxidante. En: <http://www.ars.usda.gov/is/espanol/pr/2004/040108.es.htm>; consulta: 10 abril 2009.
- Mendoza G. 2002. Diagnóstico del mercadeo agrícola y agroindustrial en Colombia: una estrategia para la reactivación de la agricultura. 2ª ed. Bogotá, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 208 p.
- Mesa NC. 2001. Consideraciones básicas sobre problemas entomológicos en el agroecosistema de tomate y propuesta de un manejo integrado de plagas. En: *Hortalizas: plagas y enfermedades*. Corpoica, Regional 4, Rionegro, Antioquia, pp. 23-29.
- Mineco, Unión Europea. 2010. Dinámica comercial de la berenjena. En: <http://www.export.com.gt>; consulta: 8 febrero 2010.
- Morales F, Cardona C, Bueno J, Rodríguez I. 2006. Manejo integrado de enfermedades de plantas causadas por virus transmitidos por moscas blancas. Ciat, dfid y tropical white fly ipm Project.
- Muy-Rangel D, Siller-Cepeda J, García-Estrada R, Báez-Sañudo M. 2002. Caracterización poscosecha de berenjenas producidas en Sinaloa, México. *Revista Chapingo, serie Horticultura* 8(2):171-181.
- Navarro RA, Becerra DC, Tamayo PJ. 2004. Nematodos afectando cultivos de hortalizas. *Ascolfi Informa* 30(3):19-20.
- Noticias Agrícolas Colinagro. Nitrógeno, fósforo y potasio, elementos de descontento. Departamento Técnico Colinagro, 8 p.

- Nuez Viñals F, Gil Ortega R, Costa García J. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Madrid, Mundi-prensa, 607 p.
- Ocaribe. 2009. Región Caribe de Colombia. En: <http://www.ocaribe.org/region/region.htm>; consulta: 23 julio 2009.
- Oliveira MR, Henneberryb TJ, Andersonc P. 2001. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci* cropprotection, 20:709-723. En: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=articleurl&_udi=b6t5t44hs98w; consulta: 18 agosto 2009.
- Palacios Y. 1992. Preparación de semilleros y observaciones sobre la producción de plántulas en condiciones controladas. En: Primer curso nacional de hortalizas de clima frío. Instituto Colombiano Agropecuario, Tibaitatá, Cundinamarca, pp. 23-36.
- Pérez JD. 2006. Estudio de la biología floral de la berenjena (*Solanum melongena* L.) en el valle del Sinú medio. Tesis de grado para optar por el título de ingeniero agrónomo. Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas, Montería, 72 p.
- Pineda B. 1972. *Sclerotium rolfsii* en diversos cultivos de la costa Atlántica. En: Memorias de la Segunda Reunión Nacional de Fitopatología y Sanidad Vegetal, Ibagué, 17 a 19 de julio de 1972, 61 p.
- Quintero J, Aristizábal M. 2003. Efecto del desmane sobre las características productivas de 'Dominico hartón' y 'África' en Colombia. InfoMusa 12(1):44-46.
- Raigon M, Prohens J, Muñoz-Falcón J, Nuez F. 2008. Comparison of eggplant landraces and commercial varieties for fruit content of phenolics, minerals, dry matter and protein. Journal of Food Composition and Analysis 21(5):370-376.
- Reche J. 1998. Poda de hortalizas en invernadero. Hojas divulgadoras. No. 2094 HD. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Red de Alerta e Información Fitosanitaria (RAIF). 2012. Protocolo de campo para el seguimiento del cultivo de berenjena, 91 p.
- Regina E, Mendes M, Lemes M. 1995. Biología floral e reprodução de *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) no estado de Sao Paulo, Brasil. En: <http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=505751>; consulta: noviembre 2013.
- Ribeiro C, Brune S, Reifschneider F. 1998. Cultivo da berinjela (*Solanum melongena* L.). Embrapa Hortaliças 15, 23 p.
- Rodríguez M, Flórez V. 2004. Elementos esenciales y beneficiosos. Fertirriego: Tecnologías y Programación en Agroplasticultura, pp. 25-36.
- Rylski I, Nothmann J, Arcan L. 1984. Differential fertility in short-styled eggplant flowers. Scientia Horticulturae 22:39-46.

- Sadilova E, Stintzing F, Carle R. 2006. Anthocyanins, colour and antioxidant properties of eggplant (*Solanum melongena* L.) and violet pepper (*Capsicum annuum* L.) peel extracts. *Journal of Biosciences* 61(7-8):527-535.
- Salgado CL, Tokeshi H. 1980. Doenças das Solanaceas (berinjela, jilo, pimentao e pimenta), pp. 497-510 en: Galli F, Carvalho PC, Tokeshi H, Balmer E, Kimati H, Salgado CL, Krugner TL, Cardoso EJ, Bergamin A. Manual de fitopatologia, vol. II. Doenças das Plantas Cultivadas, 587 p.
- Salgado K, Regino S. 2001. Identificación y ciclo de vida de la chinche de encaje en berenjena (*Solanum melongena* L.) en el Sinú medio. Trabajo de grado para optar por el título de ingeniero agrónomo. Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Ingeniería Agronómica y Desarrollo Rural, 49 p.
- Salinas Y, Raigosa B. 2005. Análisis de la situación colombiana como productor de hortalizas en el mercado internacional. *Agronomía* 13(2):7-22.
- Sánchez C, Arrieta A, Flórez S, Mercado T, Martínez J, Martínez A. 2004. Requerimiento hídrico de la berenjena *Solanum melongena* L. bajo riego por goteo en el valle del Sinú. *Agronomía Colombiana* 22(2):170-176.
- Sarria A, Sánchez LF, Agudelo FV. 1985. Identificación de malezas hospedantes de *Meloidogyne incognita* raza 1 en el Valle del Cauca. *Fitopatología Colombiana* 11(1):4-13.
- Sasser JN. 1977. Worldwide dissemination and importance of root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. *Journal of Nematology* 9:26-29.
- Sastrosiswojo S. 1991. Thrips on vegetables in Indonesia. En: Talekar S. Thrips in Southeast Asia, proceeding of a regional consultation workshop. Bangkok, Asian Vegetable Research and Development Center, p. 12.
- Serrano C. 1976. Cultivo de la berenjena. Hojas divulgativas del Ministerio de Agricultura de España, No. 19-76 HD, 24 p.
- Sneh M. 2006. El riego por goteo. Ministerio de Relaciones Exteriores, Centro de Cooperación Internacional Mashav, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola, Estado de Israel, 195 p.
- Souza JL, Resende P. 2006. Cultivo orgânico da berinjela. En: Manual de horticultura orgânica. 2ª ed. Viçosa, M. G., pp. 503-510.
- Sun W, Wang D, Wu Z, Zhi J. 1990. Seasonal change of fruit setting in eggplants (*Solanum melongena* L.) caused by different climatic conditions. *Scientia Horticulturae* 44:55-59.
- Tamayo PJ, Jaramillo JE. 1992. Situación patológica de las hortalizas cultivadas en el Oriente Antioqueño. *ICA Informa* 26(4):29-38.

- Tamayo PJ, Jaramillo JE. 2006. Enfermedades del tomate, pimentón, ají y berenjena en Colombia: guía para su diagnóstico y manejo. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Corpoica, Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Antioquia. Manual técnico, 100 p.
- Tamayo PJ, Londoño ME. 2001. Manejo integrado de enfermedades y plagas del frijol: manual de campo para su reconocimiento y control. Corpoica, Regional 4, Rionegro, Antioquia. Boletín Técnico No. 10. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (Pronatta), 80 p.
- Tamayo PJ. 1992. Secamiento de tallos y ramas del pimentón causado por *Sclerotinia sclerotiorum*. Ascolfi Informa 18(5):45-46.
- Tamayo PJ. 1994. Integración de métodos de control de las enfermedades de las plantas: guía ilustrada. Boletín de divulgación. Corpoica, Regional 4, Rionegro, Antioquia, 38 p.
- Tamayo PJ. 2000. Enfermedades del cultivo de la arveja en Colombia: guía de reconocimiento y control. Boletín técnico. Corpoica, Regional 4, Rionegro, Antioquia, Federación Nacional de Cultivadores de Cereales (Fenalce), 52 p.
- Tamayo PJ. 2001. Estado del arte de las enfermedades en frutales de clima frío moderado y su control. En: Memorias XXII Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines (Ascolfi). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, julio 11 a 13 de 2001, pp. 91-102.
- Tamayo PJ. 2005. Problemas patológicos en cultivos de pimentón y berenjena. Ascolfi Informa 31(6):21-29.
- Taylor AL, Sasser JN. 1983. Biología, identificación y control de los nematodos del nódulo de la raíz (especies de *Meloidogyne*). Departamento de Fitopatología, Universidad del Estado de Carolina del Norte y Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, pp. 91-102.
- Tsay JH, Yue B, Web SE, Funderburk JE, Hsu HT. 1995. Effects of host plant and temperature on growth and reproduction of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae). En: Environmental Entomology 24(6):1598-1603.
- Usaid-RED. 2007. Programa de diversificación económica rural. Manual de producción de berenjena (*Solanum melongena*), 54 p.
- Vifinex. 2001. Manual técnico: cultivo ecológico de berenjena. Proyecto regional de fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria en cultivos de exportación no tradicional. República de China, Oirsa, 35 p.
- Volcy CH. 1990. *Meloidogyne incognita* en tomate y su relación con el pH del suelo. Fitopatología Colombiana 14(2):48-51.

- Wang D, Wu Z, Zhi J. 1980. Effects of meteorological factors on the percentage of setting fruit of summer and autumn eggplant in Beijing district. *Acta Horticulturae, Sinica*, 7: 31-36.
- Whitaker B, Stommel J. 2003. Distribution of hydroxycinnamic acid conjugates in fruit of commercial eggplant (*Solanum melongena* L.) cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(11):3448-3454.
- Zeidan. 2005. Tomato production under protected conditions. Mashav, Cinadco, Ministry of Agriculture and Rural Development Extension Service, Israel, 99 p.



