



*Comprometida con el Desarrollo Regional*

# EL CULTIVO DE LA BERENJENA

*(Solanum melongena L.)*

**Hermes Araméndiz Tatis  
Carlos Cardona Ayala  
Alfredo Jarma Orozco  
Miguel Espitia Camacho**

23072

23092

ESCUELA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

02 NOV. 2011

57353



Facultad de Ciencias Agrícolas

# **El cultivo de la berenjena**

*(Solanum melongena L.)*



Hermes Araméndiz Tatis I.A., Ph. D. • Carlos Cardona Ayala I.A., M. Sc.  
Alfredo Jarma Orozco I.A., M.Sc. • Miguel Espitia Camacho I.A., Ph. D.

Universidad de Córdoba, Montería - Colombia



Araméndiz, T. H.; Cardona, A. C.; Jarma, O. A.; Espitia, C. M. El Cultivo de la Berenjena (*Solanum melongena* L.). 1a ed. Bogotá, editorial Produmedios. 2008. 152 p.



Universidad de Córdoba  
Carrera 6 N° 76-103, Tel. (4) 7860255. Montería, Córdoba, Colombia.

ISBN: 978-958-9244-17-3

Correos electrónicos de los autores:  
haramendiz@sinu.unicordoba.edu.co; ccardona@sinu.unicordoba.edu.co;  
ajarma@sinu.unicordoba.edu.co; mespitia@sinu.unicordoba.edu.co

Producción editorial:



Carrera 13 A N° 37 – 60 Bogotá, DC, Colombia  
Tel: 2885338, Bogotá, Colombia

Impreso en Colombia  
Printed in Colombia

Derechos reservados  
Queda prohibida la reproducción parcial o total de este libro, sin la autorización de los autores.



## **DEDICATORIA**

*A los productores de berenjena del Valle del río Sinú, que durante más de un siglo han luchado por sacar adelante esta hortaliza.*

Los autores

**CONTENIDO****PRÓLOGO****7****Capítulo 1.  
IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE LA BERENJENA**

1.1 Diagnóstico general	9
1.2 Situación internacional	10
1.3 Situación nacional	13
1.4 Composición nutricional y uso del fruto	15
1.5 Consideraciones generales	17

**Capítulo 2.  
CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y MORFOLOGÍA**

2.1 Taxonomía	19
2.2 Morfología	20
2.3 Biología floral	22
2.4 Polinización cruzada	23

**Capítulo 3.  
MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LA BERENJENA**

3.1 Aspectos generales del mejoramiento genético	25
3.2 Problemas a resolver con el mejoramiento genético	46

**Capítulo 4.  
PRODUCCIÓN DE SEMILLA Y CULTIVARES**

4.1 Obtención de semilla sexual	49
4.2 Obtención de semilla asexual	54
4.3 Cultivares de berenjena	57

**Capítulo 5.  
LABORES CULTURALES**

5.1 Preparación del suelo	59
5.2 Semilleros	59
5.3 Transplante	62
5.4 Distancias de siembra y tipo de población	63
5.5 Mulch o mantillo	63



5.6 Poda	65
5.7 Deshojado	66
5.8 Aclareo de frutos	66
5.9 Polinización y cuajado de frutos	66

**capítulo 6.**  
**CLIMA Y FISIOLÓGÍA DE LA BERENJENA**

6.1 Aspectos edafoclimáticos	69
6.2 Características morfológicas y componentes del rendimiento	72
6.3 Fisiología de la planta y el fruto en función de la densidad de población	72

**Capítulo 7.**  
**IRRIGACIÓN DE LA BERENJENA**

7.1 Excesos y deficiencias de agua	75
7.2 Sistemas de irrigación utilizados	76
7.3 Relación suelo-agua-planta	83

**Capítulo 8.**  
**ASPECTOS FITOSANITARIOS**

8.1 Malezas	85
8.2 Artrópodos plaga	88
8.3 Enfermedades	96
8.4 Nematodos	104
8.5 Vertebrados	105
8.6 Sustancias insecticidas, fungicidas y repelentes	106

**Capítulo 9.**  
**NUTRICIÓN MINERAL**

9.1 Muestreo y análisis del suelo y foliares	113
9.2 Corrección del pH del suelo	113
9.3 Nutrición mineral	117

**Capítulo 10.**  
**COSECHA Y MANEJO POSCOSECHA**

10.1 Cosecha	123
10.2 Manejo poscosecha	125
10.3 Desórdenes y enfermedades poscosecha	129

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>133</b>
---------------------	------------



## PRÓLOGO

La berenjena es una especie hortícola oriunda del continente asiático, que llegó a Colombia con los árabes y poco a poco fue ganando espacio en los departamentos de Córdoba, Sucre y Bolívar, constituyéndose hoy en día en una de las hortalizas más cultivada por los pequeños productores de esta importante región del país, ya que fue incorporada a la cultura alimenticia del Caribe colombiano y su ingesta tiene un impacto positivo en la salud del consumidor, ya que posee varias opciones de consumo debido a su pulpa carnosa.

El sistema de producción de la región Caribe es el de 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 de Montería, Sincelejo, Cartagena y Barranquilla. Sin embargo, los rendimientos son muy bajos frente a otros países, ya que el manejo agronómico utilizado es deficiente, por la falta de tecnología que permita superar las barreras al sistema de producción y hacer más competitivo el sistema en toda la cadena de la producción. Por eso, el propósito de este documento fue recoger los resultados de investigación actualizados y realizados tanto en la Universidad de Córdoba, como en otras instituciones de carácter nacional e internacional, para ser utilizados como guía técnica en el manejo sostenible y productivo de la especie, que cada día gana más espacio en el mercado internacional, donde sus principales consumidores son los asiáticos y segmentos de la población arriba de los 40 años que quiere conservar una buena salud.

El documento posee once capítulos sobre el avance del conocimiento en aspectos económicos, agronómicos, cosecha y poscosecha, por lo que será de gran utilidad tanto para profesionales del sector y estudiantes de Ingeniería Agronómica, como agricultores, con el fin de reducir costos, pérdidas, racionalizar el uso de agroquímicos, y aumentar la productividad y competitividad del sistema de producción.



El aporte de los autores sin el concurso de los estudiantes de Ingeniería Agronómica no hubiese sido posible, y desde luego las instituciones que financiaron varios proyectos de investigación para superar las diferentes brechas de la producción de esta hortaliza.

El gobierno nacional ve con buenos ojos las perspectivas de mercado de la berenjena y es así como países productores y no consumidores como México, aprovechando la ventana de mercado, son grandes generadores de ingresos, por sus ventas tanto al mercado americano como a la Unión Europea. El tratado de libre comercio con los Estados Unidos abre las posibilidades a productores y a la agroindustria, fortaleciendo de esta manera la generación de empleo en todo el proceso productivo.



## Capítulo 1.

# IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE LA BERENJENA

### 1.1 DIAGNÓSTICO GENERAL

Es una de las especies pertenecientes a la familia Solanaceae, cultivada desde hace más de 4.000 años, cuyo origen es la India, de donde pasó al continente europeo en la Edad Media, por la introducción que hicieron los árabes en España y así mismo, éstos la trajeron a Colombia en la década del 30 del siglo XIX, donde goza de una gran importancia económica y social, y contribuye significativamente al enriquecimiento de la base alimentaria y culinaria del departamento de Córdoba.

Ocupa el cuarto lugar en importancia económica entre las solanáceas, después de tomate, papa y ají (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO 2006). Es cultivada en gran escala en Asia, África y en áreas tropicales y subtropicales de la India y América, al igual que en regiones templadas del sur de los Estados Unidos y del Mediterráneo, con un gran consumo en Turquía, China e India (Sihachakr *et al.*, 1993).

Esta especie hortícola es cultivada principalmente en los departamentos de la costa Caribe colombiana, como Córdoba, Sucre y Bolívar. Así mismo, en el Valle del Cauca, donde sus productores se caracterizan por tener ascendencia asiática, muy ligada con su culinaria. No es cultivada en otros departamentos y su comercio es escaso.

La producción de berenjena en la región Caribe es estacional y ello se realiza en pequeñas áreas de 2.500 m<sup>2</sup>, sembrada por pequeños agricultores, que no usan semillas certificadas ni mejoradas por su elevado costo, si no que la toman tradicionalmente de sus cultivos conformados por poblaciones heterogéneas homocigóticas, resultados de la acumulación de mutaciones y cruzamientos entre sí, por lo que existe una mezcla de genotipos. Su siembra es realizada en el primer semestre en los meses de abril y mayo, en tanto que en el segundo semestre, en septiembre y octubre (Aramendiz *et al.*, 1999; Aramendiz *et al.*, 2007); como



consecuencia de estos procesos biológicos, reina una mala calidad del producto para su presentación al mercado. De igual manera, existe una serie de problemas asociados con el manejo de los excesos de agua, épocas de sequía, problemas fitosanitarios como la mosca blanca, *Fusarium*, *Verticillium*, mercado, manejo poscosecha y estacionalidad de la cosecha, que inciden negativamente en la competitividad del sistema.

En Colombia los rendimientos oscilan entre 7 y 40 t · ha<sup>-1</sup>, siendo los departamentos del Valle del Cauca y Córdoba (Tabla 1.8), los de mejor producción y comparativamente similares a los registros de otros países como España y Japón e inferior a Emiratos Árabes (Asohofrucol, 2006; FAO, 2006; Minagricultura, 2007); lo que señala la existencia de un buen potencial de producción en Colombia y de llegar a mercados altamente demandantes como los Estados Unidos, con productos de buena calidad.

Esta hortaliza presenta perspectivas muy favorables para la conversión agrícola en áreas donde los cultivos tradicionales deben enfrentar mercados saturados, y dada la creciente demanda de importaciones y consumo en el mercado de los Estados Unidos y Canadá, es posible que los acuerdos entre naciones como los tratados de libre comercio (TLC), permitan ubicar esta producción en dichos países; ya que su crecimiento demográfico es de 1.5% anual (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Unicef, 2007), lo que obliga necesariamente a importar mayor cantidad de volumen de berenjena, ya que alrededor del 4% de la población es de origen asiático, que son los mayores consumidores de esta hortaliza.

Es importante diversificar las variedades para atender más las preferencias de los consumidores, posicionarla en nuevos nichos de mercado, ampliar su temporalidad y extender su cultivo a diferentes áreas con ventajas comparativas, mediante una agricultura ecológica que permita ganar espacios en el mercado internacional, ante la demanda de productos saludables, puesto que la berenjena tiene propiedades antioxidantes y capacidad de reducir los niveles de colesterol (Cao *et al.*, 1996; Kayamori e Igarashi, 1994).

## 1.2 SITUACIÓN INTERNACIONAL

La demanda de alimentos con mejor calidad está en aumento en el mundo, en particular en los países con más altos ingresos, como consecuencia de un mayor conocimiento de los consumidores de la relación entre una buena dieta y la salud; mayor importancia de las características y atributos nutricionales de los alimentos; y facilidad de acceso a la información sobre nuevas tecnologías de producción y procesamiento de alimentos. Los productores y distribuidores de alimentos están respondiendo a los cambios en las preferencias de los consumidores, mediante la ampliación y modificación de la variedad de alimentos ofrecidos en venta,



y se está dando valor a la información comercial para los consumidores como el etiquetado y la rastreabilidad de la forma como fue producida.

La berenjena se enmarca entre las hortalizas que vienen creciendo en importancia por sus ventajas en la alimentación, pero el área de cultivo se mantiene estática en los últimos años en los principales países de América y muestra una ligera tendencia a incrementarse en China (Tabla 1.1). La producción de berenjena, con excepción de la China que ha mostrado un incremento significativo entre el 2000 y 2004 (Tabla 1.2), presenta volúmenes constantes y resalta una reducción en la producción de los Estados Unidos y poca participación del continente americano frente a Europa, donde se destacan Turquía, Italia y España; en tanto que en Asia sobresalen China e India, que destinan el total de su producción a satisfacer sus necesidades internas; al lado de Turquía poseen los mayores consumos *per cápita* (Tabla 1.3) y poco volumen comercializa en el mercado internacional (Tabla 1.4).

**Tabla 1.1** Área cultivada en los principales países productores (1.000 ha).

País	2000	2001	2002	2003	2004
China	735	781	823	851	901
India	500	470	500	500	510
Indonesia	36	35	39	44	45
Turquía	35	36	37	36	35
Japón	13	12	12	12	11
Italia	12	12	12	12	12
Irán	6	4	5	5	5
España	4	4	4	3	4
Estados Unidos	2	2	2	2	2
México	2	2	2	2	2

Fuente: FAO (2006).

**Tabla 1.2** Producción de berenjena por los principales países productores (1.000t).

País	2000	2001	2002	2003	2004
China	13.780	14.030	15.433	16.029	16.530
India	8.120	7.700	8.350	7.830	8.200
Turquía	924	945	955	935	900
Japón	476	448	432	395	390
Italia	357	357	332	368	366
Indonesia	270	244	272	301	312
Sudán	227	227	227	230	230
España	154	160	154	175	146
Irán	130	100	120	125	125
Estados Unidos	77	61	61	61	61
México	59	59	56	56	56
Emiratos Árabes	40	20	18	14	20

Fuente: FAO (2006).

Las exportaciones de berenjena reportadas por la FAO entre 1994 y 1999 crecieron a una tasa anual promedio de 8.1%, alcanzando las cifras de US\$146 millones de dólares, correspondiente a 233 mil toneladas (Corporación Colombia Internacional CCI, 2001). Destaca que los principales países exportadores son España con 47.7 % del volumen, cuyo destino es el mercado europeo, donde Francia, Alemania, Reino Unido y Rusia son los principales compradores. México participa con 33.4 % (Tabla 1.4) y dado su bajo hábito de consumo (Tabla 1.3), su producción es exportada a los Estados Unidos y Canadá, que juntos han mostrado un consumo creciente por esta hortaliza, principalmente en los Estados Unidos que entre el 2000 y 2004 registró un aumento en sus importaciones de 10.000 toneladas.

**Tabla 1.3** Consumo de berenjena (g) en los principales países consumidores (Cantidad/día/persona).

País	2000	2001	2002	2003	2004
Turquía	31.37	31.54	31.45	30.32	28.92
China	27.91	28.21	30.80	31.75	32.40
India	21.88	20.41	21.80	20.13	20.68
Italia	14.78	14.77	13.87	15.49	15.40
Sudán	16.82	16.44	16.08	15.94	15.60
Japón	9.29	8.72	8.39	7.66	7.56
España	5.89	5.47	4.82	3.19	0.00
Canadá	1.08	1.11	1.12	1.15	1.15
Estados Unidos	0.95	0.82	0.80	0.82	0.85
México	0.05	0.04	0.07	0.04	0.09

Fuente: FAO (2006).

**Tabla 1.4** Valor de las exportaciones de los principales países comercializadores (Millones de US\$).

País	2000	2001	2002	2003	2004	%
China	3.26	2.13	2.23	3.78	4.58	2.6
Turquía	1.95	2.48	2.49	4.07	4.05	2.4
Italia	4.21	5.54	4.80	6.08	6.50	4.4
Indonesia	4.21	5.54	4.80	6.08	6.50	1.6
España	41.32	51.14	52.36	70.60	72.86	47.2
Irán	11.40	5.81	8.14	7.71	16.72	8.1
México	34.08	40.08	37.45	37.27	55.32	33.4

Fuente: FAO (2006).

El incremento en las importaciones durante este lapso obedece a un cambio en el paradigma varietal de consumo americano, por cultivares que se producen en otras partes del mundo, como la italiana, japonesa, inglesa y principalmente china. Esto se sustenta en el incremento dinámico de las comunidades orientales y sus descendientes, que conservan sus tradiciones y son grandes consumidores, los cuales en el año 2000 eran el 4.2% de la población americana (CCI, 2001; CCI,



2002). La evolución de precios en el mercado internacional resalta que la berenjena mexicana incrementó su precio en 43% y la española en 26% en el 2004 con respecto al 2000 (Tabla 1.7).

Es importante resaltar que además de los grupos étnicos orientales, otros factores que están influyendo en la mayor demanda de berenjena lo constituyen el impacto en la salud, la calidad, el empaque, la conveniencia, la disponibilidad, la selección, la novedad, los precios razonables de los productos y la seguridad, relacionada principalmente con residuos de agrotóxicos y organismos genéticamente modificados. Especialmente segmentos poblacionales mayores de 35 años, que quieren una vida más saludable y poseen una mayor capacidad adquisitiva por productos más sanos. En este sentido, la berenjena se destaca porque tiene propiedades reductoras del nivel de colesterol en la sangre. La principal ventana para la comercialización de la berenjena colombiana a esos mercados va de enero a junio (Filgueira, 2000).

De acuerdo con estadísticas de la FAO, el rendimiento de berenjena destaca a Emiratos Árabes como el mejor, con guarismos que superan ampliamente a España y Japón. Sin embargo, toda su producción es para autoconsumo y no aparece en los registros de países exportadores (Tabla 1.6).

**Tabla 1.5** Evolución de las importaciones de berenjena por los principales países consumidores (1.000 t).

País	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Estados Unidos</b>	<b>38.2</b>	<b>41.2</b>	<b>40.5</b>	<b>44.6</b>	<b>49.7</b>
<b>Canadá</b>	<b>13.0</b>	<b>13.5</b>	<b>13.9</b>	<b>14.5</b>	<b>14.6</b>
<b>Francia</b>	<b>32.4</b>	<b>32.7</b>	<b>34.3</b>	<b>35.8</b>	<b>37.6</b>
<b>Alemania</b>	<b>23.7</b>	<b>23.4</b>	<b>24.7</b>	<b>27.8</b>	<b>27.5</b>
<b>Reino Unido</b>	<b>8.7</b>	<b>9.4</b>	<b>10.0</b>	<b>7.7</b>	<b>12.3</b>
<b>Rusia</b>	<b>5.2</b>	<b>3.7</b>	<b>5.0</b>	<b>9.4</b>	<b>14.1</b>
<b>Países Bajos</b>	<b>3.1</b>	<b>4.6</b>	<b>5.2</b>	<b>7.9</b>	<b>8.8</b>
<b>Austria</b>	<b>3.4</b>	<b>4.7</b>	<b>4.7</b>	<b>4.2</b>	<b>4.4</b>
<b>Bélgica</b>	<b>3.0</b>	<b>3.9</b>	<b>3.6</b>	<b>4.6</b>	<b>5.3</b>
<b>Suiza</b>	<b>3.1</b>	<b>3.3</b>	<b>3.3</b>	<b>3.4</b>	<b>3.7</b>

Fuente: FAO (2006).

### 1.3 SITUACIÓN NACIONAL

En los departamentos de Córdoba, Sucre y Bolívar del Caribe colombiano (Tabla 1.8), la producción de berenjena es realizada principalmente por agricultores en terrenos propios, con participación de un 64% y bajo producción compartida con el propietario del predio en un 29%, en áreas de fácil acceso a los cultivos, destacando que algunas registran serios limitantes para su transporte y comercialización. De igual manera, el 57% de los productores poseen escolaridad de

básica primaria y deficiencia en servicios básicos como agua potable y alcantarillado, donde la mano de obra familiar presenta una importante participación en el sistema de producción, el monocultivo es lo más usual y una experiencia superior a 10 años en el 43% de los productores, resaltando poca asistencia técnica y los créditos agrícolas no benefician ni al 10% de los productores (Aramendiz *et al.*, 2007).

**Tabla 1.6** Rendimiento de berenjena ( $t \cdot ha^{-1}$ ) de los principales países productores.

País	2000	2001	2002	2003	2004
China	18.73	17.35	18.74	18.82	18.34
India	16.24	16.38	16.70	15.66	16.08
Turquía	26.03	25.89	25.81	25.97	25.71
Japón	35.86	35.00	34.87	32.98	33.97
Italia	28.90	28.93	27.31	28.65	29.60
España	37.78	38.10	41.83	45.31	45.31
Estados Unidos	33.46	28.70	29.05	29.05	29.05
México	29.50	29.50	28.00	28.00	28.00
Emiratos Árabes	72.63	61.12	61.27	52.40	66.67

Fuente: FAO (2006).

**Tabla 1.7** Evolución del valor unitario de las exportaciones (US\$/t), de los principales países exportadores.

País	2000	2001	2002	2003	2004
México	615.7	719.1	722.2	702.0	1080.4
España	790.8	814.5	777.9	1074.4	1072.5

Fuente: FAO (2006).

En el Valle del Cauca el panorama es totalmente diferente, su producción es realizada en áreas pequeñas de los propietarios, con porcentaje de participación irrisorio en la producción nacional, buen acceso a las zonas de cultivo, lo que facilita la comercialización a los almacenes de cadenas o centrales de abastos. Las condiciones bajo la cual se realiza la producción son totalmente diferentes y se realiza con la asistencia técnica de Ingenieros Agrónomos, que brindan mejor apoyo logístico para tener excelentes producciones.

Los productores de la región Caribe, siembran las variedades que producen frutos de color lila, morada y negra principalmente, y la razón de tener esta actividad agrícola es que es rentable. Sin embargo, registran como principales problemas del sistema de producción, la marchitez por Fusarium, la mosca blanca, arañita roja y la falta de riego suplementario. En el Valle del Cauca la demanda de híbridos en los últimos años ha permitido incrementar los ren-



dimientos, dada la importancia de esta hortaliza en la dieta alimenticia en las etnias asiáticas residentes en esa región del país.

En la región Caribe la cosecha es realizada cada siete días, especialmente los jueves y viernes, y se extiende hasta nueve meses. Se comercializa en empaques de fique, en un 64% y en sacos ralados en un 24%, en las fincas de los productores. No sucede lo mismo con los productores del Valle del Cauca, quienes comercializan sus productos en canastillas y de manera directa con los almacenes de cadena.

**Tabla 1.8** Área cultivada (ha) y rendimiento ( $t \cdot ha^{-1}$ ) de berenjena en los principales departamentos productores del país.

Año	Córdoba		Sucre		Bolívar		Valle del Cauca	
	ha	$t \cdot ha^{-1}$	ha	$t \cdot ha^{-1}$	ha	$t \cdot ha^{-1}$	ha	$t \cdot ha^{-1}$
1997			80	16	38	18	3	7
1998			78	13	32	14	3	7
1999			122	12	20	15	3	7
2000			150	15	34	14	3	7
2001			50	11	24	18	8	25
2002	40	38	42	11	23	18	13	32
2003	62	33	38	9	18	17	7	37
2004			38	11	14	18	22	37
2005	140	33	36	9	8	10	37	40

Fuente: Minagricultura (2007).

#### 1.4 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y USO DEL FRUTO

El fruto de la berenjena está dotado de compuestos útiles a muchas funciones del metabolismo humano y su uso como alimento es muy antiguo. La Universidad de Córdoba realizó un estudio para determinar la composición química del fruto en ocho cultivares, cuyos resultados se muestran en la Tabla 1.9.

Los valores observados en el contenido de humedad permiten clasificarlo como un fruto succulento. Sus valores varían de 87.9 a 92.2 g, con un valor medio de 90.9 g en 100 gramos de muestra cocida, lo cual es típico de las hortalizas y representa un medio importante para el transporte de vitaminas hidrosolubles y sales minerales que desempeñan un papel importante en las funciones del organismo, como la transmisión de los impulsos nerviosos, el mantenimiento de la presión arterial, el estado tónico de las células, la síntesis de hormonas y enzimas y, sobre todo, en la adecuada hidratación del organismo.

El contenido de cenizas varía de 0.19 a 0.52 g, con un valor medio de 0.40 g. Su presencia constituye un aporte de minerales para el consumidor, destacándose el potasio y el calcio.



**Tabla 1.9** Composición nutricional de ocho cultivares de berenjena en 100 gramos de muestra cocida.

Contenido	Cultivares								
	006	007	008	012	014	015	016	019	$\bar{x}$
Agua (g)	91.7	87.9	92.2	90.3	92.2	90.7	91.3	90.7	90.9
Ceniza (g)	0.52	0.46	0.38	0.52	0.47	0.19	0.36	0.33	0.40
Proteínas (g)	1.09	1.23	0.84	1.16	0.86	1.19	1.12	1.15	1.08
Extracto etéreo (g)	*	*	*	0.66	0.11	0.13	0.22	0.07	0.23
Carbohidratos (g)	*	*	*	7.29	6.35	7.73	6.97	7.68	7.20
Fibra cruda (g)	*	*	*	2.43	1.26	1.76	1.89	2.54	1.97
Hierro (mg)	0.55	0.38	0.56	0.27	2.04	0.74	1.62	0.82	0.87
Potasio (mg)	377.6	219.4	124.7	221.6	297.4	77.0	172.6	156.0	205.7
Sodio (mg)	61.4	59.5	21.2	63.8	70.6	29.7	73.2	86.0	58.1
Fósforo (mg)	1.25	1.19	9.80	0.99	15.34	9.31	1.32	0.60	4.97
Calcio (mg)	72.6	100.4	22.4	59.7	81.8	42.4	97.7	71.6	68.5

\*Trazas;  $\bar{x}$  = Valores medios; Fuente: García *et al.* (2003)

El aporte de proteína es casi nulo y oscila entre 0.84 y 1.23 g, con un valor medio de 1.08 g, lo cual es poco significativo en su consumo. Así mismo, el aporte de carbohidratos es bajo, lo que permite utilizarla en dietas de adelgazamiento y considerarla como un fruto de poco aporte calórico y altamente dietético, siempre y cuando se consuma asada, cocida, en cremas o sopas, encurtidos y con otras verduras, ya que si se fríe absorbe gran cantidad del aceite de la fritura, aumentando considerablemente su valor calórico. Así mismo, la berenjena se caracteriza por tener pequeñas cantidades de vitaminas A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y C.

Con respecto a los valores de fibra, estos son muy bajos y en algunos cultivares tan solo existen trazas, con un valor promedio de 1.96 g. Su función en la dieta radica en actuar como una esponja que se une a los alimentos ricos en colesterol, liberando la pared intestinal de desechos acumulados de difícil expulsión. De igual modo, aumenta la masa fecal, lo que permite eliminar la presencia de sustancias cancerígenas de manera más rápida (Alonso, 2004). Marion (2004), afirma que la berenjena contiene altos niveles de ácido clorogénico, un compuesto antioxidante que protege las células del cuerpo contra el daño oxidativo. Sin embargo, tiene el inconveniente que las células del fruto tienden a oxidarse tan pronto se realiza el corte en las mismas. Por su parte, Noda *et al.* (2000) reportaron la presencia de nausin en la antocianina de la berenjena, la cual inhibe la peroxidación de lípidos, porque reduce los radicales libres y con ello el estrés oxidativo de las células.

Estudios adelantados por diversos investigadores acerca del efecto del consumo de berenjena sobre los niveles de colesterol total y LDL son contradic-



torios, ya que algunos trabajos señalan un poder hipolipídico (Cherem, 2002; Cavalcanti, 2004), en tanto otros autores como Botelho *et al.* (2004), reportaron que el consumo de extracto de berenjena, no reduce los niveles de colesterol, ya que las cantidades de fenoles presentes en los extractos (256 mg/dl), no son suficientes para proteger contra el LDL. Así mismo, anotaron que el jugo de berenjena conservado por períodos prolongados, incrementa el estrés oxidativo, aumentando los riesgos de arteriosclerosis. Entre tanto Kritchevsky *et al.* (1975), reportaron resultados divergentes, indicando un efecto negativo en ratas y positivos en conejos, ya que inhibe los precursores de absorción del colesterol.

Un detalle muy importante es el alto contenido de potasio y calcio en su composición mineral. Ballesteros *et al.* (1998), señalaron que una ingesta alta en potasio que no supere los  $3.500 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$  reduce el riesgo de presión arterial alta causada por una dieta elevada en sodio; mientras que una dieta baja en potasio fomenta la aparición de hipertensión inducida por alto consumo de sodio. En relación con el calcio, Rifran (2003), señala que su ingesta es importante en la producción de hormonas, mantenimiento del equilibrio hídrico en la actividad cardíaca, secreción de leche y formación de huesos. De igual manera, un bajo consumo de calcio predispone a un aumento de la presión arterial (Ballesteros *et al.*, 1998).

La berenjena cruda contiene cierta cantidad de solanina, un alcaloide tóxico que se encuentra en mayor cantidad en los frutos poco maduros. Este alcaloide tóxico puede provocar migraña y alteraciones gastrointestinales. Se puede salar antes de su cocción para eliminar su contenido en jugos amargos, reducir su humedad y conseguir una pulpa más densa que absorba menos aceite durante su preparación culinaria. Se dejan reposar de este modo durante unos 30 minutos para que suelten los jugos, y posteriormente se enjuagan para eliminar el exceso de sal, se secan con papel absorbente y se cuecen lo antes posible. En caso de que no se sale, se puede añadir un poco de zumo de limón, con el fin de eliminar el sabor amargo.

Reacciones alérgicas causadas por el polen y/o consumo de berenjena han sido reportadas por Pramod y Venkatesh (2004), quienes encontraron la presencia de tres sustancias alergénicas estables al calor como responsables de esta situación en cultivares de India.

## **1.5 CONSIDERACIONES GENERALES**

El cultivo de la berenjena es de las actividades agrícolas que involucra toda la estructura familiar en la producción, ya que se hace en áreas pequeñas y con paquetes tecnológicos variables, que comprometen la competitividad y sostenibilidad del sistema de producción, especialmente de la región Caribe.



El mercado de hortalizas frescas es cada día creciente en diferentes sectores de la población americana, ya que los segmentos étnicos conservan sus costumbres y en este sentido la berenjena es privilegiada, porque su demanda es progresiva en los diferentes mercados, pero el consumidor final requiere productos carentes de residuos químicos e insecticidas, buen empaque, limpieza, ausencia de modificación genética y variabilidad adecuada a las necesidades y expectativas del consumidor.

La producción es variable dentro y entre regiones, lo que obedece especialmente al tipo de semilla utilizada por los agricultores, unos usan semillas de sus propios cultivos, otros semillas de variedades y los más avanzados, híbridos de primera generación, que son muy pocos y se circunscriben al Valle del Cauca.

El manejo de la cosecha y poscosecha son los aspectos álgidos en el desarrollo del cultivo, ya que pérdidas significativas ocurren por falta de clasificación y condiciones de almacenamiento, que hacen su vida útil mucho más corta. De igual manera, la agrotransformación de la berenjena es un espacio que debe ser aprovechado, con el fin de darle un valor agregado que facilite el manejo de los excedentes de cosecha.



## Capítulo 2.

# CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y MORFOLOGÍA

### 2.1 TAXONOMÍA

La taxonomía es una ciencia que agrupa ordenadamente a los organismos vivos de acuerdo con lo que se presume son sus relaciones naturales, partiendo de sus propiedades más generales a las más específicas. Los criterios de clasificación que se utilizan están basados en las características anatómicas, morfológicas, citológicas, fisiológicas, genéticas y otras de los organismos, dando origen a diferentes grupos o taxones de características más o menos similares. La identificación de una especie resultante de la clasificación taxonómica es expresada en latín, idioma que permite su aplicación y entendimiento universal.

La taxonomía reconoce categorías o grupos hasta el nivel de variedad botánica. Sin embargo, en la producción de cultivos y muy especialmente en la horticultura, se identifican las formas cultivadas de una especie como VARIEDAD CULTIVADA, CULTIVAR, O VARIEDAD HORTÍCOLA, para referirse a poblaciones dentro de una determinada especie que poseen una o más características productivas particulares. Esta denominación, que no tiene una validez o base natural taxonómica, tiene una gran importancia práctica para la producción de cultivos hortícolas, ya que permite identificar y seleccionar las poblaciones más adecuadas a ciertas condiciones.

Reino:	Vegetal	Género:	<i>Solanum</i>
División:	Tracheoplyta	Subgénero:	<i>Leptostemonum</i>
Clase:	Angiosperma	Sección:	<i>Melongena</i>
Subclase:	Dicotiledónea	Serie:	<i>Incaniformia</i>
Orden:	Tubifloral	Especie:	<i>Solanum melongena</i> L.
Familia:	Solanaceae	Variedad botánica:	<i>Solanum melongena</i> cv. Lila
Subfamilia:	Solanoideae		

La familia Solanaceae comprende tres subfamilias: Solanoideae, Cestrídeae y Nolanoideae, con 93 géneros (Ducreux *et al.*, 1991; Daunay y Lester, 1988). El género *Solanum* está integrado a la subfamilia Solanoideae y abarca más de 3.000 especies en su mayoría de América, con una distribución cosmopolita y preferiblemente tropical, con una pequeña porción en las áreas templadas. Como especies de interés se destacan: *S. aethiopicum* L.; *S. campanulatum* R. Br.; *S. lineatum* Hepper & Jaeger; *S. sodomium* auct non. L.; *S. hispidum* Pers; *S. incanum* L.; *S. macrocarpum* L.; *S. melongena* L.; *S. quitoense* Lam.; *S. sessiliflorum* Dorial, *S. sisymbriifolium* Lam; *S. torvum* Sw y *S. viarum* Dunal (Daunay y Lester, 1988).

*Solanum melongena* L. se divide en tres tipos: *S. melongena* var. *esculentum*, que agrupa cultivares de fruto redondo o en forma de huevo; *S. melongena* var. *serpentium*, conformada por cultivares de fruto delgados y *S. melongena* var. *depressum*, que son cultivares de porte bajo. Las únicas especies cultivadas corresponden a *S. melongena* L., *S. aethiopicum* L. y *S. macrocarpum* L.; éstas dos últimas fueron domesticadas en África y sus parientes silvestres corresponden a *S. anguivi* Lamk. y *S. dasyphyllum* L., respectivamente (Daunay *et al.*, 1995; Lester 1998; Kasyhap *et al.*, 2003).

## 2.2 MORFOLOGÍA

La planta es de días neutro (florece independientemente de la duración del día), tipo arbustivo, de tallo semileñoso, con hábitos que pueden ser postrado, intermedio y erecto, así como con presencia y ausencia de espinas y con varias ramificaciones; puede alcanzar 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, puede ser manejada tanto como cultivo anual como perenne, dependiendo de las condiciones ambientales.

Las hojas son simples, con o ausencia 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). Es andromonóica, cuyo cojín floral puede poseer de 1 a 5 flores; y la longitud del pedúnculo oscila de 0.8 a 3.65 cm (Figura 2.1), algunas son hermafroditas y otras estaminadas, con presencia de distilia y/o tristilia (Figura 2.2 y Tabla 2.1), formando de uno hasta dos frutos por cojín floral. El cáliz presenta de 5 a 10 sépalos de color verde y soldados, frecuentemente con espinas. La corola es aplanada, de 4 – 6 cm de diámetro, de tipo gamopétala, con 5 a 8 pétalos de color lila a violáceo. El androceo está constituido por 5 a 8 estambres libres, erectos, amarillos, de filamentos cortos y de anteras porícidas, cuya dispersión del polen es favorecida por la presencia de insectos y el gineceo está conformado por un estigma que es de color verde, con longitud de 0.1 a 2.8 mm; cuyo estilo es de longitud variable, largo, medio, pseudo corto y corto soldado, de color verde y varía proporcionalmente con el número de lóculos del ovario, que es de color blanco, supero, con numerosos óvulos en



placentación axial, que dan origen a semillas aplanadas, ligeramente arriñonadas, de color marrón y dimensiones de 3.5 y 3.0 mm (Aizperrutia, 1965; Rylski *et al.*, 1984; Bezerra y Machado, 2003; Kraup y Konar, 2004; Pérez, 2006).

El fruto es una baya que puede tener diferentes formas: redonda, ovalada, oblonga, alargada, y varía en su tamaño de pequeños a grandes, etc. (Figura 2.3) y su color puede ser negro, blanco, morado, violeta, verde, etc., normalmente brillantes. Pueden presentar desde pocas a muchas semillas y se forman de las flores longistílicas y homostílicas, en tanto que las brevistílicas no forman frutos o muy ocasionalmente (Serrano, 1976; Rylski *et al.*, 1984; Kallou, 1993; Regina *et al.*, 1995; Pérez, 2006).

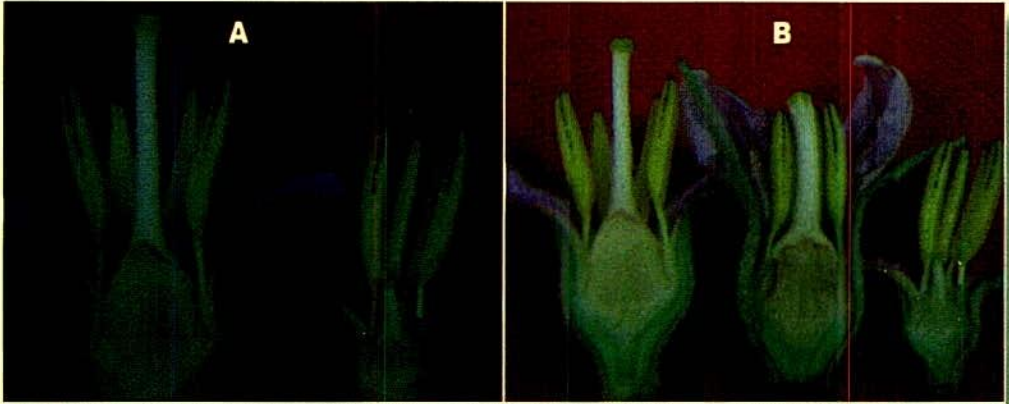
**Tabla 2.1** Valores medios de diámetro de la corola (cm), longitud de estambres (cm), longitud de estilo (cm), longitud de estigma (mm), base y altura del ovario (cm) de tres tipos de flores en *Solanum melongena* L. cv Criollo.

Tipo de flor		Corola	Estambre	Estigma	Estilo	Ovario	
						Base	Altura
Longistilia	Media	4.12±0.50	1.12±0.07	1.17±0.48	1.01±0.10	0.53±0.09	0.96±0.14
	C.V	0.12	0.07	0.41	0.10	0.17	0.15
Brevistilia	Media	3.18±0.63	1.04±0.09	0.33±0.35	0.38±0.37	0.27±0.09	0.47±0.15
	C.V	0.20	0.08	1.04	0.97	0.34	0.32
Homostilia	Media	4.23±0.64	1.13±0.10	1.14±0.38	0.96±0.16	0.52±0.11	0.91±0.14
	C.V	0.20	0.086	0.33	0.95	0.35	0.32

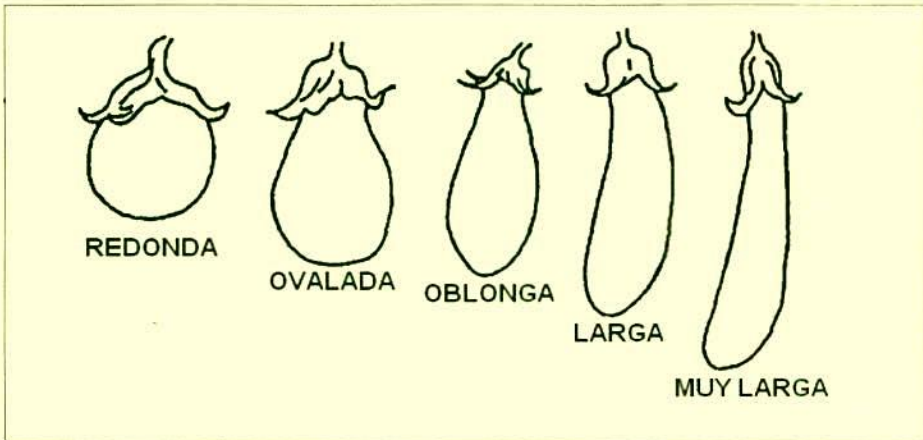
C.V: Coeficiente de Variación.  
Fuente: Pérez (2006).



**Figura 2.1** Cojín floral de tres flores y una flor, respectivamente.



**Figura 2.2** A) Distilia en flores del cultivar Long Purple, B) Tristilia en flores del cultivar criollo; especie *Solanum melongena* L.



**Figura 2.3** Variación en la forma del fruto de berenjena.

### 2.3 BIOLOGÍA FLORAL

La floración ocurre entre los 15 a 30 días después del trasplante, dependiendo del genotipo y la antesis, se presenta entre las 5:30 am a 6:30 am y la dehiscencia de las anteras ocurre de 30 a 120 minutos después de la antesis. Utilizando la técnica del peróxido de hidrogeno al 3%, se verifica que las flores son receptivas cuando los pétalos mudan de color blanco por lila y permanecen receptivas por un lapso de dos a tres días; posterior a ello en caso de no ser fertilizadas, caen (Hazra *et al.*, 2003; Pérez, 2006).

Existe un comportamiento diferencial entre las flores de estilo corto en relación con las de estilo largo en la formación de frutos, ya que las primeras por lo



general no forman frutos bajo polinización abierta y muy poco cuando se realiza polinización manual en algunos cultivares, a pesar de tener igual cantidad de granos de polen, forma, tamaño y fertilidad; la diferencia radica en el estigma, ya que las flores de estilo corto presentan un estigma rudimentario, cuyas papilas no están bien desarrolladas y son de poco contenido de azúcar, que no favorecen la germinación, penetración y crecimiento del tubo polínico y por lo tanto, la formación de frutos (Rylski *et al.*, 1984).

El principal atractivo de las flores por parte de los insectos es el aroma y la heterostilia. Observaciones de campo demostraron que los insectos que más visitan están representados en 11 especies de las familias Apidae, Halictidae, Stratiomidae y Anthoporidae, con gran actividad polinizadora entre las 7.00 am y 12.00 m, siendo *Apis mellifera*, el insecto de mayor presencia en los dos semestres, con mayor actividad polinizadora entre las 9 y 10 a.m., para luego decrecer gradualmente, registrándose la menor presencia del insecto a las 2.00 pm.

## **2.4 POLINIZACIÓN CRUZADA**

Su reproducción es sexual y el porcentaje de polinización cruzada natural varía con el cultivar y el ambiente, con valores extremos de 6% y 85%. El porcentaje de polinización cruzada se incrementa en ambientes donde hay mucha humedad y una gran cantidad de insectos polinizadores como abejas; lo que permite calificarla desde autógama a prevalentemente alógama (Aramendiz *et al.*, 2006a).

La flor de esta Solanceae se enmarca bien en el síndrome de la melitofilia descrito por Faegri y Pijl (1979), y en especial el signo de polinización vibrátil descrito por Buchmann (1983) como: antesis diurna, color de la corola contrastante, presencia de áreas de concentración de emisión de aroma, estambres de colores fuertes y vistosos, anteras poricidas con granos de polen pequeños y leves, liberados por vibración mecánica directa, lo que garantiza la constancia de los polinizadores en el agroecosistema y su permanencia en el tiempo.



## Capítulo 3.

# MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LA BERENJENA

### 3.1 ASPECTOS GENERALES DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO

El mejoramiento genético es un proceso lento y dispendioso, en el cual su éxito depende de la variabilidad genética presente en el germoplasma de la especie cultivada y sus parientes silvestres, de la habilidad del fitomejorador en el proceso de selección, al igual que del apoyo logístico para lograr sus objetivos.

El tiempo que demanda la obtención de un cultivar varía de acuerdo con la tecnología aplicada, pudiendo llevar desde 6 a 10 años a través de los métodos convencionales y hasta más, dependiendo de la fuente de genes, ya que es necesario eliminar los alelos indeseables incorporados con el uso de padres silvestres de acuerdo con su ubicación en el acervo genético, o muy pocos años cuando se usa la biotecnología para avanzar de manera rápida en la obtención de líneas homocigóticas e incorporar genes de mucho interés en germoplasma avanzado, el cual puede encontrarse en otras especies y aun en otros géneros no emparentados con la especie cultivada e incluso en otros reinos de la naturaleza, para el desarrollo de cultivares transgénicos.

#### 3.1.1 Centro de origen

La berenjena (*Solanum melongena* L.) es una Solanácea, donde existen alrededor de 18 especies domesticadas (Harlan, 1992); cuyo centro de origen es el área tropical de la India, y su ancestro silvestre corresponde a *Solanum insanum* L., el cual existe en forma primitiva y cuyas formas cultivadas se conocen desde mucho tiempo atrás. Birmania, China y Japón se consideran centros secundarios de origen (Aizperrutia, 1965, Gleddie *et al.*, 1986).

Fue domesticada en Asia, en una amplia región que ocupan China, India y Tailandia (Daunay *et al.*, 2001). Las formas silvestres se caracterizan por poseer

espinas y frutos pequeños (Figura 3.1), los cuales durante el proceso de domesticación resultaron en frutos de mayor tamaño, palatables y con pocas espinas (Choudhury, 1995).

Doganlar *et al.* (2002) señalan que las diferencias de *S. melongena* L. con su ancestro *S. linnaeanum* Hepper & Jaeger, obedecen a seis locis con efectos mayores, y sugiere que la domesticación de las Solanaceae es resultado de mutaciones en un limitado número de locis con efectos visibles. Así mismo, comparó la posición genómica de los caracteres peso de fruto, forma de fruto y color con tomate, papa y ají, revelando una diferencia del 40% entre ellos y sugiriendo que la domesticación de la familia Solanaceae es resultado de mutaciones en un limitado número de locis con efectos fenotípicos mayores.

Fue llevada de Indochina al norte de África y a la península ibérica por los árabes en el siglo 10, primero como planta ornamental de frutos blancos (Prohens y Nuez, 2001; Kashyap *et al.*, 2003). Posteriormente en el siglo 14 fue dispersada a otros países europeos como Italia y Francia (Daunay, 1996). Con la conquista de América por parte de los colonizadores fue introducida en 1836 (Vifinex, 2001), con el nombre de berenjena y con ello un acervo vegetal importante en la culinaria de los departamentos de la región Caribe colombiana.

### 3.1.2 Recursos fitogenéticos

*Solanum melongena* L. es conocida como Berenjena (Español), Berinjela (Portugués), Aubergine (Frances), Eggplant (Inglés), Melanzana (Italiano), Eierplanze



Fuente: Doganlar *et al.* (2002).

**Figura 3.1** Tamaño de frutos de *S. linnaeanum* y *S. melongena*.



(Alemán), Eierplant (Holandés), Aegplante (Danés), Baklajany (Ruso) y es cultivada en Asia, Europa, América y Oceanía en pequeña escala.

Durante el período de domesticación, mutaciones, deriva genética, migraciones, polinización cruzada natural, selección, hibridación con recombinación y segregación, han contribuido significativamente a la extensa variabilidad genética en esta especie. La heterostilia ha desempeñado un papel importante en el proceso de evolución, a través de la polinización cruzada natural, aunque eventualmente se comporta en algunas regiones como autógama (Swarup, 1995; Aramendiz *et al.*, 2006a). Este comportamiento ha contribuido a incrementar la variabilidad y al desarrollo de cultivares con adaptación específica a condiciones ambientales particulares y a diferentes usos (Prohens y Nuez, 2001).

En su centro de origen (India), se presenta de manera silvestre y semisilvestre, con una amplia distribución de especies silvestres, cultivares criollos (landraces) y cultivares primitivos; que poseen una extensa diversidad en caracteres primitivos como altura de planta, tamaño de hojas, presencia de espinas en las



Fuente: Fundación Semillas Kokopelli (2006).

**Figura 3.2** Forma, tamaño y colores de la berenjena.



hojas, tallos y cáliz, flores en cojines andromonóicas, frutos de diferentes tamaños y colores (Figura 3.2), con alto contenido de semillas.

Dentro del complejo berenjena, las formas cultivadas están representadas por los grupos G y H. El grupo G se encuentra ampliamente disperso en el sureste asiático y corresponde a cultivares primitivos, con espinas y frutos pequeños (3-4 cm), que son verdes y de estrías blancas. El grupo H está conformado por cultivares avanzados, carentes o de pocas espinas, de mayor rendimiento, con frutos de peso mayor a 100 g y colores variables (Prohens *et al.*, 2005).

Un estudio sobre la variabilidad genética realizado en el banco de germoplasma de la Universidad de Córdoba, mediante la caracterización morfológica usando los descriptores morfológicos establecidos por el IBPGR (1988), reveló la existencia de un gran polimorfismo en las accesiones estudiadas, especialmente con el color de la corola, ancho y pubescencia de la hoja, al igual que la relación largo/ancho de fruto (Tabla 3.1), como resultado de los procesos evolutivos y que son importantes en un programa de mejoramiento genético (Aramendiz *et al.*, 2006b). Variación significativa en cultivares jordanos y españoles fueron reportadas por Qaryouti *et al.* (2003) y Prohens *et al.* (2005) respectivamente, destacando la existencia de frutos de gran tamaño (>100 g) y variación en otras características morfológicas, especialmente las relacionadas con el fruto.

Caracterización molecular en cultivares españoles de *S. melongena* L., incluyendo la especie *S. aethiopicum* L., realizados por Prohens *et al.* (2005) con la aplicación de AFLP, encontraron un alto grado de polimorfismo dentro de *S. melongena* L., lo cual concuerda con lo expresado por Behera *et al.* (2006) y Nunomee *et al.* (2003) y entre ella y *S. aethiopicum* L. Dentro de las accesiones de *S. melongena* L., 65 marcadores resultaron polimórficos asociados con los caracteres morfológicos y origen de dichas accesiones; lo cual es comparable con lo existente en los materiales silvestres y primitivos del centro de origen. Sin embargo, anotaron baja correlación entre la geografía, distancias morfológicas y moleculares, a causa del movimiento e intercambio de semillas entre agricultores. Igual respuesta se encontró en la especie *S. aethiopicum* L., corroborando las diferencias entre dichas especies.

La correlación positiva entre la caracterización morfológica y molecular en berenjena, encontrada por Furini y Wunder (2004) y Prohens *et al.* (2005), señala que la selección por características morfológicas puede conducir a la identificación de genotipos genéticamente distantes y viceversa, representando una herramienta importante en la definición de las relaciones filogenéticas dentro del género *Solanum*. Igualmente, el aprovechamiento de otras secciones del subgénero *Leptostemonum*, para la utilización de sus genes en el mejoramiento de plantas. De igual manera, en la escogencia de padres divergentes para una mejor explotación de la heterosis (Rodríguez *et al.*, 2003).



**Tabla 3.1** Modalidades, frecuencias y % de frecuencia para los diferentes caracteres cualitativos de 13 accesiones de berenjena (*Solanum melongena* L.).

Carácter	Modalidad	Frecuencia	% Frec.
Color del hipocotilo	3-Verde	9	69.23
	5-Violeta	4	30.77
Hábito de crecimiento	3-Erecto	10	76.92
	5-Intermedio	3	23.08
	7-Postrado	0	0
Ancho de la hoja del tallo	3-Estrecho	2	15.38
	5-Intermedio	9	69.23
	7-Ancho	2	15.38
Lobulación de la hoja	1-Muy débil	0	0
	3-Débil	3	23.08
	5-Intermedia	6	46.15
	7-Fuerte	4	30.77
	9-Muy fuerte	0	0
Espinas en las hojas	0-Ninguna	10	79.92
	1-Muy pocas	0	0
	3-Pocas	3	23.08
	5-Intermedias	0	0
	7-Muchas	0	0
	9-Muchísimas	0	0
Pubescencias de las hojas	1-Muy pocas	3	23.08
	3-Pocas	1	7.69
	5-Intermedias	5	38.46
	7-Muchas	2	15.38
Color de la corola	9-Muchísimas	2	15.38
	1-Blanco verdoso	1	7.69
	3-Blanco	1	7.69
	5-Intermedio	3	23.08
	7-Violeta claro	6	46.15
Largo del fruto	9-Violeta azulado	2	15.38
	1-Muy corto	0	0
	3-Pequeño	0	0
	5-Intermedio	6	46.15
Parte comestible del fruto	7-Largo	6	46.15
	1-Muy pequeño	0	0
	3-Pequeño	0	0
	5-Intermedio	5	38.46
	7-Largo	8	61.54
Largo relativo del cáliz del fruto	9-Muy largo	0	0
	1-Muy corto	1	7.69
	3-Corto	11	84.62
	5-Intermedio	1	7.69
	7-Largo	0	0
Espinas del cáliz del fruto	9-Muy largo	0	0
	0-Ninguna	9	69.23
	1-Muy pocas	0	0
	3-Pocas	1	7.69
	5-Intermedias	3	23.08
	7-Muchas	0	0
Largo del fruto/ancho de la parte comestible	9-Muchísimas	0	0
	1-Más ancho que largo.	1	7.69
	3-Tan largo como ancho.	5	38.46
	5-Ligeramente más largo que ancho.	3	23.08
	7-Dos veces más largo que ancho.	1	7.69
	8-Tres veces más largo que ancho.	2	15.38
9-Varias veces más largo que ancho.	1	7.69	

Fuente: Aramendiz et al. (2006b).



Behera *et al.* (2006) encontraron una gran similitud entre las especies entre *S. melongena* L., *S. insanum* L., *S. incanum* L. y *S. sisymbriifolium* Lam, lo cual posibilita el uso de estos recursos en programas de hibridación como fuente importante de genes que pueden ser introgrididos a través de retrocruzamientos y monitoreados con el uso de marcadores moleculares. Sin embargo, son pocos los éxitos logrados a través de la reproducción sexual para la introgresión de genes (Collonnier *et al.*, 2001a).

Swarup (1995) manifestó que toda esa variabilidad genética ha sido utilizada en el mejoramiento de caracteres, como la obtención de plantas de porte bajo, hojas pequeñas, ausencia de espinas, flores perfectas, frutos color púrpura, frutos pequeños y con menos semillas etc. Así mismo, cambios en el porcentaje de polinización cruzada natural, a causa de la heterostilia, resistencia a la atrazina, *Phomopsis*, *Pseudomonas*, *Meloidogyne* spp, *Leucinodes* sp, identificadas en especies silvestres (Tabla 3.2).

**Tabla 3.2** Fuente de genes de especies silvestres de interés para berenjena.

Patógenos	Especie silvestre	Referencia
Fusarium	<i>S. indicum</i> , <i>S. integrifolium</i> , <i>S. incanum</i>	Yamakawa y Mochizuki (1979)
Verticillium	<i>S. caripense</i> , <i>S. periscum</i> , <i>S. scabrum</i> , <i>S. torvum</i> <i>S. sisymbriifolium</i> ,	Sakata <i>et al.</i> (1989 Petrov <i>et al.</i> (1989)
<i>Phomopsis vexans</i> <i>Cercospora solani</i>	<i>S. gilo</i> , <i>S. integrifolium</i> <i>S. macrocarpum</i>	Ahmad (1987) Madalageri <i>et al.</i> (1988)
<i>Phomoedis</i>	<i>S. indicum</i> , <i>S. khasianum</i>	Vadival y Karman (1988)
<i>Lornobalis</i>	<i>S.xanthocarpum</i> , <i>S.khasianum</i> , <i>S.integriifolium</i> , <i>S.sisymbriifolium</i>	Chelliah y Srinivasan (1983) Sharma <i>et al.</i> (1980) Khan <i>et al.</i> (1978)
<i>Meloidogyne</i> spp	<i>S.sisymbriifolium</i> , <i>S.torvum</i> <i>S.aethiopicum</i> , <i>S.warscewiczii</i>	Ahuja <i>et al.</i> (1987) Di vito <i>et al.</i> (1992) Daunay y Dalmasso(1985) Hébert (1985)
Araña roja	<i>S.macrocarpum</i> , <i>S.mamosum</i> <i>S.integriifolium</i> , <i>S.pseudocapsium</i> , <i>S.sisymbriifolium</i>	Schalk <i>et al.</i> (1975) Schaff <i>et al.</i> (1982)
<i>Aphis gossypii</i>	<i>S.sisymbriifolium</i> , <i>S.mamosum</i>	Sambandam y Chelliah(1983)
Virus (Tymovirus)	<i>S.hispidum</i>	Rao (1980)
<i>Tetranychus urticae</i>	<i>S. macrocarpum</i>	Schaff <i>et al.</i> (1982)
Micoplasma	<i>S.hispidum</i> , <i>S.integrifolium</i> .	

Bancos de genes de berenjena y especies relacionadas han sido colectados por el Banco Nacional Bureau de Recursos Genéticos Vegetales de la India (NBPGR), el Banco Nacional de Genes de China (NBG), el Instituto Nacional de Recursos Agrobiológicos del Japón (NIAR), el Centro de Investigación y Desarrollo Asiático en Taiwán (AVRDC), el Instituto Vavilov en Rusia (VI), INRA en Francia, la Uni-

versidad de Birmingham en el Reino Unido, el Centro Botánico de Nijmegen en Holanda y en los Estados Unidos el Centro de Investigación de Beltsville. Aunque muchos cruzamientos interespecíficos son viables, el uso del germoplasma silvestre en berenjena ha sido muy limitado.

### 3.1.3 Hibridación artificial

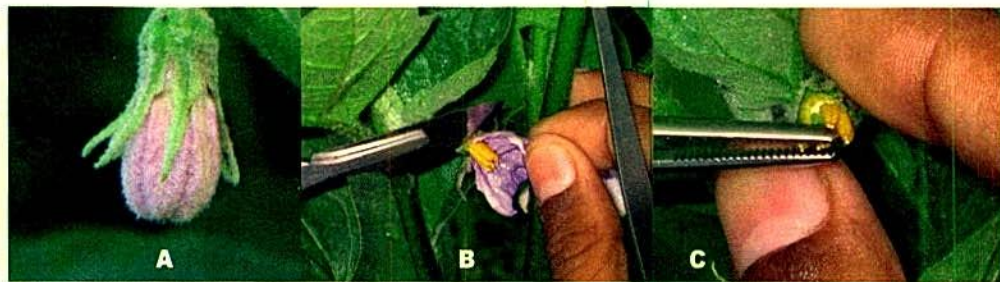
El proceso de emasculación se efectúa cuando el botón floral cambia de color de blanco a lila, ya que la receptividad del estigma se incrementa y se efectúa abriendo el botón floral con una pinza y con el auxilio de un bisturí eliminar los pétalos y se realiza el proceso de emasculación con una pinza (Figura 3.3).

El botón floral seleccionado debe ser el más vigoroso, eliminando los demás y después de emasculado debe ser protegido con un pitillo de papel, con el fin de evitar la llegada de polen extraño.

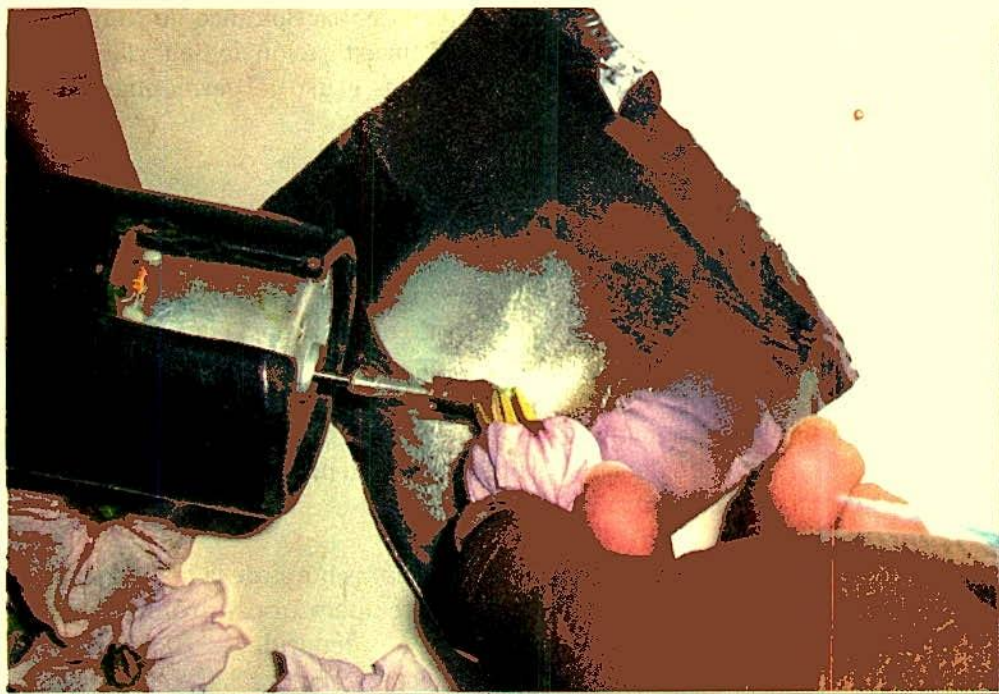
La colecta de polen debe hacerse en las primeras horas de la mañana antes de la antesis, siendo preferible en días secos y de temperatura aproximada a los 32° C. El mayor desprendimiento de polen ocurre alrededor de las 10:00 am y debe ser colectado con el auxilio de un vibrador eléctrico (Figura 3.4).

Estudios adelantados bajo las condiciones del valle del Sinú, realizados por Pérez (2006) indican que botones en estado de antesis (♀) x flores en antesis (♂) registraron una eficiencia del 45%, seguidos de los cruzamientos flores en antesis (♀) x botones de color lila (♂) con un 25% de eficacia y un número de semillas por fruto que oscila entre 989 y 1.630.

Las altas temperaturas pueden provocar una reducción en el porcentaje de germinación del polen a causa de una hinchazón en el estigma (Ferreira *et al*; 2000), influyendo en la polinización y en la tasa de crecimiento del tubo polínico (Stevens y Rudich, 1978 y Abdul-Baki y Stammel, 1985), y afectando el número de frutos por planta. Así mismo, la alta humedad relativa perjudica la dehiscencia



**Figura 3.3** A) Botón floral ideal para emasculación. B) Eliminación de pétalos. C) Emasculación.



**Figura 3.4** Colecta de polen con la ayuda de un vibrador eléctrico.

del polen, situación reportada por Infoagro (2003), generando caída de flores y formación de frutos deformes y de poco crecimiento.

### 3.1.4 Aspectos citológicos

Estudios citológicos adelantados en berenjena han servido de instrumento en la clasificación de la especie. El número de cromosomas somático básico es de ( $n=12$ ) y es el mismo en todas las variedades y especies, y ( $2n=24$ ) en estado diploide (Venora *et al.*, 1992; Kaloo, 1993).

*Solanum melongena* L., se caracteriza por tener tres pares de cromosomas sub metacéntricos (V, IX y XI) y nueve son clasificados como metacéntricos (Tabla 3.3). El tamaño de los cromosomas oscila entre 1.33 a 2.08  $\mu\text{m}$ , para un total de 20.31  $\mu\text{m}$  del estado haploide (Venora *et al.*, 1992). *Solanum sisymbriifolium* Lam posee 12 pares de cromosomas metacéntricos que poseen satélite y sus longitudes oscilan entre 1.65 y 2.63  $\mu\text{m}$ . *Solanum torvum* Sw, tiene dos cromosomas sub metacéntricos (VI y XI) y 10 metacéntricos y sus tamaños oscilan entre 1.36 y 2.26  $\mu\text{m}$ . La comparación entre los cariotipos de las especies silvestres *S. sisymbriifolium* Lam., *S. torvum* Sw y la cultivada *S. melongena* L., indica que *S. sisymbriifolium* Lam es filogenéticamente distante de *S. torvum* Sw y *S. melongena* L., las cuales están muy relacionadas entre sí (Russo *et al.*, 1992).



**Tabla 3.3.** Análisis de cariotipo en berenjena (*Solanum melongena* L.) cv. Lunga Violeta di Napoli.

Cromo-somas	Longitud. Brazo largo	Longitud. Brazo corto	Satélite	Relación brazo	Tipos de cromosoma
1	1.01	0.57	0.50	1.06	Metacéntrico
2	1.15	0.87		1.32	Metacéntrico
3	1.02	0.92		1.11	Metacéntrico
4	0.98	0.83		1.18	Metacéntrico
5	1.14	0.62		1.85	Submetacéntrico
6	1.00	0.74		1.35	Metacéntrico
7	0.93	0.73		1.27	Metacéntrico
8	0.89	0.70		1.27	Metacéntrico
9	0.95	0.57		1.67	Submetacéntrico
10	0.80	0.63		1.27	Metacéntrico
11	0.91	0.52		1.75	Submetacéntrico
12	0.77	0.56		1.38	Metacéntrico

Formula del cariotipo.  $M^{2n} + 8m + 3 sm$   
 Fuente: Venora *et al.* (1992).

Siljak e Isouard (1983) identificaron en los cultivares Dorga y L.V.H. el cromosoma VII como submetacéntrico y con presencia de satélite y los otros cromosomas como metacéntricos. El cariotipo de cultivares africanos estudiado por Sangowawa (1986) registró variación en dos pares de cromosomas con satélites y Wu y Li (1985) reportaron variación en la longitud de los brazos y ubicación de satélites en los análisis de cariotipo de los diferentes cultivares estudiados. La variación en estos resultados se explica por el genotipo y/o la técnica utilizada como lo anotaron Venora *et al.* (1992).

Estudios filogenéticos sustentados en el análisis de enzimas y contenidos de ADN entre la berenjena y sus parientes silvestres adelantados por Sakata *et al.* (1992), señalan que la especie *S. aethiopicum* L. se deriva de la especie silvestre *S. anguivi* Lam. De igual manera, las especies *S. melongena* L. y *S. incanum* L. son muy similares en su filogenia con la especie *S. marginatum* L. Publicaciones sustentadas en la aplicación de RAPDs indican que *S. melongena* L., *S. insanum* L. y *S. incanum* L., están filogenéticamente relacionadas (Karihaloo *et al.* 1995; Swarup, 1995; Kashyap *et al.*, 2003).

### 3.1.5 Herencia de caracteres

#### **Genes que afectan el color de fruto, corola e hipocótilo**

Nueve genes determinan la presencia y distribución de antocianina, de los cuales tres son mayores (D, P y Y), que cooperan con la presencia de antocianina en la



corola, hipocótilo y fruto. **D** posee una serie alélica que en orden de dominancia **d** inhibe la coloración de antocianina en el fruto, **d<sup>1</sup>** inhibe la coloración en frutos y diluye la coloración en las flores, **d<sup>w</sup>** inhibe la coloración en toda la planta. **P** posee tres alelos que en orden de dominancia **p** inhibe la presencia de antocianina en el hipocótilo, **p<sup>w</sup>** inhibe la presencia de antocianina en todas las partes de la planta. **Y** donde el alelo recesivo (**y**) en estado homocigótico (**y y**) inhibe la presencia de antocianina en toda la planta. **Ac** favorece el color púrpura, **Puc** pigmentación debajo del cáliz y **Sa** formación de antocianinas en las anteras (Tiggheelaar *et al.*, 1968).

### **Androesterilidad**

El gen *fms* causa androesterilidad genética porque las anteras no poseen poros y es de tipo genética (Phatak *et al.*, 1981). transferida de *S. violaceum* Ortg, pero se desconocen los genes restauradores de la fertilidad (Isshiki y Kawajiri, 2002).

### **Frutos partenocárpicos**

*DefH9-iaaM* este par de genes incorporados al genoma de *S. melogena* a través de la ingeniería genética permiten la obtención de frutos partenocárpicos. El gen *iaaM* permite la síntesis de auxina que favorece el desarrollo de frutos partenocárpicos, en tanto que *DefH9* se expresa en la placenta y óvulos durante los primeros estados de desarrollo floral. Estos genes son de gran importancia en áreas donde existen limitaciones ambientales para la formación de frutos, como altas y bajas temperaturas (Acciarri, 2002).

### **Forma y Peso del fruto**

Caracteres cuantitativos controlados por tres a seis genes con acción génica dominante negativa para la forma Gotah (1953), en tanto que nueve genes con acción génica aditiva fueron reportados por Gotah (1953) y Sharma y Swaroop (2000).

### **Rendimiento y componentes del rendimiento**

Efectos genéticos aditivos están relacionados con número de frutos y rendimiento y no aditivos están relacionados con días a floración, longitud del fruto, diámetro del fruto, número de frutos por cojín floral y altura de planta (Dharmegowda *et al.*, 1979; Sing y Mital, 1988; Sharma y Swaroop 2000; Ahmed *et al.*, 2006).

#### **3.1.6 Métodos de mejoramiento convencional.**

Entre los métodos utilizados en el mejoramiento de ésta especie se destacan la selección individual, pedigree y el retrocruzamiento, con el fin de obtener genotipos homocigóticos y posteriormente evaluar su potencial como padres en la producción de híbridos (Mahdi y Dris, 2004).



La selección individual en poblaciones con variabilidad genética viene siendo aplicada con el fin de aislar genotipos de buenos atributos agronómicos y uniformes, a través de autofecundaciones sucesivas y posterior selección artificial basada en la altura de planta, rendimiento y calidad de fruto (Pirinç y Pakyürek, 2004).

El método del pedigree o genealógico es utilizado para la obtención de líneas homocigóticas a través de autofecundaciones sucesivas, que posibiliten la obtención de híbridos productivos y uniformes; los cuales son identificados a través de los cruzamientos dialélicos (Da Silva *et al.*, 1999).

El retrocruzamiento ha sido practicado para la incorporación de características de interés agronómico como la androesterilidad citoplasmática, transferida del acervo de *S. violaceum* Ortg y *S. gilo* Raddi a *S. melongena* L., después de varios retrocruzamientos (Fang *et al.*, 1985; Isshiki y Kawajiri, 2002).

Hoy en día existe la tendencia de producción de líneas homocigotos mediante técnica de cultivo *in vitro*, que garantiza la obtención de una gran cantidad suficiente de líneas y ser incorporadas a programas de mejoramiento para ser utilizadas en la producción de híbridos comerciales, lo que permite reducir en un tiempo considerable el proceso de obtención de líneas puras.

### **Heterosis**

La berenjena es una de las especies agrícolas donde la producción a gran escala de la producción de semilla híbrida es viable, porque las flores son grandes y facilitan su manipulación para la hibridación y producción de semilla, ya que la cantidad obtenida por fruto oscila entre 200 y 1.600; facilitando un costo económico de la misma. Además, por el vigor híbrido presentado en la primera generación del cruzamiento, para caracteres de importancia económica como rendimiento, precocidad, altura de planta, uniformidad y otros caracteres deseables, los que hoy en día son utilizados en muchos países para aumentar la producción por unidad de superficie (Sidhu *et al.*, 2005).

Varios investigadores han verificado el mejoramiento del rendimiento debido a un aumento en el número de frutos por planta, tamaño de frutos, número de ramas, peso de frutos y diámetro de frutos, lo que ha conducido a que 90% del área cultivada en el mundo sea con híbridos (Daunay *et al.*, 1997; Da Silva *et al.*, 1999; Sidhu *et al.*, 2005).

### **Híbridos interespecíficos**

Diversas especies del acervo genético primario y secundario han sido utilizadas en el mejoramiento de berenjena, por el potencial de éstas en poseer genes de mucho interés, para la solución de problemas del cultivo.



La berenjena es susceptible a numerosas enfermedades, particularmente a *Pseudomonas*, *Fusarium* y *Verticillium*, al igual que a nematodos e insectos; pero el nivel de resistencia encontrado en el acervo genético es insuficiente ante dichos problemas (Messiaen, 1989; Daunay *et al.*, 1991). Por lo que la incorporación de genes de resistencia a factores bióticos y abióticos es una necesidad, ya sea por métodos convencionales o biotecnología.

Las especies *Solanum indicum* Linn, *Solanum gilo* Raddi y *Solanum incanum* L., son altamente resistentes a la araña roja, que causa daños económicos en la India (Behera y Sing, 2002); *Solanum aethiopicum* L., *Solanum indicum* Linn, *Solanum incanum* L. y *Solanum integrifolium* Pior son altamente tolerantes a *Fusarium oxysporum* y *Pseudomonas solanacearum* Isshiki *et al.*(2000); *Solanum macrocarpum* L., es resistente a *Cercospora solani* y *Tetranychus urticae* Bletsos (2004); *Solanum torvum* Sw, *Solanum caripense* Dunal, *Solanum persicum* Willd, *Solanum scabrum* Mill , *Solanum sisymbriifolium* Lam y *Solanum sodomaeum* L. son tolerantes a *Verticillium* (Swarup, 1995; Jarl *et al.*, 1999). Los cruzamientos con las especies anteriores han resultados contradictorios; ya que existen reportes de cruzamientos compatibles y no compatibles con porcentajes de éxito que oscilan entre 8.5% y 35.0%, llegando a producir en algunos frutos partenocárpicos y en otros, frutos con semillas viables que posteriormente mueren en estado de plántula, y otros cuyas plántulas no mueren. Estas respuestas diferenciales de acuerdo con Behera y Singh (2002), y Bletsos (2004), obedecen a las diferencias de genotipos y razas entre las especies, condiciones ambientales (Behera y Singh 2002), y presencia de genes letales (Narsimha, 1979), en tanto que Isshiki y Tara (2003) señalan que las diferencias en la fertilidad de anfidiploides o de híbridos somáticos, radican en el citoplasma parental, especialmente cuando se utilizan como madres las especies silvestres. De igual manera, sugiere que la duplicación del número de cromosomas ha sido una buena estrategia en la recuperación de la fertilidad, y el posterior desarrollo de diaplóides conduciría a la incorporación de genes al acervo genético de *S. melongena* L.

Cultivares resistentes a *Fusarium oxysporum* en la generación F<sub>4</sub> han sido obtenidos del cruzamiento de *S. melongena* L. y *S. indicum* Linn (Swarup, 1995).

### 3.1.7 Métodos de mejoramiento no convencional

El mejoramiento genético convencional ha servido para la obtención de cultivares de mayor rendimiento, mejor calidad de fruto, resistentes a insectos, nemátodos, hongos y eventualmente contra virus. Así mismo, para la formación de híbridos, que poco a poco han permitido el incremento de los rendimientos a través del tiempo en el mundo, especialmente en Asia y en los países del Mediterráneo. Hoy en día con los avances de la biotecnología, desde el cultivo de tejidos hasta la transformación genética es posible en berenjena, con el fin de superar las barreras de la reproducción sexual y así reducir el tiempo, costos y gastos en la obtención de nuevos cultivares.



Los aspectos más avanzados de la biotecnología aplicados en berenjena para el desarrollo de nuevos genotipos y su multiplicación a gran escala comprenden:

### ***Producción artificial o sintética de semilla***

Las semillas artificiales o sintéticas son embriones somáticos producidos por el cultivo *in vitro* de plantas y posteriormente encapsulados en una capa protectora.

Entre las solanáceas, la berenjena presenta ventaja en la regeneración *in vitro*, bien sea tanto por vía organogénesis como por vía androgénesis, siendo esta última de mayor importancia no solo para la realización de estudios biológicos, sino en la producción comercial de semilla artificial. Lakshmana y Singh (1991) obtuvieron embriones somáticos desecados de híbridos de berenjena, reportando una alta tasa de recuperación (91%) cinco semanas después de estar expuestos con respecto a los embriones encapsulados con alginato de calcio (50%).

La desventaja de esta técnica es la cantidad de variación somaclonal inducida por el cultivo *in vitro*. Filippone *et al.* (1992), reportaron 2% de somaclones derivados de hojas cotiledonales formando tetraploides.

### ***Cultivo de anteras y óvulos***

La obtención de líneas homocigóticas bien por autofecundación o por retrocruzamiento son mecanismos convencionales que demandan mucho tiempo en el mejoramiento de plantas, y representan un cuello de botella para la explotación eficiente de la heterosis. El cultivo de anteras y óvulos permite al fitomejorador para la obtención de una cantidad variable de genotipos haploides, que después de su duplicación pueden ser evaluados y utilizados para la producción de nuevos cultivares, bien sea variedades o para formar híbridos  $F_1$ .

Las células gametofíticas (microsporas o megasporas) se pueden inducir, en el cultivo, abandonar su curso ontogénico normal para seguir una vía esporofítica que conduzca a la formación de esporofitos haploides. Estos haploides son importantes, porque además de la fijación rápida de genotipos, sirven para estudios genéticos de caracteres cuantitativos, superando los problemas asociados con la variación ambiental (Kashyap, *et al.*, 2003). El proceso se llama androgénesis cuando las microsporas originan embriones y plántulas, y ginegénesis cuando tiene lugar en el cultivo de óvulos y de ovarios (Roca *et al.*, 1991)

En berenjena no existen publicaciones relacionadas con la regeneración de haploides a partir del cultivo de óvulos. En tanto que existe mucha información con respecto a la obtención de haploides a partir del cultivo de anteras y producción de híbridos (Borgel y Arnaud, 1986; Arnison *et al.*, 1990; Rotino *et al.*, 1992a; 1990; Kumar *et al.*, 2003).

La respuesta del cultivo de anteras puede ser afectada por varios factores, tales como el genotipo de las plantas donantes, ya que se presenta una variabilidad de respuesta entre especies y dentro de ellas, con mayores ventajas en híbridos, fisiología de la planta donante, desarrollo del polen, composición del medio de cultivo, pre - tratamiento de las anteras, poliaminas (Arnison *et al.*, 1990; Roca *et al.*, 1991).

En berenjena la formación de callos a partir del cultivo de anteras ha sido reportada por Vaulx y Chambonnet (1982), Yadav *et al.* (1989) y Karakullucku y Abak (1993), con regeneraciones muy pobres. Kumar *et al.* (2003), logró formar callos y obtener plantas haploides como se puede observar en las Figuras 3.5, 3.6 y 3.7. Estos mismos autores anotaron que la selección de anteras y el estado de desarrollo del polen representan los factores más críticos en la formación de plantas haploides y de buenas combinaciones genéticas.



**Figura 3.5** Embriogénesis derivada del cultivo de anteras de berenjena (*Solanum melongena* L.).

Fuente: Kumar *et al.* (2003).



Fuente: Kumar *et al.* (2003).

**Figura 3.6** Iniciación de la formación de callos en el cultivo de anteras de berenjena (*Solanum melongena* L.).



Fuente: Kumar *et al.* (2003).

**Figura 3.7** Plantas derivadas del cultivo de anteras de berenjena (*Solanum melongena* L.).

Sanguineti *et al.* (1990), reportaron la evaluación de líneas androgénicas, señalando que los híbridos registraron una heterosis para rendimiento con respecto al promedio de los padres del 21%, para precocidad a cosecha del 79% y en relación con el número de frutos por planta del 32%; demostrando la utilidad de dichas líneas en programas de mejoramiento genético. Así mismo, concluyeron que con esta metodología, además de la variabilidad genética entre líneas obtenidas, lograron reducir en tres años el proceso de obtención de híbridos con respecto a métodos convencionales, resultados coherentes con los reportados por Borgel y Arnaud (1986); Tuberosa *et al.* (1990); Rotino *et al.* (1991); y Rotino *et al.* (1992a).

El cultivo de anteras ha sido utilizado para reducir el nivel de ploidia de híbridos somáticos de berenjena *S. melongena* L. y las especies silvestres (*S. interifolium* Piory *S. aethiopicum* L.), lo que facilita realizar cruzamientos con los cultivares diploides y transferir las características de interés (Kashyap *et al.*, 2003).

### **Embriogénesis somática**

Es un tipo de diferenciación que puede ser observado en tejidos cultivados *in vitro* o en células cultivadas en suspensión, y el posterior desarrollo de estructuras semejantes a embriones que originan plantas. Estas estructuras son formadas a partir de células esporofíticas o somáticas, en vez de células gametofíticas o gaméticas, y el proceso por el cual se originan se denomina embriogénesis somática.



La principal diferencia entre embriones somáticos y embriones zigóticos, radica en los métodos por los cuales ellos son producidos. El embrión zigótico se desarrolla a partir de un óvulo fertilizado, y la planta resultante registra diferencia como resultado de la recombinación de genes. Los embriones somáticos como se originan de células de un solo individuo, las plantas regeneradas constituyen un clon (Moda y Riede, 1999).

Los primeros informes sobre embriogénesis somática fueron realizados en zanahoria (*Dacus carota* L.) por Reinert (1958); y Stewart *et al.* (1958). Embriogénesis somática en berenjena ha sido reportada por diversos investigadores, siendo Yamada *et al.* (1967) los primeros, mientras que Matsuoka y Hinata (1979), obtuvieron híbridos somáticos derivados de explantes de hipocotilo. Dependiendo de la embriogénesis somática, muchos protocolos han sido desarrollados en berenjena para regenerar plantas y notables progresos han sido conseguidos para entender mecanismos físicos, morfológicos y moleculares de la morfogénesis (Kantharajah y Golegaonkar, 2004).

Semillas sintéticas han sido obtenidas por embriogénesis somática, encapsulándolas en alginato de sodio y cloruro de calcio (Lakshmana y Singh, 1991; Mariani, 1992).

La embriogénesis somática puede ser afectada por: **a. genotipo**, siendo éste el principal y más importante factor que perturba la embriogénesis, ya que el genotipo, explante y las interacciones explantes – genotipo pueden tener un efecto significativo tanto en la organogénesis como en la embriogénesis. Ali *et al.* (1991) observaron la formación de embriones de *S. melongena* L. var. insanum. Sin embargo, no fue lo mismo en los híbridos de *Solanum gilo* Raddi, *Solanum interifolium* Pior y sus híbridos con *Solanum melongena* L.; **b. fuente de explante**, explantes de hipocotilo, cotiledones y hojas han sido utilizados para inducir embriogénesis somática en berenjena (Tabla 3.4). Sharma y Rajam (1995) encontraron una mejor respuesta utilizando hojas y cotiledones y de igual manera una superior respuesta con segmentos terminales de hipocotilo que medios en berenjena; **c. reguladores de crecimiento**, en estudios adelantados por Hitomi *et al.* (1998), observaron que la embriogénesis con NAA (ácido naftalenoacético) es mucho más eficiente que 2,4 D., Sin embargo, las concentraciones de la auxina en el medio pueden variar de experimento. Generalmente, NAA ( $1.0 - 20.0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) y 2,4 D ( $0.5 - 2.0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) son suficientes para inducir embriogénesis somática en berenjena; **d. poliaminas**, correlación positiva entre la distribución espacial y poliaminas conjugadas y libres con la capacidad de embriogénesis somática, fue reportada por Yadav y Rajam (1998) en explantes de berenjena. Así mismo, demostraron que la putrecina estimula la embriogénesis somática, señalando un papel regulatorio de las poliaminas, especialmente de la putrecina, en la embriogénesis somática de berenjena y de igual manera, que altos niveles de poliaminas están asociados con alto potencial de embriogénesis en regiones apicales de las hojas. La espermidina y espermina no afectan la embriogénesis.



génesis somática, excepto altas concentraciones que inhiben el proceso; e. **otros factores**, Picoli *et al.* (2000) observaron que la morfogénesis fue inhibida con 50 mg de kanamicina por L<sup>-1</sup> y 7.5 - 15, mg higromicina por L<sup>-1</sup>. Ellos también observaron que cefotaxime (250 y 500 mg · l<sup>-1</sup>.) aumenta el peso fresco de los callos, acompañado por un decrecimiento en la regeneración de embriones, en tanto que las concentraciones de timentin no registraron ningún efecto en la diferenciación del embrión. El contenido de nitrógeno (relación óptima 2:1 de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) y la concentración de sucrosa (óptimo 0.06 M).

**Tabla 3.4** Embriogénesis somática en berenjena.

Especies	Explante	Medio de cultivo	Regulador de crecimiento	Referencia
<i>S. melongena</i>	Hipocotilo	MS <sup>1</sup>	4-20mg/l NAA <sup>2</sup>	Matsuoka (1983)
<i>S. melongena</i>	Hojas	MS	10mg/l NAA	Gleddie <i>et al.</i> (1983)
<i>S. melongena</i>	Protoplastos de hojas jóvenes	MS	2,4 - D	Gleddie (1986)
<i>S. melongena cv Dourga</i>	Hojas	MS	10mg/l NAA	Rotino <i>et al.</i> (1987)
<i>S. melongena cv Imperial</i>	Cotiledón	MS	1.0 - 5.0 mg/l NAA	Fobert y Webb (1988)
F <sub>1</sub> <i>S. melongena x S. melongena</i>	Hipocotilo	MS	0.5-2.0 mg/l 2,4 D	Ali <i>et al.</i> (1991)
<i>S. melongena</i>	Hoja	MS	8.0 mg/lNAA + 0.1 mg/l KIN <sup>3</sup>	Rao y Singh(1991)
<i>S. melongena</i>	Plántula	MS	10 mg/l NAA	Mariani (1992)
<i>S. melongena</i>	Cotiledón		50μ M2,4 D	Saito y Nishimura (1994)
<i>S. melongena</i>	Hipocotilo, cotiledón, hojas	MS	5.7-53.7μ M NAA	Sharma y Rajam (1995)

<sup>1</sup> MS = Murashige y skoog.

<sup>2</sup> NAA= Acido naftalenoacético.

<sup>3</sup> KIN= kinetina.

La embriogénesis somática permite obtener plantas a partir de una célula. En berenjena tiene un alto potencial para el aprovechamiento de la heterosis en importantes características agronómicas como rendimiento, calidad y resistencia a plagas. Sin embargo, la producción de semilla híbrida es dispendiosa, por la necesidad de realizar emasculación y polinización manual. La embriogénesis somática permite la propagación asexual de cultivares híbridos y padres de los híbridos, reduciendo costos.

Rao y Singh (1981) y Mariani (1992), reportaron regeneración de 67 % y 49%. De igual manera, Hitomi *et al.* (1998) reportaron variación somaclonal para forma de la hoja, altura de planta, número de flores por racimo, forma del fruto y fertilidad del polen, lo que representa una importante fuente de variabilidad genética para el mejoramiento de plantas y pueden ser identificados en el proceso de regeneración.



## Fusión de protoplastos

42

La técnica de fusión de protoplastos surge como especialidad o aplicación a partir de las técnicas de aislamiento y cultivo de protoplastos, que permiten la obtención de células desprovistas de pared celular gracias a la acción de enzimas líticas (celulasas, pectinasas) obtenidos de microorganismos (*Aspergillus* sp.; *Trichoderma viride*; *Rhizopus* sp.), y su posterior crecimiento (división celular, formación de microcallos y regeneración de plántulas por vía organogénica o embriogénica). Esta técnica permite incrementar la variabilidad genética y transferencia de características de un genotipo a otro en la presencia de las barreras biológicas que impiden el cruzamiento normal entre ellos, cuando existe la incompatibilidad de cruces interespecíficos y para un mejor aprovechamiento de la variación intraespecífica y extraespecífica en cruces interespecíficos compatibles, al ser los híbridos somáticos distintos y superiores a los sexuales, posiblemente por la combinación de genomas extranucleares. La población resultante de estos procesos de fusión, son nuevas combinaciones entre núcleos, citoplasmas y organelas parentales (Filippone *et al.*, 1992).

Aunque circunstancialmente ocurren fusiones espontáneas entre protoplastos, y en este hecho se encuentra el origen de esta técnica, es necesario aumentar la eficacia del proceso y «dirigirlo» mediante adecuados sistemas de inducción. Los procesos de inducción son de dos tipos: **Químicos**, en ellos se usan sustancias aglutinantes como el polietilenglicol (PEG), o el dimetilsulfóxido (DMSO) y, **Físicos**, como la electrofusión, que consiste en la inducción de una dipolarización de los protoplastos mediante corrientes alternas de alta frecuencia, que van a hacer contactar y alinearse a los protoplastos siguiendo las líneas del campo eléctrico generado, y en ese momento con un pulso de corriente continua se consigue la fusión de las células.

Híbridos somáticos interespecíficos usando la fusión de protoplastos como estrategia de transferencia de características útiles entre especies incompatibles están contenidos en la Tabla 3.5, y representan una excelente alternativa de mejorar el acervo genético de *Solanum melongena* e híbridos con características citoplasmáticas y nucleares que pueden ser usados en especies de importancia económica.

Los resultados obtenidos con especies incompatibles: *Solanum integrifolium* Pior (Kameya *et al.*, 1990), *Solanum torvum* Sw (Gurí y Sink, 1988 a); *Solanum nigrum* L. (Gurí y Sink, 1988 b), *Solanum khasianum* Clarke (Sihachakr *et al.*, 1988) y *Solanum sisymbriofolium* Lam. (Gleddie *et al.*, 1986); señalan una pobre fertilidad de dichos híbridos.

Estas especies silvestres poseen características de interés para el mejoramiento de la berenjena, tales como resistencia a patógenos, especialmente *Verticillium*, que es uno de los factores más limitantes de la producción a nivel mundial. Híbridos somáticos con dichas especies han sido logrados a través de la

fusión de protoplastos, con una población resultante estéril. Cardi *et al.* (1991), señalaron que es mucho más ventajoso utilizar la fusión de protoplastos para la obtención de haploides y posteriormente duplicar el número de cromosomas para restaurar la fertilidad, lo cual ha sido conseguido en otras especies del genero *Solanum*.

**Tabla 3.5** Híbridos somáticos de berenjena (*Solanum melongena* L.) derivados por fusión de protoplastos con especies silvestres.

Especie	Carácter de interés	Método de fusión	Referencia
<i>S. sisymbriifolium</i>	Verticillium Nemátodos	PEG <sup>1</sup>	Gleddie <i>et al.</i> (1986)
<i>S. khasianum</i>	Verticillium Nemátodos	Electrofusión	Sihachakr <i>et al.</i> (1988)
<i>S. torvum</i>	Verticillium Nemátodos Fusaium Bacterias	Electrofusión	Gurí y Sink (1988)
<i>S. nigrum</i>	Atrazina	PEG	Sihachakr <i>et al.</i> (1989)
<i>S. aethiopicum</i>	<i>Ralstonia solanacarum</i>	Electrofusión	Collonnier <i>et al.</i> (2001b)

<sup>1</sup> Polietilenglicol

Fuente: Collonnier *et al.* (2001).

Para seleccionar los productos derivados de la fusión de interés, es necesario utilizar medios restrictivos para células no híbridas, o que produzcan una proliferación diferencial para las células híbridas y/o incorporar un sistema de marcaje que permita reconocer y seleccionar los productos híbridos. Un tipo de selección clásico es el basado en la complementación de mutantes no alélicos (por ejemplo, la combinación de dos mutaciones recesivas albinas no alélicas que permiten la detección de los híbridos simplemente por su color; existiendo otros muchos métodos de selección, incorporación de mutaciones de deficiencia, de resistencia, etc.) y también métodos de verificación del carácter híbrido en plántulas regeneradas, como el examen de los patrones morfológicos y/o isoenzimáticos.

Una vez obtenidos híbridos somáticos interespecíficos por fusión de protoplastos y regeneración de los productos seleccionados, estos híbridos son distintos a los híbridos obtenidos sexualmente. Las plántulas obtenidas por fusión somática pueden ser a nivel nuclear de varios tipos: a) Híbridos somáticos típicos; b) Poliploides; c) Aneuploides s (híbridos asimétricos; d) Híbridos con el contenido nuclear de un parental y fracciones de información genética del otro parental (de uno a miles de genes). A nivel citoplásmico las plantas híbridas pueden presentar: a) La suma de los citoplasmas de ambos parentales; b) El citoplasma de un solo parental; c) Un citoplasma híbrido resultado de la recombinación de los genomas extranucleares de ambas células.



## Organogénesis

44

La organogénesis comprende el desarrollo de yemas o de meristemas radicales a partir de explantes o a partir de los callos y se da normalmente en dos fases, la producción y crecimiento de tallos a partir de callo, hojas, cotiledones, hipocotilos, etc., y como segunda fase su posterior enraizamiento. Ocasionalmente, la formación de raíces puede preceder a la de tallos (Litz y Jarret, 1991).

La organogénesis ha sido conseguida con éxito tanto en las especies cultivadas como en sus parientes silvestres, por muchos investigadores, siendo Fassuliotis (1975) el primero en conseguirlo en *S. sisymbriifolium* Lam, usando células del tallo que las cultivó en Linsmeier - Skoog (LS) suplementado con 6-dimetil amino purina (2iP) y ácido indolacético.

Kamat y Rao (1978) reportaron la regeneración de segmentos de hipocotilo de *S. melongena* y sus híbridos en presencia de citokininas, kinetina y zeatina. Posteriormente, Allichio *et al.* (1982) señalaron que la presencia de citokinina es necesaria para la diferenciación de raíces en berenjena. Sharma y Rajam (1995) lograron con explantes de hipocotilo mayor formación de raíces adventicias que con el uso de cotiledones u hojas. Así mismo, señalaron que la respuesta morfogénica varía dentro de un explante y es seguida por un modelo basipétalo donde la región del ápice es la que mejor responde. Magioli *et al.* (1998) indicaron que el uso de thidiazurom (TDZ) en concentraciones bajas (100 a 200mM) permite un incremento de brotes en la organogénesis (20 brotes/explante); de igual manera que tanto las hojas como los cotiledones responden mejor con el uso de TDZ. El estudio de diferentes azúcares y condiciones osmóticas ha sido estudiado, y una alta regeneración fue observada con bajas concentraciones de sucrosa (11 y 22 mM) durante el desarrollo de brotes. Sin embargo, la concentración normal de sucrosa usada en Murashige y Skoog (MS), 88 mM induce eficientemente el desarrollo de raíces (Mukherjee *et al.*, 1991). Esta capacidad de la berenjena es de mucha importancia tanto en la transformación genética como en la hibridación somática.

### Transformación genética

La obtención de plantas transgénicas (manipuladas por ingeniería genética) depende de la introducción (normalmente en cultivos de tejidos) de ADN foráneo en su genoma, seguido de la regeneración de la planta completa y la subsiguiente expresión de los genes introducidos (transgenes).

La transformación genética en berenjena a través de *Agrobacterium*, permite la posibilidad de introducir genes de características de interés agronómico en genotipos elites (Gurí y Sink, 1988c; Filippone y Lurquin, 1989; Rotino y Gleddie, 1990; Sunserí *et al.*, 1993; Iannacone *et al.*, 1995). El uso de *Agrobacterium ame-*



rita verificar que las plantas transgénicas transmitan normalmente y de manera estable el gen foráneo a sus progenies, sin causar un desarreglo de sus genes.

La producción de transgénicos a través de la embriogénesis somática puede fallar (Fillipone y Lurquin, 1989), o puede ser de poca eficiencia (Fári *et al.* 1995). Fue demostrado que el cocultivo con *Agrobacterium* y la presencia de antibióticos bactericidas usados en los protocolos de transformación causan una reducción de 80 - 99% en el número de embriones por explante. El efecto inhibitorio sobre los embriones somáticos en desarrollo, puede obedecer a la interacción entre las alteraciones fisiológicas causadas por esos tratamientos y al delicado proceso de regulación génica que es inducido en las primeras etapas de cultivo (Maglioni *et al.*, 2001).

Éxito en la transformación de berenjena a través de la organogénesis ha sido reportado por Rotino y Gleddie (1990), Phillipone y Lurquin (1990) y Fári *et al.* (1995). La eficiencia de dichos protocolos obedece a los antibióticos usados para eliminar *A. tumefaciens*. Por ejemplo, augmentin puede causar un aumento en la proliferación de brotes inducidos por TDZ (Billings *et al.*, 1997). La aplicación de dicho protocolo en la transformación del cultivar MEBH 11, en explantes de raíces demostró la susceptibilidad de *Agrobacterium* y una regeneración de 82.5% de callos transgénicos, con una media de 24 brotes por callo (Franklin y Sita, 2003).

El primer éxito de transformación genética en berenjena fue reportado en 1988 (Gurí y Sink, 1988 b,c) usando *Agrobacterium* para la introducción del gene *nptII*. Posteriormente fueron mejorados los protocolos de transformación, utilizando *nptII* como marcador, genes reporter como *gus* ( $\beta$  - glucouronidase), *cat* (cloranfenicol), *luciferase* y *uidA* y como genes útiles Bt (*Cry IIIB*), Bt (*Cry IIIA*), Bt (*Cry III*), Bt (*Cry IAb*), *DefH9-iaaM*, *mtlD* (Kashyap *et al.* 2003).

Rotino *et al.* (1992b) introdujeron el gen Bt (*CryIIIb*) para la obtención de cultivares resistentes contra el escarabajo dorado de la papa (*Leptinotarsa decemlineata* Say), los cuales en evaluaciones de campo registraron resistencia genética y significativamente mayores rendimientos en presencia de la plaga, pero con bajas poblaciones los rendimientos son iguales entre transgénicos y no transgénicos, argumentando que los genes Bt y NPTII no afectan el rendimiento con poblaciones bajas de dicho insecto (Arpaia *et al.*, 1998; Mennella *et al.*, 2005). De igual manera, el gen Bt (*Cry IAb*) fue introducido con éxito para la obtención de transgénicos resistentes contra la avispa (*Leucinoides orbonalis* Gues) (Kumar *et al.*, 1998).

Frutos partenocárpicos transgénicos de berenjena se obtuvieron después de transferir el gen *iaaM* de *Pseudomonas syringae* pv *savatoni*. Las plantas transgénicas formaron frutos en flores polinizadas y no polinizadas (sin semillas) en comparación con las testigos, que solo lo hicieron en las flores polinizadas y su comportamiento es superior bajo condiciones de invernadero que en condiciones de campo (Donzella *et al.*, 2000; Kashyap *et al.*, 2003). De la misma manera, trans-



génicos con resistencia a estrés por salinidad, sequía y frío fueron conseguidos con la introducción del gen *mt1D* (Prabhavati *et al.*, 2002).

Sunseri *et al.* (1993) demostraron a través de análisis genético, bioquímico y molecular que las plantas transgénicas portadoras del gen NPTIII, pueden ser fácilmente identificadas realizando la selección *in vivo*. De igual manera destacaron que el gen tiene una conducta monogénica con dominancia y de gran utilidad, porque además de no ser destructivo, permite la selección indirecta de caracteres de interés agronómico, que no sean fácilmente identificables y cootransferidos con el gen NPTIII (Rotino *et al.*, 1992b).

## 3.2 PROBLEMAS A RESOLVER CON EL MEJORAMIENTO GENÉTICO

### 3.2.1 Rendimiento

El rendimiento de berenjena en el Caribe colombiano es bajo ( $20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), comparado con el rendimiento de países como España, Japón y Emiratos Árabes, que poseen guarismo por encima de las  $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . La producción en Colombia solo alcanza el 50% y un poco arriba del promedio mundial de  $16 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (Swarup, 1995). El mejoramiento genético de la berenjena en Colombia debe estar orientado a la introducción y obtención de cultivares híbridos, ya que el 90 % del área mundial de ésta especie es cultivado con híbridos de primera generación, los cuales poseen registros de rendimiento superior a las  $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , mayor precocidad, calidad de fruto y en algunos casos resistencia a problemas fitosanitarios.

### 3.2.2 Calidad de fruto

La heterogeneidad que registran los cultivares criollos en la región Caribe es una desventaja en el mercado por falta de uniformidad en color, tamaño, cantidad de semillas en el fruto y estado de cosecha.

Cultivares con alto contenido de antocianinas y fenoles son demandadas en el mercado y de bajo nivel de actividad de polifenol oxidasa, enzima oxidorreductasa que a través de sus reacciones puede producir cambios de color, sabor y valor nutritivo en productos vegetales frescos, enlatados y congelados, lo cual los torna menos atractivos al consumidor (Mathew y Parpia, 1971). Así mismo, son muy apetecidas berenjenas con poca cantidad de semilla y glicoalcaloides (solanina), compuestos antinutricionales que le dan un sabor amargo y no apetecible para su consumo en fresco, los cuales pueden causar migraña y problemas gastrointestinales.

La fragilidad del fruto al transporte es un obstáculo que debe ser superado con la obtención de genotipos tolerantes al transporte y roces, que hagan de éstos menos propensos a la aparición de manchas.



### 3.2.3 Resistencia a problemas fitosanitarios.

Las enfermedades causadas por *Fusarium oxisporum*, *Verticillium*, *Pseudomonas solanacearum*, *Phomopsis vexans*, que asociadas con la presencia de la mosca blanca *Bemisia tabaci* y *Faustinos apicalis*, representan una limitante en la producción sostenible de la berenjena en Colombia.

La incorporación al banco de germoplasma de cultivares con atributo de resistencia a estos factores bióticos como la variedad Florida Market y Ciça resistente a *Phytophthora*, *Verticillium dahliae* y *Phomopsis vexans*; Los cultivares Black Beauty y Pusa Bhairav resistentes a *Fusarium oxisporum* y *Phomopsis vexans*. Así como la introducción de cultivares transgénicos como los resistentes al escarabajo de la papa *Leptinotarsa decemlineata* Say; al nematodo *Meloidogyne incognita* y a *Leucinoides orbonalis*.

La aplicación de métodos convencionales como pedigree y retrocruzamiento, al igual que las herramientas que ofrece la biotecnología, representan buenas opciones para el mejoramiento en el mediano plazo junto con el desarrollo de cultivares propios para el medio colombiano con el fin de hacer de esta especie una alternativa agrícola eficiente y competitiva para el mercado nacional, con las posibilidades de ganar espacio en el mercado internacional.



## Capítulo 4.

# PRODUCCIÓN DE SEMILLA Y CULTIVARES

### 4.1 OBTENCIÓN DE SEMILLA SEXUAL

La producción de semilla de alta calidad genética, fisiológica, física y fitosanitaria es uno de los principales desafíos para los productores de semilla; puesto que el establecimiento rápido y uniforme de las plántulas en el campo es un requisito básico para la obtención de una buena población y para garantizar una excelente productividad y calidad de fruto.

La obtención de semillas de hortalizas es una actividad especializada, y normalmente realizada por empresas con alto nivel tecnológico e infraestructura apropiada para tal fin. El éxito en la producción de semilla está asociado con tres factores: a) disponibilidad de cultivares provenientes de programas de mejoramiento genético, bien sea de instituciones públicas o privadas; b) condiciones climáticas específicas para cada especie; c) tecnología de producción. Estos factores van a influir en la obtención de semilla de alta calidad en aspectos genéticos, fisiológicos, físicos y fitosanitarios (Nascimento, 2005).

La climatología desempeña un papel importante en la producción de semillas de berenjena y es fundamental la presencia de lluvias y temperaturas altas en la fase inicial de establecimiento de la plantación, con el fin de obtener un rápido establecimiento y crecimiento uniforme y vigoroso de las plantas, siendo la temperatura diurna de 25 a 32° C y la nocturna de 21 a 27° C, para un buen crecimiento de la planta y un óptimo desarrollo del fruto. Es una planta que tolera la sequía y eventualmente los excesos de agua, pero deben ser seleccionadas áreas con poca precipitación, o que al final del ciclo la humedad relativa sea baja, para minimizar los problemas fitosanitarios (Chen, 2006).

En la producción de semilla, la calidad del material original es determinante y por lo tanto debe ser utilizada semilla básica o certificada, lo que es garantía de la pureza genética del material original y de la semilla a obtener en campo. El uso de materiales de baja calidad en los campos de producción de semilla, origina lotes

desuniformes y problemáticos, de bajos niveles de productividad y de la calidad de la producción pretendida; por lo que deben ser eliminadas las plantas atípicas antes del inicio de la floración. La calidad fisiológica está dada por la germinación y el vigor, que en su conjunto determinan el potencial fisiológico de la semilla en diferentes condiciones y muy relacionado con la velocidad de germinación, emergencia en campo, etc. La calidad física está relacionada con la pureza de la semilla; semillas de malezas y de otros cultivares, semillas partidas, piedras etc. Los contaminantes biológicos son las plagas y enfermedades presentes en las semilla.

Para evitar los riesgos de contaminación genética o mezcla varietal en los campos de producción entre cultivares de la misma especie o especies del conjunto génico primario, se debe realizar un aislamiento por espacio, que no permita la mezcla de materiales al momento de la cosecha, o bien por insectos polinizadores, ya que bajo condiciones del valle del Sinú el porcentaje de polinización cruzada reportado por Araméndiz *et al.* (2006) osciló entre 66.80% y 87.49%, indicando que la heterostilia y la presencia de insectos polinizadores como *Apis mellifera*, contribuyeron significativamente a ello (Figura 4.1). En Turquía a causa de las bajas temperaturas e intensidad de luz día, *Bombus terrestris* en invernadero mejoró la producción de frutos en 22% y el número de semillas por fruto en 62% (Abak *et al.*, 1995); por lo que la separación entre áreas destinadas a la producción debe ser superior a los 2.000 metros (Nascimento, 2005), o utilizando túneles de protección con mallas anti insectos u otra tela, acoplado a la altura de las plantas (Figura 4.2). Así mismo, es importante tener en consideración el historial del campo destinado a la producción de semilla, ya que semillas de especies afines o cultivares de la misma especie depositadas en el campo como residuos



**Figura 4.1.** *Apis mellifera* polinizando flor de berenjena (*Solanum melongena* L.).



Fuente: Fundación Semillas Kokopelli (2006).

**Figura 4.2** Túnel para la producción de semilla de berenjena (*Solanum melongena* L.).

de cosecha, pueden generar problemas de contaminación genética o en su defecto generar problemas con plagas y enfermedades.

En la producción de semilla, para impedir las mezclas mecánicas durante la cosecha además de la distancia mínima, se deben mantener separadas las semillas de los distintos cultivares. Cuando se cambia de un cultivar a otro, es indispensable efectuar una cuidadosa limpieza del equipo donde se beneficia. En forma similar, los sacos y otros recipientes que se utilicen para guardar las semillas deben limpiarse con todo cuidado para eliminar las que hayan quedado de lotes anteriores.

Un seguimiento en el proceso de producción de semilla de berenjena debe contemplar las siguientes visitas al campo:

- Antes de floración, para eliminar las plantas con follaje fuera de tipo;
- Durante el desarrollo parcial del primer fruto, con el fin de eliminar las plantas fuera de tipo;
- Cuando la planta tenga varios frutos más o menos maduros. En esta visita se eliminan las plantas fuera de tipo, basándose en el tamaño, forma, color de fruto; lo mismo que en la apariencia general de la planta.

#### 4.1.1 Semilla de variedades

El fruto de la berenjena es una baya que puede generar desde muy pocas hasta 2.500 semillas por fruto, para obtener hasta  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

En la producción de semilla de cultivares criollos o de polinización abierta, estas deben obtenerse de plantas representativas del cultivar, del área central del campo, sanas y de frutos maduros (Figura 4.3). No conviene recoger semillas ni del primero ni del último fruto, sino de los que aparecen en el período intermedio de maduración y un máximo de dos frutos por planta, eliminando las flores que estén presentes en la planta en ese momento, con el fin de favorecer una gran formación de semilla.



**Figura 4.3** Estado de madurez ideal del fruto para la obtención de semillas.

Los frutos maduros se conservan intactos durante algún tiempo hasta que comienzan a descomponerse y representan el momento ideal para la extracción de la semilla cortando el fruto longitudinalmente y separando la pulpa, la cual se pone en maceración en agua, agitando para que queden libres las semillas, y procediendo a su separación valiéndose de un tamiz y agua corriente; lo que permite eliminar las semillas vanas (Figura 4.4). Otros prefieren hacer esta operación en seco, sin colocar la baya en agua, de modo que las semillas se mantengan secas, después de la extracción, las semillas se extienden sobre una tela o papel toalla a la sombra durante 36 horas y cuando están bien secas, previa evaluación de la calidad, se guardan en recipientes herméticos, envase plástico o empacado al vacío, a 5.5° C y contenidos de humedad entre 5 y 6%, en lugares donde no pueda absorber humedad, lo que permite mantener su poder germinativo por 5 a 6 años (Aizperrutia, 1965; Lanteri *et al.*, 1990, Demir *et al.*, 2005; Araméndiz *et al.*, 2007).

#### 4.1.2 Semilla híbrida

Los cultivares híbridos de berenjena se han convertido en una categoría de plantas de gran importancia en el sector hortícola. Consiste en la descendencia F1,



**Figura 4.4** Proceso de extracción de semillas de berenjena (*Solanum melongena* L.).

producida por cruzamiento de dos líneas paternas o variedades que poseen divergencia genética; que se mantienen por semilla como una línea autofecundada y que muestran un importante vigor híbrido o heterosis, tanto para el rendimiento como para otros caracteres importantes como resistencia a enfermedades, plagas, calidad de fruto, precocidad, etc. (Isshiki y Kawajiri, 2002; Hazra *et al.*, 2003).

La androesterilidad genética y citoplasmática ha sido reportada por muchos investigadores Chauhan (1984), Phatak y Jaworski (1989), Phatak *et al.* (1991), Fang *et al.* (1985). Sin embargo, la producción comercial de semilla es poco eficiente en razón a la poca eficiencia de insectos polinizadores, dado que las flores de berenjena no producen néctar que las haga atractiva y ello explica el bajo porcentaje de polinización cruzada natural en algunos ambientes (Hazra *et al.*, 2003). No obstante, estudios adelantados por Sankar *et al.* (2001), sobre la relación de la fuente polinizadora y femenina en la producción de la semilla híbrida del híbrido "COBH1", encontraron que la relación 1:1 fue la que registró el mayor porcentaje de frutos con 85.32%, número de frutos por planta y semillas de 28.13 y 1632, respectivamente, equivalentes a 29 g por fruto.

La producción de semilla híbrida es manual y dispendiosa, ya que requiere aislamiento de los padres, emasculación, polinización, protección, etc. (Figura 4.5). El proceso de emasculación se realiza un día antes de la antesis y las semillas de mejor calidad son obtenidas de frutos polinizados un día después de la antesis (Hazra *et al.*, 2003). El padre femenino debe ser abundantemente polinizado



**Figura 4.5** Campo de producción de semilla de berenjena aislado por espacio.

con polen obtenido el mismo día o almacenado hasta por 20 días como máximo, pero mejores resultados se han obtenido con cuatro días de almacenamiento a temperatura de 20 a 22° C y humedad relativa de 50 a 55% (Petrov *et al.*, 1981; Nascimento *et al.*, 2003; Chen, 2006). La semilla de buena calidad se logra de frutos completamente maduros, se almacenan por 3 a 5 días, lo que permite obtener semillas de mayor porcentaje de germinación y vigor (Petrov *et al.*, 1981).

#### 4.2 OBTENCIÓN DE SEMILLA ASEXUAL

La capacidad productiva de los cultivares de berenjena en muchos ambientes es limitada por la presencia de patógenos del suelo como *Verticillium spp.*; *Fusarium spp.*; *Sclerotium spp.* y *Meloidogyne spp.* entre otros, los primeros patógenos afectan a nivel de plántulas ocasionando su muerte y en la planta adulta afectan al sistema vascular y con ello causan la muerte de la planta. Los nematodos dañan las raíces y al igual que los anteriores interfieren en la absorción de nutrientes y agua del suelo, causan una reducción de la productividad y calidad de la producción, llegando en caso más severo, al cambio de actividad agrícola o abandono de dicha área de cultivo.

Estrategias de manejo integrado como el uso de injertos de variedades comerciales en patrones silvestres con resistencia a los limitantes del suelo, es una alternativa sostenible que cada día gana más importancia en el manejo agronómico del cultivo de la berenjena. La Fundación Hondureña de Investigación Agrícola



(FHIA, 2007), reporta el éxito de esta tecnología con el uso de la especie silvestre friegaplatos o lavaplatos (*Solanum torvum* Sw) (Figura 4.6) como patrón, el cual pertenece a la familia de las Solanáceas y registra adaptación a condiciones tropicales, y resistencia a plagas y enfermedades del suelo.



**Figura 4.6** Especie silvestre *Solanum torvum* Sw, conocida como lavaplato o friegaplato.

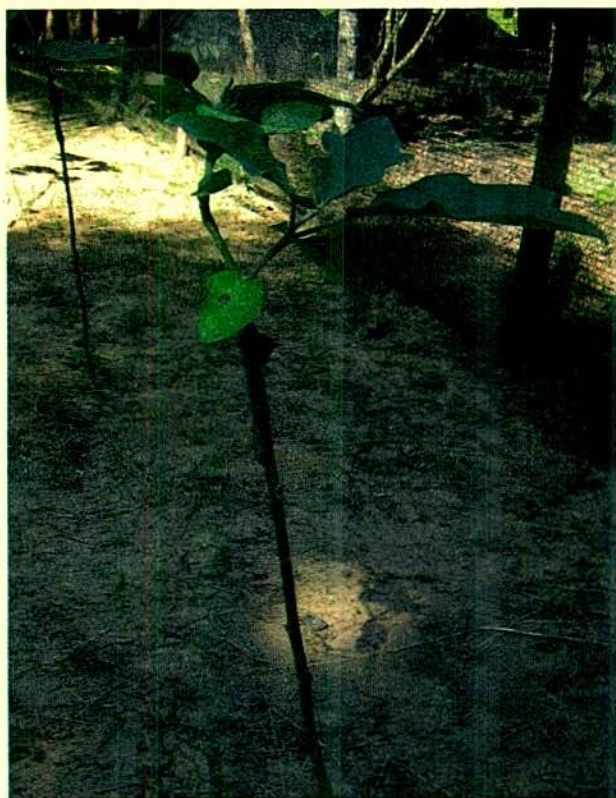
Los resultados del conteo de población del nematodo agallador *Meloidogyne spp*, realizado en muestras de suelo colectadas en cinco fechas consecutivas a los 5, 50, 100, 140 y 190 días después del trasplante, con la población promedio de larvas móviles del nematodo, se presentan en la Tabla 4.1.

El efecto principal del injerto es el alargamiento de la vida útil de la plantación a siete meses contados desde el día del trasplante hasta finalizar la cosecha, en contraste con cinco meses registrados en el testigo comercial (Tabla 4.2); lo anterior se tradujo en un período adicional de dos meses de cosecha en los injertos. Este comportamiento se debe a que el "lavaplatos" posee un sistema radicular más abundante y vigoroso, resistente al daño provocado por los nematodos y a otras condiciones adversas del suelo, lo cual posibilita por más tiempo el suministro eficiente a la parte aérea del agua y los nutrientes requeridos para el desarrollo, con un consecuente efecto positivo en la producción.

**Tabla 4.1** Efecto del “lavaplato” como patrón de berenjena sobre la cantidad de larvas móviles del nematodo agallador en el suelo y en el sistemas radicular a la cosecha.

Larvas móviles por 250 cc de suelo						
Tratamiento	Inicial	Final	Promedio* general	Agalla- miento (%)	Peso fresco raiz total (g)	Peso fresco raiz funcional (g)
Injertos	417	281	1666	7.9	338	311
Testigo comercial**	43	18398	5262	62.3	289	94
Testigo absoluto	83	30412	8186	71.5	248	82

Fuente: FHIA (2007).



**Figura 4.7** Injerto de berenjena sobre lavaplato en la Universidad de Córdoba.



**Tabla 4.2** Efecto del “lavaplato” como patrón de berenjena sobre la cantidad producida de frutos de diferentes categorías.

<b>Rendimiento ((t · ha<sup>-1</sup>). Cantidad de frutos descartados por defectos y daños, diferencia en % más comunes (t · ha<sup>-1</sup>)</b>							
<b>Tratamiento</b>	<b>Total</b>	<b>Comercial</b>	<b>Rayada</b>	<b>Deforme</b>	<b>Acaro</b>	<b>Picada</b>	<b>Pálida</b>
Injertos	159 + 64.7%	71 +66.1%	33	22.5	17.6	9.8	5.9
Testigo comercial*	97.1 (100%)	42.8 (100%)	22.2	11.9	9.9	7.3	3.0

Fuente: FHIA (2007).

El uso de berenjena injertada incrementó los costos de producción. Sin embargo, la rentabilidad mejoró en 50% y así mismo, mejoró la calidad del producto y se redujeron las posibilidades de contaminación ambiental con el uso de agroquímicos.

### **4.3 CULTIVARES DE BERENJENA**

Desde el punto de vista agronómico de acuerdo a Mangione y Sánchez (1999), los cultivares de berenjena se clasifican de acuerdo a las siguientes características: precocidad, color del fruto y forma de los mismos.

- Por precocidad pueden ser precoces, intermedios y tardíos.
- Por la variación del color pueden ser: blanco, negro, morado, violáceo, rojo púrpura, verde y morado oscuro.
- Por la forma pueden ser: larga, medio larga, redonda y redonda aperada.

En la selección del cultivar a elegir por parte de los productores hay que tener en consideración varios aspectos, para evitar fracasos en la inversión. Los aspectos a considerar son los siguientes:

- Demanda o necesidad del mercado;
- Volumen que puede ser comercializado;
- Características específicas exigidas por el mercado en cuanto a forma, tamaño y color de la berenjena y residualidad de productos tóxicos;
- Ventana abierta para su comercialización.

Una relación de cultivares de berenjena con algunas características importantes, se presenta en la Tabla 4.3.

**Tabla 4.3.** Cultivares de berenjena demandados en diferentes países.

Cultivar	Días a cosecha	Tipo	Altura de planta (cm)	Color de fruto	Forma de fruto	Resistencia a enfermedades	Otras características
Black Beauty o Belleza negra	73-85	V <sup>2</sup>	64	Negro	Redondo ovalado	TMV	Mercado fresco, Ciclo tardío, demanda mercado europeo
Ciça	60	H <sup>1</sup>	110-120	Rojo oscuro	Ovalada largo	Antracnosis Putridión de fruto	Mercado fresco
Dusty	63	H <sup>1</sup>	61	Negro	Ovalado	TMV	Ciclo precoz, Alto rendimiento
Black Bell	68	H <sup>1</sup>	71	Morado oscuro a negro	Redondo ovalado	TMV	Fruto grande. Mercado fresco
Zebra	68	H <sup>1</sup>	91	Morado con blanco	Ovalado		Fruto variegado, apariencia muy especial.
Long Purple	75-80	H <sup>1</sup>	90-100	Negros	Alargado		Ciclo precoz, demanda mercado europeo
Baluroi		H <sup>1</sup>			Alargado	MV y CMVI	Altos rendimientos, demanda mercado europeo
Florida market	84-86	V <sup>2</sup>	100-120	Negro	Alargado	Putridión de frutos	Mercado fresco, Mercado americano
Millonaire		H <sup>1</sup>	80- 100	Negro	Alargado	Tolerante a enfermedades	Frutos de 200g Cultivar en invernadero o campo abierto
Beauty	65-67	H <sup>1</sup>	70-75	Negro	Ovalado		Mercado fresco
Bambino	52	H <sup>1</sup>	50		Redondo		Prolífica, fruto pequeño
Baby Rosanna	50	H <sup>1</sup>	60	Púrpura	Ovalado		Especial encurtidos, frutos pequeños
Thai		V <sup>2</sup>	40-50	Varios colores	Ovalado		Prolífica, fruto pequeño
Epic	63-65	H <sup>1</sup>	100-120	Púrpura	Aperado	TMV	Excelente calidad de fruto, Mercado americano
Kamo	60	H <sup>1</sup>		Púrpura	Redonda		Tipo japonés
Cloud Nine	75	H <sup>1</sup>		Blanca	Ovalada	TMV	
Ichiban	61	H <sup>1</sup>		Púrpura	Alargada		Mercado asiático Prolífica
Ping Tung Long	62	H <sup>1</sup>		Violáceo	Alargados		Mercado asiático, Tolera calor y humedad
Listada de Gandia	75	H <sup>1</sup>	65	Jaspeados blanco con Violeta	Ovalados - redondos		Debe podarse
Roma	120-150	H <sup>1</sup>	> 100	Púrpura	Alargado		Tardía, frutos de 220g

 H<sup>1</sup> = Híbrido

 V<sup>2</sup> = Variedad



## **Capítulo 5.**

### **LABORES CULTURALES**

#### **5.1 PREPARACIÓN DEL SUELO**

**L**a berenjena se adapta a una gran variedad de suelos, desarrollándose mejor en suelos francos y arenos arcillosos, ricos en materia orgánica, fértiles y con pH entre 5.5 y 6.8.

Los suelos para la producción de berenjena deben tener unos 40 cm de profundidad efectiva, con un buen drenaje. Debe proveerse de riego suplementario en verano para garantizar una buena cosecha. En suelos muy ácidos se presentan problemas de crecimiento y producción. Por lo tanto, es necesario hacer análisis de suelo con el fin de determinar las cantidades de fertilizantes adecuadas y el encalamiento oportuno para reducir la acidez.

La preparación del suelo puede ser con arado de disco o cincel que alcance una profundidad de 30 cm ó más y después realizar una o dos rastrilladas a una profundidad de 15 cm, de tal forma que el suelo quede sin terrones y bien desmenuzado, o manualmente con azadón, preservando la vegetación entre los surcos cuando las áreas son pequeñas. Se puede recurrir a la solarización como estrategia para reducir la población de malezas, al igual que hongos, bacterias y nemátodos que afectan el cultivo. Después de las labores anteriores, se hacen los caballones a la distancia correspondiente, de acuerdo con la distancia entre surcos definida para el cultivar (Figura 5.1).

La preparación del terreno es una labor que se debe practicar por lo menos con un mes de anticipación al trasplante, con el propósito de mejorar las condiciones físicas del suelo y facilitar el desarrollo normal de las raíces.

#### **5.2 SEMILLEROS**

Para estimar la cantidad de plántulas necesarias para la preparación del cultivo definitivo, se debe tener en cuenta que un gramo de semilla contiene, aproximadamente, 250 unidades.



**Figura 5.1** Caballones con berenjena transplantada.

La siembra se realiza en semilleros, que pueden ser en cama al aire libre con distancias entre surcos de 15 cm y 1 cm de profundidad (Figura 5.2a), en bandejas (Figura 5.2b), o en vasos plásticos (Figura 5.2c). Estos semilleros deben ser protegidos del exceso de sol y de viento fuertes.



**Figura 5.2** Semilleros de berenjena en cama (A), bandejas (B) y vasos plásticos (C).

Bajo las condiciones del valle del río Sinú, el sustrato es una mezcla de arena, cascarilla de arroz y aluvión, en proporciones de 2:2:1 respectivamente. Dicha mezcla se somete a desinfección con formaldehído al 40 % diluido en agua, en dosis de 250 ml por cada 10 litros de agua. Luego se cubre con plástico (polipropileno), por un periodo de cinco días, al cabo de los cuales se hace una remoción a la mezcla para darle aireación. La desinfección del suelo también se puede hacer con agua caliente, trichoderma u otro producto químico que reduzca los riesgos de enfermedades.

Seniz (1994), señala las características que debe tener un buen compost para obtener una alta germinación y plántulas vigorosas, las cuales pueden resumirse en:



- Adecuada aireación, buen drenaje y nutrientes necesarios para las plántulas;
- Facilidad en la toma de agua y nutrientes por parte de las plántulas;
- pH entre 6.5 y 7.5;
- Capacidad de amortiguación a las fluctuaciones de temperatura en el suelo;
- Debe ser estéril. Por lo tanto, todo material que forme parte del compost, debe ser esterilizado;
- Libre de malezas, plagas y enfermedades;
- No poseer residuos de herbicidas;
- Adecuado contenido de fósforo;
- No poseer problemas de sales;
- Homogéneo en sus características físicas y químicas

### Semillero en cama al aire libre

La cantidad de semilla a utilizar es de  $5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  de semillero obteniéndose 1250 plántulas por  $\text{m}^2$  para el transplante. Es importante no usar semillas envejecidas para no tener problemas con la germinación.

Este tipo de semillero se construye en un lugar próximo a donde se va a instalar el cultivo, por lo que debe ofrecer garantías de riego y presentar buen drenaje. La cama debe tener de 0.20 a 0.25 m de altura, 1.0 metro de ancho y la longitud de acuerdo con el área a ser plantada.

El semillero puede ser fertilizado con bovinaza o gallinaza descompuesta a razón de  $4.500 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  ó  $1.500 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ , adicionando 150 a 200 gramos de nitrógeno por  $\text{m}^2$ , los cuales deben ser incorporados al suelo. El suelo debe ser desinfectado y poseer alto contenido de materia orgánica, natural o incorporada. Antes de la siembra se deben esperar tres días para lograr una buena aireación, utilizando las distancias entre surcos y profundidad descrita anteriormente.

El número de plántulas por hectárea a obtener en semillero puede oscilar entre 4.000 y 12.500, dependiendo del cultivar, y se espera que la germinación ocurra en los primeros seis días. Después de la germinación se hace un raleo para reducir la competencia entre plántulas, y durante esa etapa el semillero debe regarse periódicamente, eliminar cualquier plántula que esté enferma, y hacer deshierbas y control de plagas, si es necesario. En el semillero, las plántulas permanecen entre 30 a 45 días hasta alcanzar la altura necesaria para su transplante.

### Semilleros en vasos plásticos

La producción de plántulas en vasos plásticos posibilita la obtención de plántulas más vigorosas, uniformes y con menor pérdida de tiempo al momento del transplante. Para ello, deben colocarse de 2 a 3 semillas por vaso.

Los vasos deben ser llenados con sustrato previamente desinfectado. Después de llenar los vasos se colocan en un lugar protegido del exceso de luz solar y otros factores abióticos y bióticos que afecten el crecimiento y desarrollo de las plántulas. Después de la germinación y cuando las plántulas tengan unas tres hojas, se eliminan las más débiles y se deja únicamente la más vigorosa. Este proceso es hecho con un elemento cortante y no con la mano, para evitar lastimar las raíces de la planta definitiva.

### Semilleros en bandejas

Las bandejas para la producción de plántulas son adquiridas en almacenes agropecuarios y varían en cuanto al número de celdas y profundidad. Las más aconsejables son de 120 celdas, con 6 a 8 cm de altura.

La producción de plántulas en bandejas es hecha en lugares con protección y cobertura de malla o plástico antiáfidos y antitrips, con el fin de producir plántulas libres de geminivirus (Fernández-Bravo *et al.*, 2006). Para facilitar las labores, las bandejas deben ser colocadas en mesas con altura de 0.80 a 1.0 m del suelo. En cada celda son colocadas de dos a tres semillas. Cuando las plántulas emitan la tercera hoja definitiva, se realiza un raleo con instrumento cortante, dejando la más vigorosa.

De la germinación al trasplante, las plántulas deben recibir el manejo cultural necesario para su buen crecimiento y desarrollo, especialmente la irrigación y el manejo fitosanitario.



### 5.3 TRANSPLANTE

Cualquiera que sea el método utilizado para la producción de plántulas, éstas deben ser trasplantadas cuando tengan entre 15 a 20 cm de altura y tres a cuatro hojas verdaderas (Figura 5.3). Para facilitar el trasplante, el semillero debe ser regado con antelación y sacar las plántulas con sumo cuidado para no causar daño al sistema radicular. Las plántulas formadas en vasos plásticos deben ser

**Figura 5.3** Tamaño ideal de plántula para el trasplante.



transportadas al sitio definitivo en cajas; en tanto que las de bandejas son transportadas en las propias bandejas.

La operación de trasplante se hace realizando un hueco en el caballón, previo a ello las plántulas se depositan en una solución de 40 gramos de oxiclورو de cobre en 8 litros de agua, y al interior de los huecos se aplica una solución de metalaxil-M con clorpirifos líquido (40 g + 50 ml), respectivamente. Al colocar la planta en el hueco se debe introducir alrededor de 5 cm del tallo; se comprimen las raíces y se tapa el hueco. Terminada esta labor, se hace un riego lo más pronto posible para superar las crisis del trasplante.

Es importante no tener que reponer plántulas por muerte en el trasplante y en el caso de ser necesario, se deben tener plantas en el semillero que estén muy solas, lo más rápido posible y con abundante suelo.

El trasplante de plántulas fuera de la época, es decir pequeñas o excesivamente desarrolladas, trae problemas que van desde un crecimiento y desarrollo retardado hasta una floración precoz, afectando los rendimientos, uniformidad en la cosecha y calidad de fruto.

A pesar de que la berenjena es un arbusto semileñoso, es recomendable hacer tutorado con estaca de madera cerca de cada planta, debido a su arquitectura y a las posibilidades de que el viento pueda ocasionarles daño, especialmente en la región del valle del río Sinú. En la medida que la planta va creciendo, se hace el amarre de las ramas al respectivo tutor.

#### **5.4 DISTANCIAS DE SIEMBRA Y TIPO DE POBLACIÓN**

Las distancias de siembra son variables y dependen del tipo de población y genotipo utilizado. Las distancias más utilizadas son las que se presentan en la Tabla 5.1.

A mayor densidad de siembra se obtendrá mayor rendimiento, pero se puede afectar el tamaño del fruto. Pérez *et al.* (2006) en un estudio sobre densidad de población bajo las condiciones del valle del río Sinú, encontraron que la densidad de 12.500 plantas por hectárea registró rendimientos de 9.197 kg · ha<sup>-1</sup> en solo dos meses de cosecha, y anotan que en la región el período de cosecha se extiende hasta por siete meses con cosechas semanales.

#### **5.5 MULCH O MANTILLO**

El manejo adecuado y la conservación de los suelos son prácticas recomendables que se deben realizar con el objetivo de reducir la pérdida física del suelo, conservar la humedad, reducir la población de malezas, erosión y mantener o aumentar la fertilidad de los mismos. El cultivo de la berenjena se beneficia significativa-

**Tabla 5.1** Densidad de plantas por hectárea de acuerdo con las distancias más utilizadas.

Distancias			Plantas/m <sup>2</sup>	Plantas /ha	Tipo de cultivo
Surco	Planta				
1.00	0.75		0.75	13.333	campo
1.00	0.80		0.80	12.500	campo
1.00	1.00		1.00	10.000	campo
1.00	1.20		1.20	8.333	campo
1.10	0.50		0.55	18.120	campo
1.20	0.50		0.60	16.660	campo
1.20	0.60		0.72	13.890	campo
1.20	0.80		0.96	10.146	campo
1.30	0.60		0.78	12.820	campo
1.30	0.70		0.91	10.990	campo
1.50	0.75		1.12	8.928	campo
1.50	1.00		1.50	6.667	campo
1.50	1.50		2.25	4.444	campo
Surcos	Hileras	Planta			
1,60	0.90	0.50	1.60	16.000	Doble hilera túnel
1.00	0.60	0.50	2.20	22.000	Doble hilera invernadero
1.50		0.60	0.90	11.111	Hilera simple invernadero
1.40	0.90	0.50	1.50	15.000	Doble hilera invernadero

mente con el uso de hojas secas, estiércol seco o aserrín, ya que permite mantener la temperatura del suelo más baja, reduce la erosión superficial, aumenta la aireación, se produce mayor retención de humedad y se activa la microbiología del suelo, proporcionando mejores condiciones para el crecimiento y desarrollo de la planta (Vander Zaag *et al.*, 1986; Mahmoudpour y Stapleton, 1997).

Asiegbu (1991), señala que los materiales utilizados en el mulch o mantillo difieren en su eficiencia y resalta que plásticos de color oscuro son más eficientes en el control de malezas y en la reducción del hongo *Sclerotium rolfsii*; por un mayor incremento en la temperatura del suelo debido a mayor absorción de unidades de calor (Mahmoudpour y Stapleton, 1997). Así mismo, recalca que los beneficios varían con la época del año, en época de verano se conserva más la humedad y en períodos de mucha lluvia hay un mejor control de malezas; resaltando que los beneficios sobre el rendimiento dependen del control de malezas y la conservación del agua. Mayores rendimientos en berenjena fueron reportados por Mahmoudpour y Stapleton (1997), utilizando plásticos de color plata con respecto a otros colores, anotando además que el mejoramiento de la productividad con diferentes tipos de mulch varía con la arquitectura de la



planta, clima, etc; y por lo tanto, puede haber inconsistencia de resultados entre regiones y cultivos.

### 5.6 PODA

Una práctica posible en la berenjena es la poda (Souza y Resende, 2006). Generalmente se hace en cultivos en invernadero, donde se consigue mayor precocidad y calidad de fruto, pero menor número de los mismos. Se puede hacer en cultivos en campo, como consecuencia de esto la cosecha suele ser muy abundante y precoz (Infoagro, 2003; Serrano, 1976).

En los cultivares erectos, la poda se hace de la siguiente manera: en la base del tallo se eliminan los dos primeros brotes cuando tienen poco crecimiento. Después se dejan de 4 a 5 ramas sobre el tallo principal, cuando cada rama tiene de 3 a 5 frutos formados se despunta la yema terminal de cada una de estas ramas al nivel de una o dos hojas después del último fruto de cada rama y también del tallo principal, y posteriormente todos los brotes que vayan apareciendo tanto en el tallo principal como en cada una de las ramas (Figura 5.4). En las variedades rastreras la poda se limita a cortar algunos tallos del interior de la planta; también se eliminan todos los tallos chupones que broten por debajo del tallo principal. A continuación se da un riego con un buen abonado nitrogenado.

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



**Figura 5.4** Planta de berenjena después de la poda.



mientos se consiguen con una densidad de 6 ramas por m<sup>2</sup>. 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. Es recomendable así mismo, que los pétalos de flores adheridas al fruto en formación sean retirados para que la coloración quede uniforme en el momento de la cosecha (Souza y Resende, 2006).

Ventajas de la poda de formación:

- Más precocidad y mejor calidad de los frutos;
- Mejora de la aireación de la planta y por tanto reduce las condiciones favorables para el ataque de plagas y enfermedades;
- Facilita las prácticas culturales;
- Posibilita el estrechar el marco de plantación al incrementar el número de plantas por unidad de superficie.

Inconvenientes de la poda de formación:

- Incremento de mano de obra;
- Aplicación de productos antibotritis en los cortes efectuados.

## 5.7 DESHOJADO

Se realiza sobre plantas adultas que no han sido sometidas a poda de formación, pues es recomendable aclarar la planta para favorecer la aireación y la fotosíntesis, ya que las hojas son muy frondosas, eliminando algunas hojas del interior y las de la parte baja, así como aquellas senescentes o enfermas.

## 5.8 ACLAREO DE FRUTOS

Hay cultivares que forman hasta cinco flores por cojín floral (Pérez, *et al.*, 2006) y fructifican en gran cantidad. Para evitar una disminución de la calidad y del peso de los frutos que se recolectan, conviene hacer un aclareo de frutos, ya que se forma un fruto normal y las otras forman frutos pequeños, que deben ser eliminados, al igual que los deformes y afectados por plagas y enfermedades (Serrano, 1976).

## 5.9 POLINIZACIÓN Y CUAJADO DE FRUTOS

Bajo condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa, la polinización puede verse mejorada con la aplicación de un chorro de aire dirigido a la flor. También se puede recurrir al uso de colmenas de *Apis mellifera*, o de otros polinizadores como *Bombus terrestris* bajo condiciones de invernadero.



Bajo condiciones ambientales adversas como frío y poca viabilidad de polen, varios productos hormonales han sido utilizados para mejorar la producción de fruto, especialmente las auxinas (Nothmann *et al.*, 1974), que se aplican directamente sobre las mismas flores, lo cual es dispendioso y costoso porque hay que hacerlo individualmente flor por flor.

La respuesta de los cultivares a la aplicación de 2,4 - D es variable y afectada por el patrón de floración de cada cultivar, así como por factores ambientales durante y después de la aplicación del regulador. Nothmann *et al.* (1983b) encontraron respuesta diferencial para peso de frutos en tres cultivares con heteromorfismo estilar, registrando mayor formación de frutos en flores de estilo largo con respecto a las de estilo corto. Así mismo, el mayor peso de frutos obedece al desarrollo de mayor cantidad de óvulos y mayor tamaño del embrión, lo que conduce a un aumento en el peso de los frutos.

Los fitorreguladores más usados aplicados a la flor son: 2, 4 -D ( $2.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ); ANA amida 20% + 4 CPA 0,75% y ácido giberélico 0,5% + Fenotiol 1%; en aplicación al suelo, ANA amida 1,2% + ANA 0,45%, (Nothmann *et al.*, 1983 b; Infoagro, 2003).

LIBRO DE CULTIVO DE LA BERENJENA



## Capítulo 6.

# CLIMA Y FISIOLOGÍA DE LA BERENJENA

### 6.1 ASPECTOS EDAFOCLIMÁTICOS

#### 6.1.1 Temperatura

La berenjena es una planta apropiada para países tropicales y templados, se desarrolla mejor en regiones secas y de clima caliente con temperatura media de 25° C; no soporta frío excesivo o heladas ni exceso de humedad en la floración (Ribeiro *et al.*, 1998; Concellón *et al.*, 2007).

Las bajas temperaturas (11-12° C), paralizan el desarrollo vegetativo, causan hipertrofia de hojas, las cuales se alargan y ensanchan fuertemente, y pueden provocar caída de flores y deformación de éstas, mostrándose un desarrollo excesivo de los sépalos, los cuales parecen hojas. Adicionalmente, se forman frutos con deformaciones, desigualmente coloreados y con mala calidad en su sabor, entre otros factores (Concellón *et al.*, 2007). A temperaturas menores de 15° C se produce una mayor cantidad de flores de estilo corto, la deformación del grano de polen aumenta y se producen frutos pequeños y amorfos como consecuencia de un menor crecimiento de la placenta y la existencia de cavidades en el interior del mismo (Serrano, 1976; Vifinex, 2001; Souza y Resende, 2006). En regiones donde la temperatura es inferior a 18° C, es aconsejable realizar el cultivo bajo invernadero.

Temperaturas por encima de 32° C aceleran la maduración de frutos y cuando superan los 35° C por períodos prolongados, el polen se vuelve no viable e impide la plena fertilización, permitiendo la formación de frutos deformes (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. Estructuralmente, el resultado más obvio del calentamiento excesivo es la separación de las células causada por la desestabi-



lización térmica de los materiales pécticos (Zhang y Chen, 2006). Los cultivares que presentan frutos alargados, generalmente son 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, o sea sin fecundación o fecundación escasa, lo cual da lugar a la formación de pocas semillas.

En términos generales, la berenjena es una planta que requiere una adecuada temperatura durante su cultivo con el fin de conseguir buenos rendimientos y calidad de fruto. La temperatura durante el día debe oscilar entre 25 y 30° C, acompañada de una buena luminosidad para satisfacer las necesidades de la planta y con ello una mayor eficiencia en la fotosíntesis, de tal forma que sus productos al ser enviados a otras partes de la planta, no sean utilizados en su totalidad por la respiración. Lo anterior se logra con temperaturas nocturnas mucho más amenas de 14-16° C, que son favorables para el crecimiento de la planta y crecimiento del fruto (Lee *et al.*, 2002).

### 6.1.2 Luminosidad

Kittas *et al.* (2006), indicaron que aunque el color del fruto está genéticamente determinado, otros factores ambientales como la nutrición, temperatura y principalmente las condiciones de luz, pueden tener un efecto importante sobre la composición de los flavonoides y por tanto en la coloración final de la fruta. 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, por lo que en días cortos es necesario aprovechar al máximo las horas de luz mediante selección de variedades y arreglos poblacionales. Lo anterior para evitar el ahilamiento, malformación de flores y hojas, deficiente fecundación, frutos deformes de pulpa esponjosa, al igual que un desarrollo vegetativo exuberante que se agrava en condiciones de humedad relativa superior al 65% (Vifinex, 2001; Infoagro, 2003).

La aparición de anomalías como las descritas en el párrafo anterior, normalmente obedecen a un problema varietal, ligado principalmente con cultivares originarios de la cuenca mediterránea y poco frecuente en otros grupos genéticos. La causa fisiológica de este comportamiento reside en la insuficiente abertura estomática de algunas de estas variedades, lo que consecuentemente se traduce en bajas tasas de transpiración y de ingreso del CO<sub>2</sub> a la hoja. Lo anterior trae como consecuencia una reducción en la producción de materia seca, afectando el envío de fotoasimilados a los frutos. Adicionalmente, es importante recordar que en la abertura o cierre de los estomas intervienen diversos factores como la humedad relativa, la iluminación, diversos tipos de estrés, etc.

Las medidas que tiendan a favorecer la transpiración de las plantas y consecuentemente la apertura estomática dentro de unos límites que no resulten no-



civos al cultivo, tales como la regulación del riego, aireación y la disminución de la humedad relativa si se cultiva bajo invernadero, entre otras, podrían reducir la aparición de estos problemas.

### 6.1.3 Humedad relativa

La humedad relativa óptima oscila entre 50% y 65%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. 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 se producen cuando la humedad relativa es escasa (Wang *et al.*, 1980; Vifinex, 2001; Infoagro, 2003). Un análisis referente a la influencia de los cambios climáticos sobre la floración, revela que las altas temperaturas y excesos de precipitación tienen una gran 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).

Tan importante como el valor de la humedad relativa, es el del déficit de presión de vapor, que depende de la humedad del ambiente y la temperatura, siendo convenientes valores comprendidos entre los 4 y 15 g · m<sup>-3</sup> (Infoagro, 2003).

### 6.1.4 Agua

Los requerimientos hídricos de la berenjena son tratados con mayor detenimiento en el Capítulo 7 de este libro. Sin embargo, es importante mencionar que esta planta es altamente susceptible a un déficit hídrico durante todo el ciclo, aunque los daños pueden ser más severos de acuerdo con la época, duración y severidad como se presenten. Un estrés hídrico moderado reduce significativamente el contenido de clorofilas y nutrientes de la hoja, el crecimiento de la planta y los rendimientos de frutos por hectárea. Cuando el estrés por humedad es más severo aún, las pérdidas en los rendimientos de fruto pueden llegar hasta un 66% (Kirnak *et al.*, 2001).

La planta de berenjena muestra mejores índices de recuperación ante un estrés hídrico que otras especies de la misma familia como el tomate, lo cual podría estar relacionado con la síntesis de prolina, un osmoprotector que además actúa como reductor de carbono y nitrógeno durante el período de estrés (Sarker *et al.*, 2005). Las condiciones de estrés por humedad conlleva a la reducción de actividades fisiológicas tales como el potencial hídrico de la hoja, la conductancia estomática y la fotosíntesis neta (Jensen *et al.*, 2000; Ohashi *et al.*, 2000).

Por otra parte, es conveniente también evitar las inundaciones en el campo, ya que el estrés sufrido por la planta en suelos inundados puede ocasionar daños severos. Una de las mayores consecuencias biológicas de los suelos inundados es la deficiencia de oxígeno en la raíz, lo cual interfiere con el proceso de respiración aeróbica de éste órgano al nivel de la cadena transportadora de electrones. Las consecuencias de estos estreses oxidativos son la liberación de radicales libres tóxicos que reducen el oxígeno molecular a radicales superóxido ( $O_2^-$ ), oxígeno singlete ( $^1O_2$ ), radicales hidroxilos ( $^{\bullet}OH$ ) y peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ). Estos radicales libres ocasionan destrucción de clorofilas, reducción en la permeabilidad y peroxidación de lípidos de la membrana celular, baja expansión de la hoja y cierre de estomas. El cierre de estomas a su vez ocasiona una reducción en la concentración interna del  $CO_2$  lo que se refleja en bajas tasas de fotosíntesis y por tanto de rendimientos, ante la escasa disponibilidad de  $CO_2$  para ser fijado (Lin *et al.*, 2004; Chaves y Pereira, 1992; Schwanz *et al.*, 1996).

## 6.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

La floración y el número de frutos son los dos principales factores que determinan el rendimiento potencial de la berenjena. Ellos son afectados por el genotipo (Kader Mohideen *et al.*, 1977; Passam y Khah, 1992), condiciones climáticas (Nothmann *et al.*, 1979; Nothmann *et al.*, 1983; Sun *et al.*, 1990), relación planta – agua (Tedeschi y Zerbi, 1985) y posición de la flor en la planta (Nothmann *et al.*, 1983). Passm *et al.* (2001), expresan que algunas características morfológicas como la longitud del estilo, desempeñan un papel importante en la formación de los frutos, ya que las de estilo corto son menos fecundadas que las de estilo largo. Heslop-Harrison (1970), indica que la longitud del estilo está controlada por auxinas y ello reduce la fertilidad, ya que la liberación de polen por las anteras favorece los pistilos de estilo largo (Kader Mohideen *et al.*, 1977). Contrariamente (Passam *et al.*, 2001), en un estudio bajo condiciones favorables de alta temperatura, alta luminosidad y en ausencia de condiciones climáticas desfavorables, encontraron que la cantidad y crecimiento de frutos producidos impone restricción a la polinización, reduciendo el número de flores, la longitud del estilo y la masa del pistilo. De acuerdo con estos autores, la aplicación de auxinas (IAA) no causó reducción del estilo en las flores, lo que es divergente a lo expresado por Heslop-Harrison (1970).

## 6.3 FISIOLÓGÍA DE LA PLANTA Y DEL FRUTO EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN

Estudios adelantados sobre el efecto de la densidad de población sobre parámetros reproductivos y fisiológicos en el cultivar de berenjena “criollo” en el valle del río Sinú por Pérez *et al.* (2006), destacan que el número de flores por planta



se incrementa con la reducción de la densidad de población, por una menor competencia intraespecífica. Las flores se pueden observar como flores solitarias o cojines florales hasta con cinco flores (Shah y Patel, 1970; Nothmann *et al.*, 1979; Pérez *et al.*, 2006; Pérez, 2006). Las flores solitarias están unidas directamente al tallo y las otras flores se desprenden del pedúnculo de la flor basal, que es funcional y produce frutos, ya que las otras se caracterizan por ser estériles y por poseer una longitud de estilo corto.

Un hecho importante del estudio de Pérez *et al.* (2006), indica que densidades de 4.444 a 12.500 plantas por hectárea no afectaron la longitud y diámetro del fruto, al igual que la masa fresca y seca de fruto, pero sí el rendimiento, que se incrementó linealmente con las densidades de planta. El mayor número de flores por planta no siempre está asociado con un mayor rendimiento, ya que las flores adicionales al racimo floral son muy pequeñas y muchas de ellas se tornan estériles; esta relación varía con la cantidad y tasa de crecimiento de los frutos, lo que es afectado principalmente por el genotipo (Pasma *et al.*, 2001).

La acumulación de materia seca es baja en las primeras etapas de desarrollo del fruto, y luego se incrementa ostensiblemente entre los 15 y 18 días después de la antesis. Es evidente que el crecimiento de una parte de la planta, en este caso el fruto, consume sustancias nutritivas y como resultado disminuyen tales sustancias en los canales de suministro adyacentes, estableciéndose así un gradiente de concentración que produce el movimiento de otros materiales desde los órganos que incorpora o fabrica sustancias, o que simplemente los ceden con la edad. Cuanto más activo sea el crecimiento de una parte (Ejemplo, fruto), tanto más irán a parar a ellos los materiales disponibles, y tanto más se restringirá el crecimiento en otras partes.

ANEXO 3  
CULTIVO DE LA BERENJENA





## Capítulo 7.

# IRRIGACIÓN DE LA BERENJENA

### 7.1 EXCESOS Y DEFICIENCIAS DE AGUA

**E**l riego es un componente importante en la producción de cualquier sistema agrícola de las plantas cultivadas y, por lo tanto, una práctica cultural de relevancia en el manejo de la producción de berenjena.

El manejo correcto del agua de irrigación en relación con la calidad y cantidad, es un factor importante en el éxito del cultivo. El uso de agua contaminada pueda ser responsable de la presencia de enfermedades, principalmente bacterias que además de afectar el cultivo, pueden alterar la salud del consumidor. Por otro lado, el contenido elevado de sales, además de originar daños directos en los cultivos, al reducir el crecimiento del tallo en algunos casos y de la raíz en otros (Yusufov y Alieva, 2002), puede causar toxicidad por acumulación de sales en el suelo y superar los valores de la CE recomendados para el cultivo (Savvas y Lenz, 2000). Con respecto a la cantidad, el exceso de agua es perjudicial debido a que las altas humedades generalmente están asociadas a presencia de enfermedades fúngicas y desde el punto de vista fisiológico afecta la respiración de la raíz, como se describió en el capítulo anterior. Así mismo, el déficit hídrico afecta a muchos procesos fisiológicos de la planta: absorción de iones, translocación, transpiración, fotosíntesis, respiración y, en general, al crecimiento y el desarrollo de la planta, reduciendo los rendimientos y aumentando la susceptibilidad a plagas, especialmente mosca blanca.

La berenjena es una planta sensible al exceso y relativamente tolerante a la falta de agua, dependiendo de la época, duración y severidad del estrés (Sarker *et al.*, 2005). Además de la producción de prolina, la adaptación de la berenjena a condiciones de sequía y de temperatura alta, es reflejo de su sistema radicular eficiente en la toma de agua y al potencial hídrico de las hojas que es de -1.5 Megapascales (Mpa), lo cual se considera alto para plantas C3. Esto probablemente obedece a un cierre gradual de los estomas en proporción al potencial hídrico de las hojas, controlando así la transpiración (Abdelhafeez *et al.*, 1975; Behboudian, 1977), aunque la planta es capaz de recuperar su capacidad fotosintética y conductancia estomatal después de pasado el estrés, si este no es muy fuerte (Sarker *et al.*, 2004).



Un buen suministro de agua durante todo el período que permanece el cultivo en el campo es ideal. Dos a tres riegos eficientes por semana son suficientes para lograr un buen desarrollo y fructificación. Es un cultivo con pocas necesidades hídricas al comienzo de su desarrollo, pero posteriormente aumenta su demanda, siendo más exigente que el tomate y algo menos que el ají. Los consumos medios a libre exposición oscilan entre 1,5 litros por metro cuadrado por día, recién plantado y 8 litros por metro cuadrado por día cuando la planta inicia floración y en la fructificación (Infoagro, 2003; Sánchez *et al.*, 2004). Bajo condiciones de invernadero se consumen de 1 a 3.39 litros por metro cuadrado por día ( $l.m^2/día^{-1}$ ), ya que se necesita que el crecimiento y desarrollo de la planta no sea rápido (Infoagro, 2003) y 19.91 litros por kg de fruto (Burck, 2002). En este sentido, Quaglietta y Zerbi (1986), reportaron una relación lineal entre los rendimientos de berenjena y la evapotranspiración de un volumen de agua de 800 mm, señalando que ese mayor rendimiento obedece al número de frutos y al peso promedio de los mismos. En el valle del río Sinú Sánchez *et al.* (2004), encontraron que en la fase vegetativa la demanda es de 36 mm; floración 88 mm, fructificación 120 mm y en cosecha 598 mm; por ser la etapa más prolongada, ya que la planta continúa floreciendo y fructificando; y así mismo, amerita mayor cantidad de agua para el llenado de frutos, que son cosechados semanalmente.

## 7.2 SISTEMAS DE IRRIGACIÓN UTILIZADOS

Entre los numerosos sistemas practicados, los más corrientes son el riego por aspersión, riego por surcos y el riego por goteo. La elección de un sistema no se basa únicamente en criterios técnicos o sociales, sino también en criterios económicos y en las condiciones exteriores a la explotación, como el suministro de electricidad, la disponibilidad de materiales, etc.

### 7.2.1. Riego por aspersión

Es aquel sistema de riego que trata de imitar a la lluvia. Es decir, el agua destinada al riego se hace llegar a las plantas por medio de tuberías y mediante unos aspersores y, gracias a una presión determinada, el agua se eleva para que luego caiga pulverizada o en forma de gotas sobre la superficie que se desea regar (Figura 7.1).

Para un buen **riego por aspersión** son necesarios:

- Presión en el agua.
- Tuberías adecuadas a la presión del agua.
- Aspersores adecuados que sean capaces de esparcir el agua a presión, que les llega por la red de distribución.
- Depósito de agua que conecte con la red de tuberías.



**Figura 7.1.** Riego por aspersión en un cultivo de berenjena.

- **Presión en el agua.** Es necesaria porque la red de distribución se multiplica en proporción a la superficie que debe regarse, ya que el agua debe llegar al mismo tiempo y a la misma presión a las entradas donde se encuentran instalados los aspersores, con el fin de conseguir un riego uniforme. Otra razón es que la presión del agua debe ser capaz de poner en marcha todos los aspersores al mismo tiempo, bien sean fijos o móviles, de riego más pulverizado o menos.

En el caso de que la presión de la red no sea suficiente, se deberá instalar un motor que proporcione la presión suficiente desde el depósito hasta los aspersores.

- **Red de tuberías.** En general la red de tuberías que conducen el agua por la superficie a regar se compone de ramales de alimentación que conducen el agua principal para suministrar a los ramales secundarios que conectan directamente con los aspersores.

Todo esto supone un estudio técnico adecuado, ya que de él dependerá el éxito de la instalación.

- **Aspersores.** Los más utilizados en la agricultura son los giratorios porque giran alrededor de su eje y permiten regar una superficie circular impulsados por la presión del agua, aunque en el mercado los hay de variadas funciones y distinto alcance. Son parte muy importante del equipo de riego por aspersión y por tanto el modelo, alcance y tipo de lluvia que producen (más o menos pulverizada) deben formar parte del estudio técnico antes mencionado.



- **Depósito del agua.** Desempeña dos funciones: la de almacenamiento del agua suficiente para uno o varios riegos y la de ser punto de enlace entre el agua sin presión y el motor de impulsión de esa agua a la presión necesaria para el riego calculado.

## Ventajas e inconvenientes del riego por aspersión

### *Ventajas:*

- **Ahorro en mano de obra.** Una vez puesto en marcha no necesita especial atención. Existen en los mercados eficaces programadores activados por electro válvulas conectadas a un reloj que, por sectores y por tiempos, activará el sistema según las necesidades previamente programadas. Con esto la mano de obra es prácticamente inexistente.
- **Adaptación al terreno.** Se puede aplicar tanto a terrenos lisos como a los ondulados, no necesitando allanamiento ni preparación de las tierras.
- **Eficiencia.** La eficiencia del riego por aspersión es de un 80% frente al 50 % en los riegos por inundación tradicionales; por consecuencia, el ahorro en agua es un factor muy importante a la hora de valorar este sistema.
- **Clases de suelos.** Especialmente útil para distintas clases de suelos, ya que permite riegos frecuentes y poco abundantes en superficies poco permeables.
- **Dosificación.** Se puede dosificar el agua con una buena precisión.

### *Inconvenientes:*

- **Daños a las hojas y a las flores.** Las primeras pueden dañarse por el impacto del agua sobre las mismas, si son hojas tiernas o especialmente sensibles al depósito de sales sobre las mismas. En cuanto a las flores, pueden lesionarse y de hecho se dañan, por ese mismo impacto sobre las corolas.
- **Requiere una inversión importante.** El depósito, las bombas, las tuberías, las juntas, los manguitos, las válvulas, los programadores y la intervención de técnicos hacen que en un principio el gasto sea elevado, aunque la amortización a medio plazo está asegurada.
- **El viento puede afectar.** En días de vientos acentuados el reparto del agua puede verse afectado en su uniformidad.
- **Aumento de enfermedades y propagación de hongos.** El riego puede provocar la pudrición del follaje, frutos y la incidencia de enfermedades radiculares.
- **El agua.** El consumo de agua es mayor que el requerido por el riego por goteo; siendo este muy importante en cada caso de riego, ya que a mayor consumo de agua, mayores costos.
- **Distancia de aspersores.** Se necesita conocer bien la distancia entre aspersores, para tener un coeficiente de uniformidad superior al 80%.



### 7.2.2 Riego por surcos

El sistema de riego por surcos es utilizado cuando la finalidad del cultivo es principalmente la producción de frutos para consumo en fresco. Consiste en llevar el agua por medio de canales o tubos hasta los surcos de infiltración (Figura 7.2). Algunos productores utilizan sifones al comienzo del riego. Tanto los canales como los tubos deben tener la capacidad suficiente para atender las necesidades de la irrigación previamente determinadas. Los canales utilizados pueden ser revestidos o no, y el tipo de revestimiento o material de construcción depende de las posibilidades del productor.

En el riego por surcos el agua se mueve por gravitación, es decir, el agua se desliza siguiendo la pendiente y no requiere de energía extra para darle movimiento. La calidad del riego depende en un principio de la sistematización del terreno y por eso es muy importante realizar un buen relevamiento planialtimétrico del lote a regar y un correcto diseño de los surcos, especialmente en orientación y en longitud.

El ancho del surco, longitud, declive y profundidad del mismo son aspectos muy importantes en la aplicación de este sistema de irrigación.

El ancho del surco está asociado con la distancia entre las hileras de plantas y ello depende del cultivar si es de porte bajo o alto, puede incluso haber un surco entre dos hileras. El ancho del surco no debe ser muy grande, para que el agua beneficie el sistema radicular de la planta, antes de que un gran volumen se pierda por percolación o que una franja de suelo quede seca entre las hileras, es decir, al pie del sistema radicular.



**Figura 7.2** Uso de tubería para el riego por surcos.

La longitud del surco depende de las propiedades físicas del suelo, lo que implica su resistencia a la erosión, declive y volumen a ser aplicado. Daker (1973) señala que para suelos livianos y de alta permeabilidad, surcos de 30 a 50 metros de longitud son los ideales y de 100 metros para suelos pesados de baja capacidad de infiltración. Es importante destacar que los surcos demasiado largos generan pérdidas excesivas por percolación y erosión en sus cabeceras, y en los demasiados pequeños ocurren pérdidas superficiales al final del surco.

El declive del surco es un aspecto importante a considerar y está asociado a la textura del suelo, longitud y lámina de agua aplicada en cada surco. Daker (1973) señala ciertos límites a tener en consideración, tales como que entre más pesado fuese el suelo y menos largo el surco y mayor cantidad de agua a ser aplicada en los surcos, menor debe ser su declive.

### Etapas del riego por surco

<ul style="list-style-type: none"> <li>- El agua es vertida en la cabecera del surco.</li> <li>- El agua avanza en el surco e infiltra</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- El agua llega al final del surco.</li> <li>- Continúa el riego para humedecer la profundidad explorada por las raíces.</li> <li>- Una parte del agua escurre</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- En la cabecera del surco se ha humedecido la profundidad deseada pero al final del mismo todavía no, por lo tanto continúa el riego</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La lámina es suficiente al final del surco. Se detiene el riego.</li> <li>- Una parte del agua de riego infiltró fuera de la zona radicular y una parte escurrió al final del surco.</li> </ul>	



## Ventajas e inconvenientes del riego por surcos

### Ventajas:

- No causa problemas en las aplicaciones aéreas;
- La conducción del riego se puede hacer de manera económica en áreas pequeñas;
- Un bajo nivel de presión es suficiente para irrigar un cultivo.

### Inconvenientes:

- No proporciona un suministro de agua uniforme y constante;
- Tiene un rendimiento bajo (la relación entre el agua suministrada y el agua realmente aprovechada por las plantas es pequeña);
- En algunos casos eleva el nivel de humedad del aire en el invernadero por encima de los niveles adecuados;
- No permite la automatización ni la fertirrigación;
- Requiere habilidad del regante en la aplicación del agua.

### 7.2.3 Riego por goteo

Este procedimiento artificial pretende proporcionar el agua a las plantas para que reciban la humedad suficiente con el fin de que se desarrollen y optimicen su ciclo vital. El riego por goteo surge como respuesta a esta necesidad en aquellos ambientes donde el recurso hídrico es escaso y costoso, aportando gota a gota el agua necesaria en la zona radicular de cada planta, y solo en esa zona para el desarrollo de la misma (Figura 7.3).



**Figura 7.3** Riego por goteo.



A diferencia del riego tradicional y de la 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 en vertical y horizontal, formando lo que llama por su forma, bulbo de humedad.

En los cultivos protegidos de berenjena el sistema de riego por goteo o localizado es el más adecuado para el aporte de agua y gran parte de los nutrientes, que va a ser función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.). Cuando se utilizan aguas con contenidos de sales en la irrigación, debe monitorearse la acumulación de iones, la cual no debe de exceder a  $4 \text{ ds} \cdot \text{m}^{-1}$ , especialmente en los estados de floración y fructificación (Hamdy y Chouaib, 2002).

### **Ventajas e inconvenientes del riego por goteo**

#### ***Ventajas:***

- Ahorro entre el 40 y el 60% de agua respecto a los sistemas tradicionales de riego;
- Reducción de mano de obra en el manejo de malezas;
- Incremento en la calidad y rendimiento;
- Posibilidades de automatización y fertirrigación;
- Pocas pérdidas por evaporación;
- De gran utilidad donde el agua es factor limitante en la actividad agrícola;
- Permite el uso de aguas recicladas;
- El riego continuo es el único que permite el uso de agua salina si el terreno tiene buen drenaje, dado que con un ligero exceso de agua se mantiene baja y uniforme la presión osmótica del suelo. De este modo pueden lavarse por arrastre las sales acumuladas;
- Permite recuperar la inversión realizada.

#### ***Inconvenientes:***

- Obstrucción de los goteros a causa del pequeño diámetro de los microporos por los que pasa el agua;
- Demanda la colocación imprescindible de filtros apropiados, con el fin de reducir la obstrucción de poros;
- Es costoso y dispendioso, ya que es muy difícil enrollar los tubos y los goteros se estropean con facilidad cuando se procede a su traslado;
- En zonas frías el riego no protege a plantas sensibles a las heladas.



### 7.3 RELACIÓN SUELO-AGUA-PLANTA

En la agricultura bajo riego el mayor problema es saber cuánto y cuándo aplicar riegos a los cultivos.

La disponibilidad de agua en el suelo para la planta depende de la cantidad y frecuencia de lluvias o riego, capacidad de retención de agua en el suelo, del potencial osmótico y de la profundidad de las raíces del genotipo (Embrater, 1979).

La capacidad de retención de agua en el suelo varía con la textura, estructura y composición química. Para fines de irrigación, la capacidad de retención de agua del suelo es la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente.

La disponibilidad de agua en el suelo, también conocida como reservatorio de suelo (RS), es la lámina de agua disponible aproximadamente en milímetros, por la profundidad del suelo que se desea irrigar. Para su cálculo es necesario multiplicar la diferencia entre capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez permanente (PMP) por la densidad aparente (dap) del suelo y por la profundidad efectiva (Pe) del sistema radicular de la planta a irrigar.

La densidad aparente ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) es la relación entre el peso de un volumen dado de suelo seco, incluido el espacio de poros, y el peso de un volumen igual de agua. Es importante, por representar un factor volumétrico de transformación.

$$RS = \frac{CC - PMP}{100} \times \text{dap} \times \text{Pe (mm)} \quad \text{Ecuación (1)}$$

A pesar de que la raíz de la berenjena puede llegar a un metro, la profundidad efectiva radicular oscila entre 0.4 a 0.5 metros.

La lámina de agua obtenida a través de la ecuación (1) corresponde al volumen de agua que se debe adicionar al suelo para elevar el contenido de humedad de 0,0 a 100,0%, que corresponde al intervalo de agua disponible (AD) del suelo. No es recomendable dejar la humedad del suelo alcanzar niveles cercanos al punto de marchitez permanente. Embrater (1979) recomienda irrigar el cultivo cuando el 30 a 40% del agua disponible está consumida, ya que ello facilita un menor esfuerzo de la planta en la absorción de agua por las raíces, la producción se realiza en mejores condiciones y se mejoran los rendimientos.

Consumido el 30 a 40% del agua, se debe reponer esa cantidad (P), lo cual determina la lámina de riego a aplicar ( $D_L$ ).

$$D_L = RS \times P \quad \text{Ecuación (2)}$$

Como cada método de irrigación registra pérdidas inevitables en la aplicación del agua al aplicar el riego, se debe tener bien en cuenta la eficiencia de aplicación ( $E_a$ ). Por lo tanto, la lámina bruta a aplicar ( $D_B$ ) será:

$$D_B = \frac{D_L}{E_a} \quad \text{Ecuación (3)}$$

La frecuencia de irrigación (FR) o cuando aplicar riego, es un parámetro que depende no solamente de la lámina líquida a aplicar, también de la evapotranspiración (ET) o uso consuntivo del cultivo.

Con la información de la lámina de agua a aplicar ( $D_L$ ) y de la evapotranspiración (ET), se puede determinar la frecuencia de irrigación (FR) en días:

$$FR = \frac{D_L \text{ (m m)}}{ET \text{ (m m} \cdot \text{d}^{-1}\text{)}} \quad \text{Ecuación (4)}$$

El tiempo de irrigación depende del caudal a aplicar y de las características de infiltración del suelo. De esta manera, por ejemplo el caudal reducido en litros/segundo por surco, puede ser obtenido multiplicando la longitud del surco en metros por la capacidad de infiltración media del suelo, dada en la Tabla 7.1.

**Tabla 7.1** - Capacidad de infiltración del agua, de acuerdo con la textura del suelo

Naturaleza del suelo	l/s x m
Textura fina	0.000 a 0.004
Textura media	0.002 a 0.006
Textura moderadamente arenosa	0.003 a 0.020
Textura arenosa	0.010 a 0.030

Fuente: Embrater (1979).

El tiempo de irrigación (TI) se obtiene dividiendo el volumen a aplicar por surco (V) por el caudal reducido (q)

$$TI = \frac{V(L)}{q(L \cdot s^{-1})} \quad \text{Ecuación (5)}$$



## Capítulo 8.

### ASPECTOS FITOSANITARIOS

La berenjena puede verse afectada por factores bióticos y abióticos como malezas, hongos, bacterias, nematodos, insectos, ácaros y virus (Mangione y Sánchez, 1999; Infoagro, 2003; Vifinex, 2001). El mejor control para cada uno es la prevención. A continuación se describen los principales problemas encontrados en producción y manejo.

#### 8.1 MALEZAS

Las malezas pueden afectar la producción y calidad de frutos, dificultando la cosecha y las diferentes labores culturales. El rendimiento se reduce por la competencia de las malezas por nutrientes, agua, absorción de luz; además de ser hospederas de insectos, nematodos y otros patógenos.

El control de malezas es uno de los factores claves para la obtención de buenos rendimientos y calidad de fruto, en aras de maximizar mayores utilidades en el negocio hortícola. Por tal razón, el manejo de malezas debe ser planeado desde la preparación del suelo, a través del conocimiento del banco de semillas disponibles y características para su germinación. Souza y Resende (2006) señalan que algunas malezas necesitan de pocos estímulos de luz para iniciar la germinación; por lo que sugieren que la preparación del suelo, escarificación o desterronamiento del suelo debe ser realizado en lo oscuro, con el fin de evitar el estímulo luminoso necesario para la germinación de la semilla. Dos alternativas de preparación del suelo existen para remediar dicha situación, como el uso de lona de color negro que cubra el implemento agrícola cuando la operación es de día, o realizar la preparación del suelo en horas de la noche.

Cuando el área dedicada al cultivo de la berenjena es pequeña, no hay necesidad de usar herbicidas, pudiendo ser eliminadas las plantas dañinas a través de herramientas manuales como azadón y machete, con mucho cuidado para evitar daños en las raíces y con ello la entrada de patógenos del suelo como *Fusarium sp*, *Rhizoctonia sp*, *Pythium sp*, *Sclerotium sp* y otros; el uso de coberturas orgánicas como tamo u otros similares, rotación de cultivos con especies como fríjol,

habichuela y maíz, mas no con tomate o ají, para el valle del Sinú, aumento de la densidad de siembra, empleo de cultivares que produzcan rápida biomasa en poco tiempo, empleo de extractos vegetales de balsamina (*Momordica charantia* L.) y bicho (*Senna obtusifolia* L.) y plateo manual. Si la infestación es alta después de la preparación del suelo, debe utilizarse herbicida antes del transplante, como Glifosato 2.0 L · ha<sup>-1</sup>. Para grandes áreas de cultivo y dado el costo que implica la mano de obra, es necesario la aplicación de herbicidas en preemergencia como Metalaclor 1.5 – 2.0 L · ha<sup>-1</sup>, Metribuzin 2.0 – 3.0 L · ha<sup>-1</sup>, Oxyfluorfen 1.5 L · ha<sup>-1</sup> o en postemergencia Glifosato 2.0 L · ha<sup>-1</sup>.

Estudios adelantados por De Oro (2007) durante dos épocas de siembra en el valle del río Sinú, señalan que dentro de las principales arvenses que interfieren en este cultivo, se destacan como más agresivas por su densidad de población por m<sup>2</sup> (Tabla 8.1), bledo (*Amaranthus retroflexus* L), paja mona (*Leptochloa filiformis*), caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), coquito (*Cyperus rotundus*) y hierba sapo (*Euphorbia hirta* L). Estas malezas por su competencia intraespecífica e interespecífica en el aprovechamiento de recursos como CO<sub>2</sub>, nutrientes, luz o agua, causan interferencia negativa en la berenjena, llegando a reducir los rendimientos hasta en 67% y la calidad de fruto en 90%; el estudio permitió establecer como período de máxima interferencia el comprendido entre los 20 y 50 días después del transplante, razón por la cual debe hacerse buen manejo de malezas en dicho período.

**Tabla 8.1** Principales arvenses que afectan el cultivo de la berenjena en el valle del río Sinú.

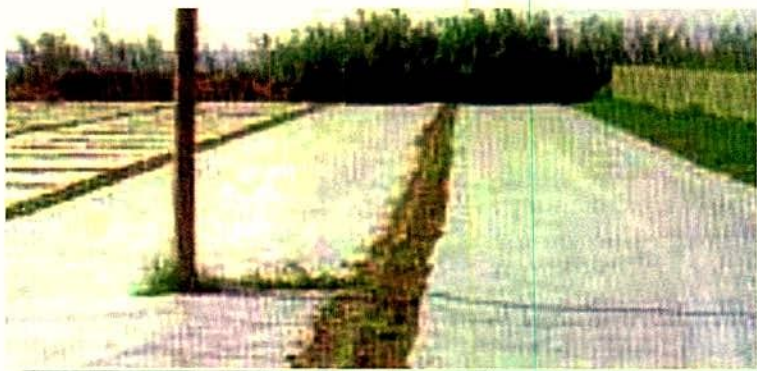
Arvenses	Densidad
<b>Hoja angosta</b>	<b>plantas/m<sup>2</sup></b>
Pasto Johnson ( <i>Sorghun halepense</i> L.)	0.3
Paja mona ( <i>Leptochloa filiformis</i> )	31.3
Caminadora ( <i>Rottboellia cochinchinensis</i> )	32.2
Liendre puerco ( <i>Echinochloa colona</i> )	9.6
Coquito ( <i>Cyperus rotundus</i> )	27.9
<b>Hoja ancha</b>	
Bledo ( <i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	45.5
Ojito santa Lucía ( <i>Commelina diffusa</i> Burut)	16.0
Hierba sapo ( <i>Euphorbia hirta</i> L.)	20.0
Lagaña perro ( <i>Boerhaavia erecta</i> Willd)	0.4
Centrosema ( <i>Centrosema</i> sp.)	11.2
Batatilla ( <i>Ipomoea tiliacea</i> )	1.2
Mentolada ( <i>Laurentia longiflora</i> )	8.4
Verdolaga ( <i>Portulaca oleracea</i> L.)	0.5
Golondrina ( <i>Euphorbia albomarginata</i> )	3.0
Balsamina ( <i>Momordica charantia</i> L.)	0.7

Fuente: De Oro (2007).



### 8.1.1 Solarización

La solarización del suelo se basa en la captación y almacenamiento de la energía solar mediante la cobertura del suelo húmedo con polietileno de un espesor variable entre 40 y 100 micras, durante el período de mayor temperatura y luminosidad (Figura 8.1). Así se produce un incremento en la temperatura del suelo suficiente para reducir las poblaciones de una amplia gama de organismos patógenos y controlar una gran variedad de malezas (Katan *et al.*, 1976; Katan, 1981; Horowitz *et al.*, 1983; Standifer *et al.*, 1984; Pullman *et al.*, 1981; González Torres *et al.*, 1993).



**Figura 8.1** Solarización para el establecimiento de cultivo de berenjena.

La efectividad de esta técnica en el control de patógenos del suelo y malezas está condicionada por las temperaturas máximas alcanzadas, la humedad del suelo y el tiempo de exposición. Bustamante *et al.* (2003), reportaron después de ocho semanas de solarización, reducción del 59% en la germinación del banco de malezas en la fracción superficial (de 0 a 10 cm) y del 2% en la capa profunda (de 10 a 25 cm). Si bien algunas especies de malezas como *Capsella bursa-pastoris*, *Cichorium intybus*, *Portulaca oleracea* y *Sisimbrium irio* parecen haber sido erradicadas en las parcelas tratadas, la solarización no fue suficiente en la mayoría de los casos para suprimir el crecimiento de las malezas a lo largo de todo el ciclo de crecimiento y fueron necesarias posteriores remociones. Defilippi *et al.* (1998) expresaron que con la solarización se logró un control de las malezas anuales tan efectivo como el obtenido con la aplicación de Metabromo 980, incluso hasta dos meses después de haber finalizado la solarización. De las malezas presentes en el lugar del ensayo, la única que se desarrolló después de dos meses de haber finalizado el tratamiento correspondió a correhuella (*Convolvulus arvensis*). Las especies con rizoma, como *Cynodon dactylon*, *Convolvulus arvensis*, *Sorghum halepensis*, *Cyperus* spp. y *Eragrostis* spp., son más tolerantes al tratamiento y a pesar de que disminuyen, no



son eliminadas totalmente. En algunos casos puede registrarse un aumento en la población de *Cyperus rotundus* (Egley, 1983) y *Digitaria sanguinalis* (Braun, 1988). Sin embargo, temperaturas extremadamente altas pueden inducir dormancia secundaria en semillas (Baskin y Baskin, 1985).

La solarización es eficaz para el control de malezas en cultivos hortícola en la etapa de almácigo, o para el control de aquellas malezas sensibles al tratamiento. Durante el cultivo es necesario complementarla con otros métodos para lograr un manejo eficiente de malezas, por lo que su principal utilidad estaría dada por la posible reducción en el uso de agroquímicos.

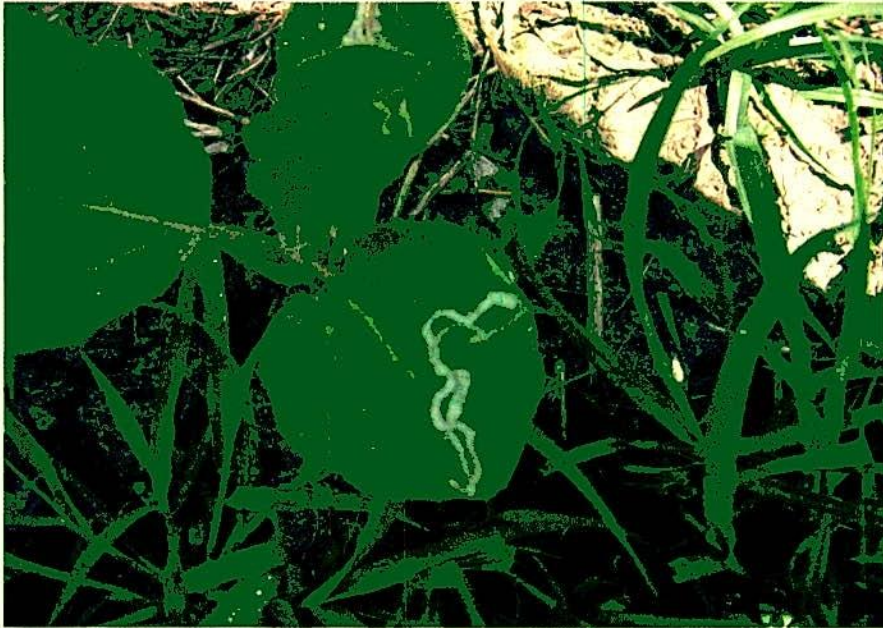
Estudios adelantados por Mahmoudpour y Stapleton (1997) en berenjena en el valle de San Joaquín de California, utilizando como mulch, plásticos de colores blanco, negro, rojo, azul, amarillo y plata, después de ocho cosechas encontraron que el plástico de color plata permitió incrementos en el peso del fruto por planta entre 42 - 65% y en el número del fruto entre 42 - 45%, con respecto al testigo y los otros colores utilizados. Así mismo, anotaron que la influencia del color del plástico sobre el crecimiento y la productividad es específica y varía con el genotipo, clima y condiciones de la estación, etc.

## 8.2 ARTRÓPODOS PLAGA

Existen varios artrópodos que atacan a la berenjena, no todos causan daños sustanciales en el cultivo; muchos de ellos causan daños leves y en tanto que otros son muy importantes por el nivel de daño que ocasionan al cultivo y, en consecuencia, generan pérdidas para el agricultor. Los métodos de control directo deben ser el último recurso, puesto que los insecticidas no diferencian entre insectos perjudiciales y fauna benéfica; el uso continuo de estos productos y de manera generalizada, conduce a errores de manejo y por lo tanto, el tratamiento debe ser puntual donde existan focos de la plaga para no afectar todo el campo de producción, no elevar costos y mejorar la competitividad del producto con menores cantidades de agroquímicos acumuladas en el fruto.

En el manejo de los artrópodos plagas deben considerarse las siguientes estrategias, para la aplicación de buenas prácticas de manejo:

- Reconocimiento de los artrópodos perjudiciales o importantes del cultivo, ya que no todos los que aparecen durante su período vegetativo son plagas. Un ejemplo lo representa el minador de las hojas (*Liriomyza trifolii*), que es una mosca del orden de los dípteros, la cual forma galerías causando una reducción de la capacidad fotosintética de la planta, y en algunos casos defoliación, pero su presencia en los cultivos es muy esporádica. Estas galerías se pueden observar en cualquier hoja afectada por este insecto, aunque no en todos los cultivos (Figura 8.2);



**Figura 8.2** Ataque del minador de las hojas (*Liriomyza trifolii*) en berenjena.

- Conocimiento de los enemigos naturales, ya que diversos insectos actúan como agentes de control biológico y pueden reducir la infestación de las plagas en los cultivos de manera gratuita. Por lo que la preservación de los mismos es muy importante;
- Muestreo de la presencia de la plaga (huevos, larvas, adultos, etc.) y sus daños, así como el monitoreo de sus enemigos naturales. Esto permite al productor un mejor conocimiento de la dinámica poblacional y así de esta manera realizar el control con los métodos alternativos;
- Implementación de estrategias de control, el empleo de productos biológicos o naturales, algunos a base de extractos vegetales, o productos químicos poco agresivos con el ambiente.

Las principales plagas que pueden atacar este cultivo, tanto por el nivel de daños como por la importancia económica del mismo, son las siguientes:

### 8.2.1 Plagas del suelo (*Spodoptera spp.*, *Phyllophaga ssp.* y *Agrotis ipsilon*)

Se destacan estas larvas porque atacan las plantas en semillero (Figura 8.3) y al momento del trasplante ocasionan daños, cortando y comiéndose las raíces de las plantas.

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
 CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
 CITA

**Figura 8.3** Larva de *Agrotis* ssp.**Control:**

- No sembrar en suelos con mal drenaje;
  - Desinfección adecuada de semilleros (solarización antes y después del transplante, agua hirviendo, etc.);
  - Retiro oportuno de residuos de cosechas o su incorporación profunda;
  - Uso de semilla certificada;
  - Adecuadas distancias de siembra;
- Insecticida natural a base de te de tabaco, ajo o insecticidas como Carbaryl (10% P.S. 10 kg en cebos), Clorpirifos, (0.8 L · ha<sup>-1</sup>).

Fuente: Infoagro (2003).

**Pulgones (*Myzus persicae* Glover y *Aphis gossypii* Sulzer)**

Son insectos que viven en el envés de las hojas, causan distorsión, amarillamientos y reducción general del vigor de la planta o en los tallos y raíces; y pueden transmitir virus (Figura 8.4). Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras, de reproducción vivípara. Las formas ápteras son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas).

**Figura 8.4** *Myzus persicae* Sulz.

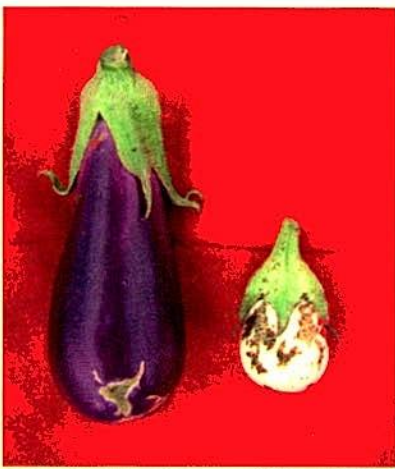


Control:

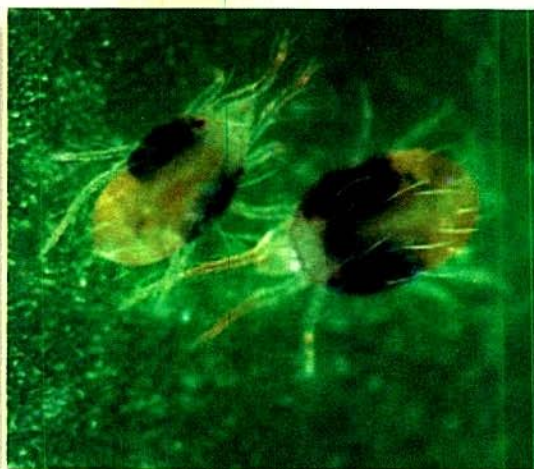
- Utilización de plántulas sanas;
- Barreras vivas (sorgo, king grass, pasto Johnson, maíz y otros);
- Incorporación de rastrojos de cosecha anterior;
- Eliminación de malezas hospederas;
- Uso de cultivos trampa;
- Aspersiones con mezclas de detergente + aceite vegetal;
- Utilización de trampas amarillas, a las que se les aplica una mezcla de vaselina industrial líquida con vaselina sólida simple, proporción 1:1 (sin olor ni color), o cualquier sustancia adhesiva;
- Depredadores como *Chrysopa sp.*, *Hipodamia*;
- Aplicar extractos vegetales: neem, ajo, cebolla, tabaco, anón, mamey y ajíes;
- Aplicar aceites, jabones y *Beauveria bassiana*;
- Insecticidas sistémicos como Oxydementon ( $0.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), Diazinon ( $1 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), Thiometan ( $0.6 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), Carbosulfan ( $4-5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ )

8.2.2 **Ácaros** (*Tetranychus urticae*, *Tetranychus evansi*, *Tetranychus luden*, *Polyphagotarsonemus latus*, *Aculops lycopersici*)

En algunas localidades constituyen las principales plagas de la berenjena. En general las altas poblaciones están asociadas a temperaturas altas y humedades relativas bajas, al igual que al uso exagerado de insecticidas que eliminan sus enemigos naturales. Completan su ciclo biológico en 10 a 14 días y tienen elevada capacidad reproductiva (Figuras 8.5 y 8.6).



**Figura 8.5** Ataque de ácaros en dos cultivares de berenjena.



**Figura 8.6** Adultos de *Tetranychus urticae*.

Fuente: Pbase (2007).

Estos ácaros son diseminados principalmente por el viento y normalmente se localizan en la parte inferior de las hojas; penetran las células vegetales severamente con su aparato bucal y remueven la savia. Las plantas dañadas muestran deformaciones y decoloraciones afectando su apariencia; hay caída de hojas, reducción de la producción y se puede llegar a la muerte de la planta. Los frutos de berenjena afectados por ácaros son pequeños y ondulados, y su cáscara presenta áreas ásperas y claras.

*Control:*

- Eliminación de plántulas infectadas;
- Eliminación 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 ( $2.0 - 2.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), Tetradifon ( $0.25 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) entre otros.

### 8.2.3 Gusanos del fruto (*Helycoperva zea*, *Neoleucinoides elegantis*)

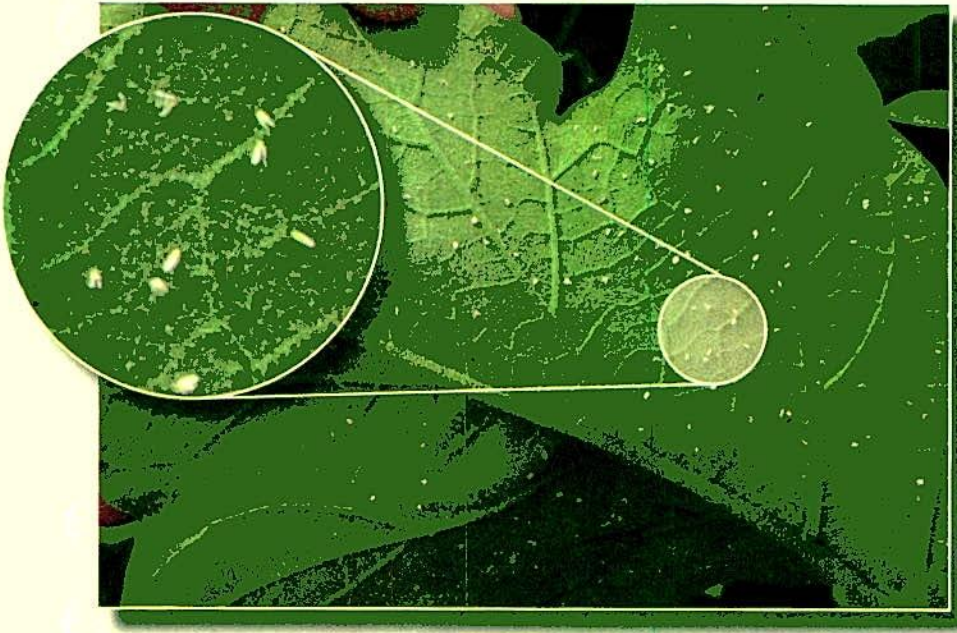
Se presentan al inicio de la floración de la berenjena. Sus posturas son realizadas en el cáliz de las flores antes de la antesis y la eclosión de las larvas ocurre dos a cuatro días después de la oviposición. Las larvas recién emergidas penetran en los frutos, por lo que no pueden ser controladas con insecticidas y se contaminan con la presencia de ellas. Cada tres días se debe inspeccionar la presencia de posturas en las inflorescencias. Las poblaciones de esta plaga puede ser controlada con la liberación de *Trichogramma spp.*

*Control:*

- Muchos parásitos naturales especialmente: *Trichogramas*, *Cotesias* y *Crisoperlas*;
- Utilización de productos como Thuricide ( $0.25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) y Dipel ( $0.5 - 1.0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ );
- Repelentes y extractos de ajo.

### 8.2.4 Mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring)

Es una amenaza para los cultivos de berenjena por su potencial biológico y ciclo de hospederos (Figura 8.7). Esta plaga es un homóptero que afecta una gran cantidad de familias botánicas. Las malezas como *Bidens pilosa*, *Nicandra physaloides*, *Solanum viarum*, *Euphorbia heterophylla* y *Datura stramonium*, son excelentes hospederas de la mosca blanca.



**Figura 8.7** Adulto de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn).

Esta plaga coloniza la berenjena a partir de cultivos como algodón, tomate, repollo y plantas ornamentales, que son constantemente sometidas a la aplicación de insecticidas extremadamente tóxicos y vive todo el tiempo en el envés de las hojas para protegerse del sol y otros factores adversos. La migración es únicamente del adulto, favorecida por el estado vegetativo de la planta y el viento. Poblaciones altas de mosca blanca en cultivos en decadencia son estimuladas a buscar plantas más jóvenes e iniciar un nuevo proceso de colonización. Períodos secos favorecen la multiplicación y expansión de la población del insecto, en cuanto que las lluvias fuertes y constantes reducen el número de individuos. El ciclo de vida de huevo a adulto tarda entre 20 a 70 días, condicionado por la temperatura, especie de la cual se alimenta y precipitación. Tienen un potencial de 15 generaciones por año. A mayor temperatura y menor precipitación, el ciclo del insecto se acorta (GTZ, 1998).

Las moscas blancas afectan severamente las plantas, ya que su aparato bucal es perforador chupador, por lo que extrae líquido del floema de las plantas, lo que le permite actuar como transmisor de enfermedades virósicas (geminivirus). Provocan alteraciones y deformaciones en las hojas, caída de flores, deformación y poco desarrollo de los frutos, trayendo como consecuencia la baja calidad de los frutos. De igual manera, este insecto genera daños indirectos por la excreción de una sustancia azucarada que recubre la hojas y sirve de sustrato para el crecimiento del hongo *Capnodium sp*, que causa la fumagina y esta interfiere el proceso de fotosíntesis, afectando los rendimientos.



*Control:*

- Producción de semilleros protegidos (tela de espuma o malla fina), para evitar la entrada del insecto y tener plántulas sanas, la cual se debe quitar dos días antes del transplante, para una mejor aclimatación de las plantas;
- Barreras vivas (sorgo, king grass, pasto Johnson, maíz y otros), para evitar que el adulto vuele a baja altura y pueda migrar a los cultivos establecidos;
- Uso de cultivos asociados. Ej.: maíz - berenjena;
- Incorporación de rastrojos de cosecha anterior;
- Eliminación de malezas hospederas;
- Aspersiones con mezclas de detergente + aceite vegetal;
- Utilización de trampas amarillas, a las cuales se les aplica una mezcla de vaselina industrial líquida con vaselina sólida simple, proporción 1:1 (sin olor ni color) y colocadas a una altura entre 25 y 80 cm;
- Depredadores como *Encarsia sp*; *Chrysopa sp.* e *Hipodamia sp*, que se alimentan de huevos, ninfas y adultos;
- Aplicar extractos vegetales: neem, ajo, cebolla, ajíes, en horas de la mañana;
- Aplicación de hongos entomopatógenos: *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces sp* y *Lecanicillium lecanii*;
- Aplicación rotativa de insecticidas como Buprofezin ( $0.6-0.75 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), Diafenthiuron ( $1.0-1.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), Tiametoxan ( $75\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

### 8.2.5 Chinche de encaje de la berenjena *Corythaica cyathicollis* (Costa).

Los adultos y ninfas viven en colonias en el envés de las hojas produciendo un punteado clorótico característico, fácilmente observable por el haz (Figura 8.8). Los huevos son encontrados en el ápice de las hojas, en los bordes y en las nervaduras centrales y secundarias, se localizan individualmente o numerosos pero no compactados, son de color café y forma de botella. El adulto es color gris o café claro y la ninfa recién emergida es hialina y posteriormente va adquiriendo una coloración amarilla pálida. El estado de huevo tarda 7 días, 10 días para ninfa y 31 días para el estado adulto (Salgado y Regino, 2001).

*Control:*

- **Rotación de cultivos;**
- Aplicación de extractos vegetales: neem, ajo, cebolla, ajíes, en horas de la mañana;
- Aplicación rotativa de insecticidas como Buprofezin ( $0.6 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), Diafenthiuron ( $1.0-1.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

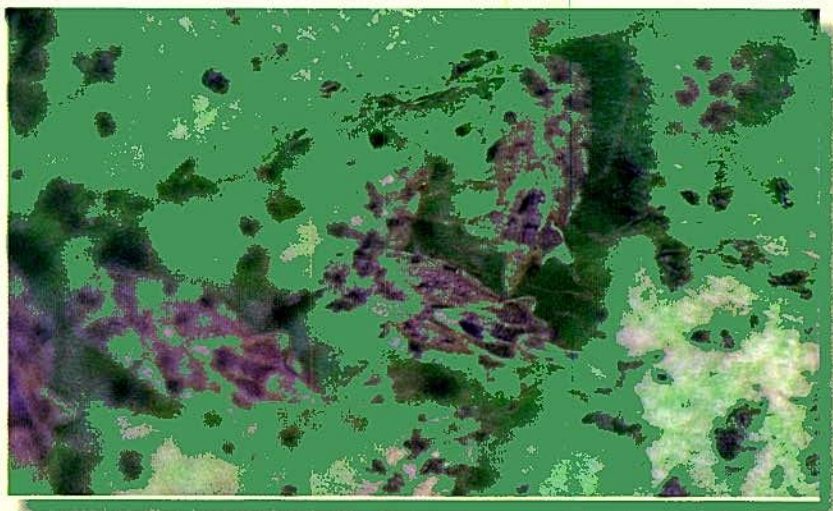


Figura 8.8. Adulto de chinche de encaje *Corythaica cyathicollis* (Costa).

### 8.2.6 Barrenador de la berenjena *Faustinus apicalis* (Faust)

Plaga de mucha importancia en los cultivos de berenjena, el adulto es de color negro o café oscuro con élitros cortos, mide medio centímetro de longitud (Figura 8.8). El ataque inicial es un amarillamiento de las hojas y las plantas no alcanzan su desarrollo normal, se observa amarillamiento en los terminales. Si el ataque es muy severo, la planta decae y tiende a secarse. Forma galerías en el tallo, donde pueden encontrarse algunas larvas (Figuras 8.9 y 8.10)

Instituto Tecnológico de Costa Rica  
 Escuela de Ingeniería Agrícola



Figura 8.9 Picudo de la berenjena *Faustinus apicalis* (Faust), alimentándose de botón floral.



Figura 8.10 Daño en tallo de berenjena causado por *Faustinus apicalis* (Faust).

Control:

- Eliminación de las plantas afectadas y quema cuando el daño es severo;
- Colección de adultos;
- Uso de cultivares resistentes;
- Aplicación de productos como: Abamectina ( $0.5-1.0 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), Diazinon ( $0.8 - 1.0 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$ )

### 8.3 ENFERMEDADES

La berenjena puede ser afectada por muchas enfermedades que pueden causar pérdidas considerables, dependiendo del cultivar sembrado, época de siembra y de las condiciones ambientales de cada localidad.

Las enfermedades que afectan la berenjena en diferentes lugares del mundo son las siguientes:

#### 8.3.1 Damping - off y Pudrición de raíz

Es causada por *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium spp.*, *Phytophthora spp.*, *Colletotrichum sp* (Figura 8.11). Puede ocurrir antes o después de la emergencia de la plántula, ya que la enfermedad causa una pudrición en la radícula y en el inicio del tallo, provocando la muerte antes de la emergencia. Cuando la enfermedad



**Figura 8.11** Síntomas de Damping - off en plántulas de berenjena.

ocurre después de la emergencia, la base es más delgada que el resto del tallo. Así mismo, las plántulas pueden ser afectadas después del transplante al campo, mostrando pudrición de las raíces o una necrosis en la base del tallo.

La enfermedad puede ocurrir en un amplio rango de temperatura, siempre y cuando haya exceso de humedad en el semillero.

Control:

- Tratamiento de la semilla con fungicidas a base de Captan, Thiran, etc;



- Uso de semillas de buena calidad. Muy pocas veces las semillas producidas por el mismo productor poseen la calidad necesaria para el éxito de un cultivo;
- Realizar la siembra en surcos y bastante ralo;
- Utilizar abonos orgánicos, buscando un equilibrio en la microflora, además de proporcionar mayor vigor a las plántulas y así escapar de la enfermedad por su rápido desarrollo;
- Usar suelo arenoso en la preparación del semillero, para no acumular exceso de humedad;
- No irrigar excesivamente el semillero, para no encharcar el suelo;
- Evitar el exceso de plántulas en el semillero, haciendo un raleo cuando se considere necesario;
- No usar semilleros en terrenos donde anteriormente ocurrió la enfermedad;
- Uso de *Trichoderma sp*;
- Hacer desinfección del suelo con agua caliente, formol (25 - 50 ml · L<sup>-1</sup>).

### **8.3.2 Pudrición por *Phytophthora***

El agente causal es *Phytophthora parasitica*. Generalmente el inóculo proviene del cultivo de lotes de zonas con abundantes lluvias o ambientes con elevada humedad relativa, evolucionando en poscosecha en épocas de temperaturas y humedad ambiental elevadas.

Se inicia con una pequeña mancha color pardo que aumenta de tamaño y se vuelve acuosa si se ve favorecida por las condiciones ambientales. Sobre la superficie desarrolla una florescencia blanca.

#### *Control:*

- Efectuar tratamientos en cultivo con fungicidas adecuados;
- Favorecer una buena ventilación de los locales de propagación y evitar los excesos hídricos o distancia entre las plantas amplias para permitir una mayor aireación.

### **8.3.3 Pudrición por *Alternaria***

El agente causal es *Alternaria tenuis*. Se manifiesta con manchas concéntricas oscuras verde-oliváceas. Las mismas evolucionan hacia el interior comprometiendo todo el fruto. Generalmente ataca tejidos debilitados. Se difunde rápidamente cuando la temperatura y la humedad ambiental son elevadas.

#### *Control:*

- Mantener un buen estado sanitario del cultivo;

- Cuando las condiciones sean propicias para la enfermedad, se pueden efectuar tratamientos preventivos con Zineb o Maneb al 2‰ (dos por mil).

### 8.3.4 Pudrición por *Botrytis*

Su agente causal es *Botrytis sp.* Sólo causa problemas de índole económica en condiciones de alta humedad y ataca los cultivos de invernadero y campo. Se presenta pudrición en las flores viejas, pasando más tarde a los frutos jóvenes, empezando el ataque por el cáliz.

*Control:*

- Uso de buena ventilación;
- Aplicación de fungicidas como Benomil (1.0-1.5 Kg · ha<sup>-1</sup>).

### 8.3.5 Pudrición por *Sclerotinia*

La infección por *Sclerotinia sclerotiorum* se inicia en el punto de bifurcación del tallo, donde se observan áreas húmedas o encharcadas. El tejido atacado presenta una coloración parda, con esclerocios, que son estructuras de resistencia del hongo de color negro y forma irregular y que sobreviven en el suelo por más de 10 años.

La parte del tallo arriba del punto de infección se marchita o seca. Bajo condiciones de alta humedad, ocurre un excesivo crecimiento de micelio de color blanco en la región afectada por la enfermedad. La pudrición puede iniciarse en la base del tallo, a partir de esclerocios del suelo, provocando marchitez y muerte de la planta (Figura 8.12). En regiones donde el hongo forma esporas, éstas infectan toda la parte aérea de la planta, en especial flores, donde se desarrollan y posteriormente caen.



**Figura 8.12** Micelio de color blanco de *Sclerotinia sclerotiorum* afectando base del tallo de berenjena.



La enfermedad es más frecuente bajo condiciones de alta humedad y temperatura en torno a los 18 a 24° C. Cultivos con mucha densidad de población reducen la aireación de las plantas y favorecen el desarrollo de la enfermedad.

*Control:*

- Usar semillas de buena calidad;
- Producción de plántulas en sustrato estéril;
- No sembrar en áreas susceptibles de encharcamiento;
- Sembrar en áreas no contaminadas con el hongo;
- Utilizar poca densidad de población para favorecer la aireación del cultivo;
- Evitar el exceso de irrigación;
- Eliminar las plantas afectadas de la planta y quemarlas;
- Uso de *Trichoderma sp*;
- Aplicación de fungicidas cuando las condiciones ambientales favorezcan la enfermedad.

### 8.3.6 Marchitez

Causada por *Sclerotium rolfsii*, *Verticillium spp.*; *Fusarium spp.* Estos patógenos del suelo son muy destructivos, pudiendo afectar los rendimientos hasta en 50% (Blet-sos, 2003), cuyo síntoma más característico es la marchitez total o solamente de un lado de la planta, que normalmente se inicia a partir del período de fructificación. La marchitez es acompañada de clorosis de las hojas más viejas y después en las hojas más nuevas. Los bordes de las hojas muchas veces adquieren un amarillamiento intenso, seguido de necrosis en forma de media luna, mucho más visible en las hojas bajas. Cuando la planta logra sobrevivir al ataque, sus frutos son pequeños y de mala calidad.

Cuando la planta es arrancada, las raíces presentan un aspecto normal, sin deformaciones o pudrición, indicando que se trata de una enfermedad vascular. En tanto que la base del tallo, después de eliminar la corteza, presenta una coloración color café y de apariencia seca en la parte vascular (Figura 8.13).



**Figura 8.13** Marchitez causada por *Fusarium spp* en planta y oscurecimiento del tejido vascular en el tallo.



La marchitez causada por *Verticillium* y *Fusarium* ocurre en ambientes de alta humedad, siendo la primera favorecida por temperaturas entre 18 a 24° C y la causada por *Fusarium* por temperaturas superiores a 35° C.

Dado que es una enfermedad del suelo, su control es muy difícil, demandando varias medidas para que no ocurran pérdidas significativas.

*Control:*

- Usar semilla de buena calidad;
- Producción de plántulas en sustrato estéril;
- Evitar altas densidades de población y usar áreas con buena ventilación;
- Sembrar en suelos bien drenados;
- No irrigar en exceso;
- Hacer solarización, especialmente si la temperatura se mantiene por encima de los 37° C;
- Eliminar las plantas enfermas del campo, para disminuir la fuente de inóculo en la próxima cosecha;
- Aplicación de cal al suelo, para reducir la incidencia del patógeno en el suelo;
- Realizar rotación de cultivos con plantas no hospederas del hongo como gramíneas;
- Usar productos a base de *Trichoderma* desde el mismo semillero y al momento del transplante. Así mismo, el uso de micorrizas *Glomus mosseae* que producen fitoalexinas, flavonoides e isoflavonoides, que causan detrimento a los patógenos.

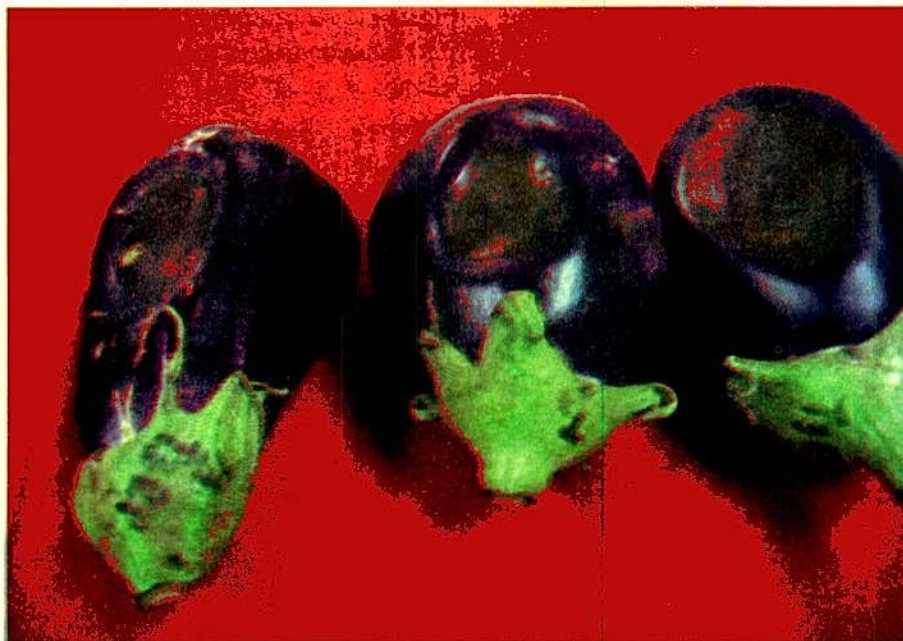
### 8.3.7 Antracnosis de fruto

Causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. Los síntomas de la antracnosis son observados principalmente en los frutos, en el campo o después de la cosecha, presentándose lesiones circulares deprimidas; bajo condiciones de altas temperaturas, se desarrolla una masa de coloración rosada, formada por la esporulación del hongo (Figura 8.14).

La enfermedad es un problema en frutos cosechados y almacenados o comercializados en ambientes húmedos. También se presenta en campo, siempre que se presente alta humedad relativa, exceso de irrigación por aspersion o mucha precipitación. La diseminación de la enfermedad se da por la salpicación del agua de lluvia o de riego sobre las lesiones esporuladas. Si el agua usada en el lavado de frutos enfermos fuese utilizada para lavar otros frutos, puede haber contaminación de todo el lote, ocasionando pudrición durante el proceso de comercialización.

*Control:*

- Usar semilla de buena calidad o retiradas de frutos sanos;
- Utilizar cultivares con resistencia genética a la enfermedad;



**Figura 8.14** Frutos de berenjena afectados por *Colletotrichum gloeosporioides*.

- Usar distancias de siembras que faciliten la ventilación entre las plantas;
- Realizar aplicaciones con productos a base de oxiclورو de cobre o mancozeb;
- Retirar los frutos enfermos del lote, los cuales deben ser enterrados profundamente o llevados lejos de la plantación;
- Destruir los restos de la plantación después de la última cosecha.

### 8.3.8 Tizón

El agente causal es *Phomopsis vexans*, un patógeno frecuente en el cultivo de berenjena. Los daños se manifiestan en el campo y más severamente en poscosecha. Es una de las enfermedades más importantes de la berenjena. En cultivo se difunde por restos vegetales infectados. La temperatura óptima para el desarrollo del hongo es de 28° C. Se observan manchas pequeñas, deprimidas, que se oscurecen y se unen; debajo de estas se observa una podredumbre esponjosa. En las zonas afectadas se observan puntuaciones negras (picnidios) que representan las fructificaciones del hongo (Figura 8.15).

#### Control:

- Eliminar plantas enfermas y secas, enterrándolas fuera de la plantación;
- Utilizar cultivares resistentes o tolerantes;



Fuente: Vía rural (2007).

**Figura 8.15** Fruto de berenjena afectado por tizón causado por *Phomopsis vexans*.

- Aplicaciones de bicarbonato de sodio y de extractos vegetales como (ricino o higuera, neem, corteza de sauce);
- Cultivo con rotaciones o control químico con Maneb, Zineb o Captan al 2‰ (dos por mil). Algunos cultivos son tolerantes a *Phomopsis*.

### 8.3.9 Pudrición mohosa

Causada por *Rhizopus stolonifer*, es un patógeno estricto de poscosecha, que solo es capaz de penetrar al fruto a través de heridas. Se presenta una mancha de color pardo que se extiende rápidamente. Generalmente la epidermis se mantiene intacta y los tejidos internos húmedos y blandos. Si la epidermis se rompe aparecen las fructificaciones del hongo, de color oscuro.

*Control:*

- Evitar dañar los frutos tanto en cultivo como durante las labores de poscosecha;
- Desinfectar los envases con formol al 1% o hipoclorito de sodio.

### 8.3.10 Pudrición blanda

Causada por *Erwinia carotovora* se manifiesta como una pudrición acuosa de olor fétido, que avanza rápidamente. Las altas temperaturas estivales como así también los tejidos debilitados por otras enfermedades, favorecen el desarrollo de esta bacteria. Es necesaria una herida para que este patógeno se desarrolle.

*Control:*

- Mantener un buen estado sanitario del cultivo;
- Evitar los excesos de fertilización nitrogenada e impedir los daños durante el manejo de poscosecha;
- Aplicaciones de sulfato de estreptomicina antes de la cosecha son efectivas para su prevención;
- Desinfectar los envases con formol o hipoclorito de sodio.

### 8.3.11 Tomato Mosaic Virus (TMV)

Es un virus extremadamente infeccioso y fácilmente transmitido de una planta afectada u otra fuente de virus para plantas sanas por simple contacto de mano, herramientas, ropa y hasta animales.



Los síntomas típicos corresponden a un moteado internerval, mosaico y distorsión de hojas, variando los síntomas en intensidad con las condiciones ambientales. Los frutos en estado "pintón" desarrollan un amarronamiento interno.

Las semillas cosechadas de plantas infectadas pueden llevar el virus y a partir de ahí, ser transmitido mecánicamente a otras plantas del cultivo.

*Control:*

- Tratamiento de la semilla con una solución de fosfato trisódico al 10% durante una hora, seguido de lavado con agua corriente;
- Siembra directa en vasos individuales, reduce la oportunidad de diseminación;
- Las personas responsables del semillero no deben fumar y deben lavarse bien las manos con abundante jabón.

### **8.3.12 Tomato Spotted Kilt Virus (TSWV)**

Las hojas se enrollan, presentando bronceado completo o en anillos. Los frutos se deforman, pudiendo presentar círculos concéntricos. En frutos maduros la piel tiene tonalidad variable.

### **8.3.13 Ringspot (Tobacco Ringspot Virus)**

Se observa la formación de anillos necróticos en las hojas. Es transmitido por herramientas, semillas, nematodos, insectos.

### **8.3.14 Virus Mosaico de la papa (Potato Virus M.)**

Este virus, transmitido por áfidos, se presenta en su hospedante en forma de moteados y enrollamiento internerval.

### **8.3.15 Golpe de sol**

Las quemaduras del sol pueden producirse en cualquier cultivo, si los frutos verdes quedan expuestos a la acción de los rayos solares debido a poda, volcamiento natural de la planta por la carga de los frutos y pérdida de follaje por enfermedades.

El primer síntoma es una zona blancuzca, brillante, ampollada. Los tejidos dañados van secándose, la lesión se hunde un poco, puede tomar un color amarillento y a menudo se arrugan.

## 8.4 NEMATODOS

Los nematodos fitopatógenos son invertebrados, pertenecientes al Phylum Nematoda. Los órdenes Tylenchida y Dorylaimida comprenden los parásitos de plantas que poseen una estructura morfológica común, el estilete, con el cual perforan las células vegetales.

La gran mayoría de los nemátodos parásitos de plantas varían de longitud, la cual oscila entre 0.5 a 2.0 mm. El diámetro del cuerpo mide entre 15 a 20 micras; que los torna prácticamente invisibles al ojo humano.

Los daños causados por los nemátodos en plantas dependen de muchas variables que incluyen especie, densidad de la población, susceptibilidad de la planta hospedera y factores ambientales como temperatura, humedad, textura y composición química del suelo. Las temperaturas del suelo debajo de 15° C inactivan los nematodos y arriba de 35° C causan mortalidad.

### 8.4.1 Agallas de las raíces

En el valle del Sinú, de acuerdo con Martínez y Palacios (2001), los géneros que predominan corresponden a *Scuettellonema sp*, *Haplolaimus sp*, *Criconemoides sp*, *Tylenchus sp*, y *Meoidogyne sp*. Las plantas afectadas presentan síntomas de deficiencia mineral, achaparramiento y un poco frecuente, marchitez parcial o total, porque las raíces quedan damnificadas comprometiendo la absorción de agua y nutrientes. Las raíces afectadas muestran deformaciones en forma de agallas, abultamientos o nódulos, que pueden podrirse si el ataque del nematodo es intenso, algunas veces en asociación con hongos del suelo (Figura 8.16).

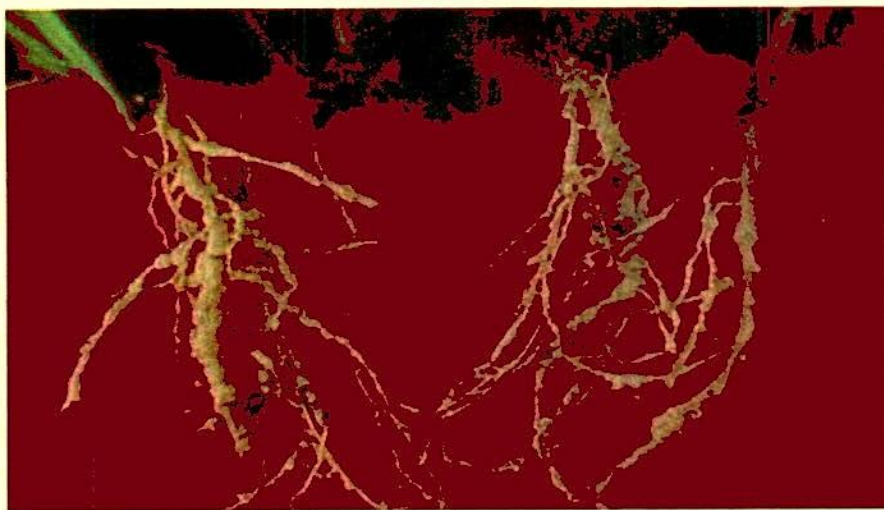


Figura 8.16 Ataque de nematodos damnificando raíces.



La mayoría de los daños son observados en condiciones de alta temperatura y alta humedad, en suelos arenosos, condiciones que favorecen una rápida multiplicación del patógeno.

*Control:*

- Eliminación de plantas hospederas;
- No usar plántulas provenientes de suelos contaminados;
- No sembrar en suelos contaminados;
- Utilizar cultivares resistentes;
- Solarización del suelo antes del transplante, al menos por 30 días;
- Evitar el exceso de agua en el suelo;
- Incorporar materia orgánica en el suelo, con el fin de aumentar su población microbiana para favorecer el control biológico de nematodos;
- Rotación de cultivos con gramíneas o con crotalaria por dos o tres años;
- Uso de plantas tóxicas como nim;
- Uso de hongos nematófagos como: *Arthrobotrys sp.*, *Dactylella sp.*, *Daclaria sp.* y *Paecilomyces lilacinus*.

## 8.5 VERTEBRADOS

En el valle del río Sinú se presentan una serie de aves que se alimentan de los cultivos, atacan flores, frutos y granos, causan perjuicios en la calidad, incrementan costos y por ende afectan la economía agrícola de la región.

### 8.5.1 Papayero (*Saltador coerulenscens*).

Esta ave se alimenta tanto de botones florales como de frutos en sus diferentes estados de desarrollo, prefiere los frutos de colores oscuros antes que los de color blanco, los cuales perfora con su pico (Figura 8.17), lo cual predispone al ataque de enfermedades. Su daño se inicia por los bordes del cultivo.



**Figura 8.17** Ataque del papayero (*Saltador coerulenscens*) en fruto próximo a cosechar.



## 8.6 SUSTANCIAS INSECTICIDAS, FUNGICIDAS Y REPELENTES

Varias especies vegetales pueden ser usadas en el manejo del cultivo (Duran *et al.*, 2003; Souza y Resende, 2006), destacándose las siguientes:

### Extracto de Nim (*Azadirachta indica*)

El principio activo es la Azadirachtina, que actúa como repelente, insecticida, fungicida, inhibidor del crecimiento y causa pérdida del apetito en muchos insectos y muerte por consumo.

#### Receta 1

- 5 kg de semillas secas y molidas.
- 5 L de agua.
- 10 g de jabón.

Colocar los 5 kilogramos de semillas de nim molidas en un saco de tela, amarrar y colocar en los 5 litros de agua. Después de 12 horas de remojo, colar y disolver los 10 gramos de jabón en este extracto. Mezclar bien y adicionar agua hasta completar los 500 litros de la preparación. Aplicar sobre las plantas afectadas, inmediatamente después de la preparación.

#### Receta 2

- 25 – 50 g de semilla.
- 1 L de agua.
- Despulpas los frutos, secan las semillas a la sombra por 3 a 4 días, molerlas y dejar en remojo (dentro de un saco de tela) en 1 litro de agua por 24 horas. Colar y aplicar sobre las plantas infectadas.

#### Receta 3

- 2 kg de hojas verdes o frutos enteros.
- 15 L de agua.
- Licuar las hojas y frutos de nim, con un poco de agua. Dejar en reposo por una noche con un poco más de agua. Antes de aplicar filtrar y diluir hasta completar los 15 litros de agua. Puede ser almacenado en fresco y lugar oscuro por 3 días.

Puede ser usado contra los siguientes problemas fitosanitarios:

Plagas: Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), pulgones (*Aphis gossypii*), mosca minadora (*Liriomyza sativae*), nematodos (*Meloidogyne javanica* y *Meloidogyne incognita*).



Enfermedades: marchitez causada por *Rhizoctonia solanani*, *Fusarium sp* y *Sclerotium rolfsii*.

### **Extracto de ajo (*Allium cepa*)**

Existen diferentes formulaciones y se usa como repelente, pesticida, bactericida, fungicida y nematocida. Su efectividad es corta, tan solo un día, por lo que su aplicación debe ser inmediata.

#### *Receta 1*

- 3 cabezas de ajo.
- 1 cuchara grande de jabón de coco picado.
- 2 cucharas soperas de parafina líquida.

Triturar las cabezas de ajo con la parafina líquida. Diluir este preparado en 10 litros de agua con el jabón de coco. Aplicar de manera inmediata.

#### *Receta 2*

- 100 g de ajo.
- 0.5 L de agua.
- 10 g de jabón de coco.
- 2 cucharas de aceite mineral.

Los dientes de ajo deben ser finamente molidos y dejados en reposo por 24 horas en 2 cucharas de aceite mineral. Así mismo, disolver 10 gramos de jabón de coco en 0.5 litros de agua. Posteriormente, mezclar todos los ingredientes y filtrar. Antes de usar el extracto, este debe ser diluido en 10 litros de agua.

#### *Usos*

El extracto de ajo puede ser usado como repelente de insectos, bacterias, hongos, nematodos e inhibidor de la digestión de varios insectos.

### **Extracto de tabaco (*Nicotiana tabacum*)**

Este extracto posee una efectividad hasta de 4 días y mata por contacto, consumo o inhalación.

#### *Receta*

- 2 cigarrillos completos.
- 4 L de agua.



Eliminar el papel de los 2 cigarrillos y se colocan a hervir en 1 litro de agua, posteriormente cuando ya está frío, se adicionan 3 litros de agua. Filtrar el extracto y hacer la aplicación inmediatamente.

#### Usos

Tiene uso en el control de áfidos, trips, mosca blanca, pulgones y larvas de muchos insectos.

#### **Extracto de barbasco** (*Tephrosta toxicaria*; *Tephrosta cinérea*)

Puede ser utilizado en varios preparados para el control de varias plagas y actúa bloqueando el ciclo de Krebs. Es compatible con azufre para el control de enfermedades y este aumenta el poder insecticida del barbasco.

#### Receta 1

- 60 g de polvo de raíz de barbasco.
- 11 L de agua fría.
- 100 g de jabón.
- 1 cucharada de soda cáustica.

Preparar la mezcla de jabón mezclando el jabón con 1 litro de agua. Adicionar una cucharada de soda cáustica. Colocar al fuego, agitando de manera lenta y constante con una cuchara de palo, hasta lograr la dilución de la mezcla. Retirar del fuego y dejar en reposo hasta quedar tibia. Unir la mezcla anterior con 60 gramos de barbasco, 10 litros de agua y aplicar de manera inmediata.

#### Receta 2

- 0.5 kg de hojas de barbasco.
- 10 L de agua.

Macere 1 libra de hojas y con la ayuda de una franela y agua, exprima y saque el extracto. Diluya 4 onzas de este extracto o jugo en 10 litros de agua y aplíquelo sobre las plantas infectadas.

#### Usos

Su aplicación permite el control de pulgones, mosca blanca y chinches.

#### **Extracto de mamey** (*Mammea americana*)

Su acción es por contacto y por consumo en el control de muchas plagas y su efectividad es hasta por 4 días.

*Receta*

- 1 kg de polvo de semilla seca.
- 100 L de agua.
- 1 L adherente.

1 kilogramo de polvo de semilla seca de mamey, se disuelve en los 100 litros de agua y posteriormente se adiciona 1 litro de adherente. Realizada la mezcla, se deja por 24 horas en reposo a temperatura ambiente.

*Usos*

Su uso permite el control de áfidos, hormigas y larvas de diferentes insectos

**Extracto de ají picante (*Capsicum sp*)**

Es un veneno para el control de insectos que lo consumen por ingestión.

*Receta*

- 100 g de ají picante.
- 6 L de agua.
- 1 barra de jabón.

Los 100 gramos de ají macerados se diluyen en primera instancia en 1 litro de agua y en la barra de jabón. Se deja en reposo durante una noche y posteriormente se adicionan los 5 litros de agua restante.

*Usos*

Sirve para el control de hormigas y larvas de muchos insectos.

**Extracto de pimienta del reino (*Piper nigrum*), ajo (*Allium sativum*) y jabón***Receta*

- 100 g de pimienta del reino.
- 2 L de alcohol.
- 100 g de ajo.
- 50 g de jabón neutro.
- 20 L de agua.

En una botella mezclar 100 gramos de pimienta del reino con 1 litro de alcohol y dejar en reposo por una semana. Al mismo tiempo, preparar otra botella



con 100 gramos de ajo y 1 litro de alcohol. Después de 1 semana, disolver 50 gramos de jabón neutro en 1 litro de agua caliente. Al momento de la aplicación, unir las tres partes en la siguiente proporción: 200 ml de la botella que contiene pimienta del reino, más 100 ml de la botella que contiene ajo y toda la solución que contiene el jabón pueden ser diluidos en 20 litros de agua. La aplicación debe ser realizada en las horas más frescas del día.

### Usos

Diferentes plagas del cultivo de las Solanaceas

### **Harina de trigo**

#### Receta

- 1 cucharada sopera de harina de trigo.
- 1 L de agua.

Mezclar la harina de trigo con el agua y agitar muy bien para una buena disolución. Aplicar de manera inmediata y con una bomba manual dirigiendo la boquilla hacia donde están los pulgones, chinches y la mosca blanca. Al secar el líquido, los insectos quedaran inmovilizados.

### **Extracto de cebolla (*Allium cepa*), ajo (*Allium sativum*) y vinagre**

#### Receta

- 1 cabeza grande de cebolla roja.
- 4 dientes de ajo.
- 2 L de agua.
- 1 taza de vinagre.

La cabeza de cebolla se macera o licua con los cuatro dientes de ajo en 2 litros de agua, luego se adiciona a esta mezcla la taza de vinagre, se vuelve a mezclar bien, se filtra y se aplica inmediatamente con una bomba manual.

### Usos

Mosca blanca, chinches, trips y minador

### **Extracto de higuera (*Ricinus communis*) y ajo (*Allium sativum*)**

#### Receta

- 2 kg de semilla.



- 4 cabezas de ajo.
- 3 L de agua.

Macerar los 2 kilogramos de semilla de higuera junto con las 4 cabezas de ajo en un poco de agua. Posteriormente, adicionar 3 litros de agua y almacenar durante 8 días, agitando por 2 minutos en cada día. Colar y mezclar 500 cc del extracto con 20 litros de agua y realizar las aplicaciones.

### *Usos*

Muchos insectos plagas de la berenjena.

En la aplicación de los insecticidas biológicos deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones, para evitar riesgos en el operario:

- No permitir el contacto con la piel y ojos del operario.
- El operario debe bañarse después de cada aplicación.
- Debe aplicarse en horas de la tarde o en días nublados.



## Capítulo 9.

# NUTRICIÓN MINERAL

La berenjena, al igual que el tomate, prefiere suelos francos, ricos en materia orgánica, profundos y con pH entre 5.5 y 6.8, ya que en suelos ácidos se presentan problemas relacionados con la deficiencia de calcio y de magnesio (Aizperrutia, 1965; Serrano, 1976; Embrater, 1979).

### 9.1 MUESTREO Y ANÁLISIS DEL SUELO Y FOLIARES

Para diseñar un programa de fertilización adecuado, se debe tener el conocimiento previo del nivel de fertilidad del suelo y el estado nutricional de la planta, de acuerdo con su edad; por lo tanto, es recomendable realizar muestreos de suelos y follaje, para que el laboratorio de suelos y nutrición mineral determine las carencias, a nivel macro y de microelementos; analizar, interpretar y recomendar el plan de fertilización más apropiado a la condición particular del suelo de cada finca (Vifinex, 2001; Infoagro, 2003).

### 9.2 CORRECCIÓN DEL pH DEL SUELO

Los suelos de acidez elevada presentan menor agregación, lo que determina una disminución en la permeabilidad y la aireación. Esto se debe a que los cationes divalentes actúan a través de puentes catiónicos como vínculo entre cristales de arcilla y aun entre ellas y otras partículas, de modo que promueven la formación de la estructura. En suelos donde predominan arcillas del tipo 2:1, el 80% de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) debería estar saturada con Ca y/o Mg para manifestar una adecuada estructura.

Para neutralizar la acidez y elevar los contenidos de calcio y magnesio, es necesaria la incorporación de enmiendas en el suelo, con dos a cuatro meses de anticipación a la respectiva siembra. La cantidad va a depender de la acidez del suelo y del contenido de calcio y magnesio existente, de acuerdo con el análisis de suelo (Serrano, 1976; Magra y Ausilio, 2004).



### 9.2.1 Neutralización de la acidez.

Las enmiendas son productos de naturaleza mineral u orgánica que al incorporarse al suelo modifican favorablemente sus propiedades físicas y/o químicas, sin tener en cuenta su valor como fertilizantes. El término enmienda incluye a los correctivos de la acidez del suelo.

La corrección de la acidez supone la neutralización de los hidrogeniones de la solución del suelo y el desplazamiento de aquellos ubicados en sitios de intercambio del complejo por bases metálicas, típicamente el Calcio.

Para este efecto se utilizan correctivos tales como: hidróxidos, carbonatos y óxidos de Calcio y Magnesio. Como los más frecuentes son los primeros, es de uso corriente el término encalado.

El carbonato de calcio puro es el producto de referencia de todos los materiales utilizados para el encalado de suelos, y por ello se le asigna un valor de neutralización igual a 100, parámetro también conocido como equivalente carbonato de calcio. El peso molecular del carbonato de calcio es 100 y el correspondiente al carbonato de magnesio es 84, ambas moléculas neutralizan dos hidrogeniones pero debido al diferente peso molecular se requieren 119 Kg de  $\text{CaCO}_3$  para igualar el efecto de 100 Kg de  $\text{MgCO}_3$  puro, por ello el equivalente carbonato de calcio para este último correctivo es 119. Para efectos prácticos, un correctivo con menor valor de neutralización requerirá más cantidad de producto comercial para corregir un determinado nivel de acidez.

El carbonato de calcio o de calcio y magnesio puro no se encuentran en el mercado, por lo que se utiliza la molienda del producto obtenido de yacimientos con extracción a cielo abierto, donde su calidad depende de las impurezas que contiene el mineral. El Hidróxido de Calcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), cal apagada o cal hidratada, es un producto pulverulento que se origina a partir de la hidratación del óxido de calcio y reacciona con mayor velocidad que los carbonatos por su mayor solubilidad.

El óxido de Calcio ( $\text{CaO}$ ) o cal viva, es un producto cáustico que presenta una rápida reacción en el suelo, pudiendo provocar la esterilización parcial del mismo. Es un polvo blanquecino que se produce por calcinación de la caliza cálcica y su pureza depende de la calidad del material primario (Embrater, 1979; Magra y Ausilio, 2004).

La acidez es medida por el contenido de aluminio libre en el suelo y es dada en:  $\text{meq} \cdot \text{Al}^{3+} \cdot (100\text{g})^{-1}$ .

El suelo no debe tener aluminio libre, su valor debe estar próximo a cero.



Índices de aluminio libre en el suelo:

- Acidez baja:  $0 - 0.3 \text{ meq} \cdot \text{Al}^{3+} \cdot (100\text{g})^{-1}$
- Acidez media:  $0.4 \text{ a } 1.0 \text{ meq} \cdot \text{Al}^{3+} \cdot (100\text{g})^{-1}$
- Acidez alta: mayor a  $1.0 \text{ meq} \cdot \text{Al}^{3+} \cdot (100\text{g})^{-1}$

Cada vez que el suelo registre acidez, es necesario neutralizarlo con el uso de cal.

El cálculo es el siguiente.

- $1 \text{ meq} \cdot \text{de } \text{Al}^{3+}$  es neutralizado con 2 t de cal

Por ejemplo:

Suelo con  $0.7 \text{ meq} \cdot \text{Al}^{3+} \cdot (100\text{g})^{-1}$

Si 2 t neutralizan  $1 \text{ meq} \cdot \text{Al}^{3+} \cdot (100\text{g})^{-1}$

X t neutralizan  $0.7 \text{ meq} \cdot \text{Al}^{3+} \cdot (100\text{g})^{-1}$

De esta manera:

$$X \text{ t.} = \frac{2 \times 0.7}{1} = 1.4 \text{ t de cal.}$$

1.4 t de cal son necesarias para neutralizar la acidez de un suelo cuyo pH registre  $0.7 \text{ meq} \cdot \text{Al}^{3+} \cdot (100\text{g})^{-1}$ .

### 9.2.2 Aumento del contenido de calcio y magnesio

Los suelos necesitan un contenido mínimo de calcio y magnesio para el desarrollo normal de las plantas (Embrater, 1979). El contenido mínimo de calcio y magnesio es de 2 meq por 100 g de suelo, resultados inferiores ameritan elevar el contenido, a través de la aplicación de cal.

Índices de calcio y magnesio en el suelo:

- Bajo:  $0 - 2.0 \text{ meq} \cdot \text{de } \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} (100 \text{ g})^{-1}$
- Medio:  $2.1 - 5.0 \text{ meq} \cdot \text{de } \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} (100 \text{ g})^{-1}$
- Alta: mayor a  $5 \text{ meq} \cdot \text{de } \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} (100 \text{ g})^{-1}$

Cuando las determinaciones son separadas, los índices son:

Calcio:

- Bajo:  $0 - 1.5 \text{ meq} \cdot \text{de } \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} (100 \text{ g})^{-1}$



- Medio: 1.6 a 4.0 meq • de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  (100 g)<sup>-1</sup>
- Alto: mayor a 4.0 meq • de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  (100 g)<sup>-1</sup>

Magnesio:

- Bajo: 0 – 0.5 meq • de  $\text{Mg}^{2+}$  (100 g)<sup>-1</sup>
- Medio: 0.6 a 1.0 meq • de  $\text{Mg}^{2+}$  (100 g)<sup>-1</sup>
- Alto: mayor a 1.0 meq • de  $\text{Mg}^{2+}$  (100 g)<sup>-1</sup>

El cálculo es muy simple:

Basta restar a las 2t, el contenido de calcio y magnesio del suelo. La diferencia corresponde a la cantidad de cal a aplicar.

Un suelo que tenga 0.8 meq • de  $\text{Ca}^{2+}$  (100 g)<sup>-1</sup> y 0.2 meq • de  $\text{Mg}^{2+}$  (100 g)<sup>-1</sup>.

- a. Sumamos los contenidos de :  $0.8 + 0.2 = 1.0$
- b. Restamos de 2.0 t:  $2.0 - 1.0 = 1.0$
- c. Se necesita 1t de cal para corregir el contenido de calcio y magnesio.

Si el contenido de calcio y magnesio es superior a 2 meq • (100 g)<sup>-1</sup> de suelo, no es necesaria la aplicación de cal para elevar el contenido de calcio y magnesio.

### 9.2.3 Cantidad de cal

La cantidad de cal para neutralizar la acidez, más la cantidad necesaria para aumentar la cantidad de calcio y magnesio, corresponde a la cantidad total de cal necesaria para corrección del suelo (Embrater, 1979).

Continuando con el ejemplo anterior, se tiene:

- Contenido de  $\text{Al}^{+++}$  - 0.7 meq • (100 g)<sup>-1</sup> – cantidad de cal 1.4 t.
- Contenido de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  - 0.8 meq + 0.2meq = 1.0 meq • (100 g)<sup>-1</sup> de suelo – cantidad de cal 1.0 t.

Total de cal para la corrección del suelo:

$1.4 \text{ t} + 1.0 \text{ t} = 2.4 \text{ t}$  considerando una enmienda con un poder de neutralización de 100%.

### 9.2.4 Forma de la aplicación.

Una buena distribución del correctivo en el suelo es esencial para su reacción, por lo que la distribución al voleo en cobertura y el mezclado en la capa arable con



implementos de discos luego de la aplicación, brinda la mayor eficiencia. El arado tiende a ubicar el producto de encalado en el fondo de la capa arable, por lo que no resulta un implemento adecuado.

En sistemas de no remoción de suelo, como la siembra directa, la alternativa es la aplicación en bandas o al voleo en superficie, siendo en este caso la reacción más lenta y no tan completa, por lo que deberán seleccionarse correctivos de alta solubilidad.

El uso de cal granulada en mezcla con fertilizantes en aplicaciones en banda localizada conlleva algunos aspectos desfavorables, ya que el calcio reacciona con los fosfatos solubles disminuyendo significativamente su aporte de fósforo inmediatamente disponible, además la cal reacciona produciendo volatilización de amoníaco si en la banda se aplicaron fertilizantes nitrogenados amoniacales (Magra y Ausilio, 2004).

### **9.2.5 Momento de la aplicación**

Para que el correctivo produzca el efecto deseado debe ser aplicado 2 a 4 meses antes de la implantación del cultivo, según la solubilidad del producto utilizado. Durante el primer año de la aplicación la reacción progresa rápidamente pero conforme pasa el tiempo declina gradualmente. Generalmente el pH máximo resultante del encalado se alcanza entre el segundo y tercer año de la aplicación, esta práctica no corrige permanentemente la acidez del suelo, ya que la exportación de bases por las cosechas, la lixiviación de bases producida por las precipitaciones y el efecto de fertilizantes que contiene o forman amoníaco, son responsables del retorno a los valores de acidez que tenía el suelo antes del encalado. Por lo tanto, es recomendable efectuar análisis de suelo de control, con el fin de diagnosticar la oportunidad para efectuar un encalado de mantenimiento.

## **9.3 NUTRICIÓN MINERAL**

### **9.3.1 Síntomas de deficiencias minerales.**

De acuerdo con De Oliveira *et al.* (1988) y Ribero *et al.* (1998), los síntomas de las deficiencias de minerales más comunes en la berenjena son los siguientes:

- **Nitrógeno:** amarillamiento de las hojas viejas. En casos severos la planta presenta una clorosis generalizada y las hojas reducen su tamaño. Igualmente reducción del crecimiento de la parte aérea, el tallo delgado, con malformación de flores y frutos, y frutos de tamaño pequeño.
- **Fósforo:** crecimiento lento de la planta y menor desarrollo de raíces. Las hojas adquieren una coloración verde oscura más intensa que la coloración de las hojas normales y caen prematuramente. La deficiencia provoca caída de flores



y reducción de la producción, pudiendo en algunos casos no formar frutos.

- **Potasio:** clorosis en los bordes de las hojas más viejas, que avanza en dirección al limbo foliar. Con la persistencia las partes cloróticas se tornan necróticas. Los frutos son susceptibles a *Botrytis cinerea* Pers, menos firmes y su sabor es alterado. Un exceso puede causar desequilibrio en la nutrición, ya que dificulta la absorción de Ca y Mg.
- **Calcio:** amarillamiento de los bordes en dirección a las nervaduras de las hojas nuevas, que no se desarrollan bien. La floración y la producción de frutos son drásticamente reducidas. De la misma manera, los frutos formados presentan pudrición apical.
- **Magnesio:** su deficiencia ocasiona clorosis. Las hojas se tornan amarillas desde el borde al interior, entre las nervaduras (clorosis marginal), siendo las hojas basales las más afectadas.
- **Azufre:** clorosis de las hojas nuevas y pérdida de brillo de los frutos.
- **Boro:** plantas jóvenes en pleno desarrollo cesan su crecimiento, las hojas inferiores son de aspecto coriáceo, en tanto que las superiores son quebradizas, brillantes, arrugadas y amarillas, hojas apicales pequeñas, deformadas, con muerte de la yema apical. Pocas raíces. Los entrenudos del tallo principal son cortos y en el inicio de la producción, las plantas presentan botones florales secos, que se caen con suma facilidad. Las yemas terminales y axilares mueren. Los frutos presentan lóculos abiertos.
- **Cobre:** las plantas nuevas interrumpen su crecimiento y desarrollo; reducción de los entrenudos, hojas pequeñas y arrugadas. Manchas cloróticas pequeñas, distribuidas por toda la parte aérea del limbo de las hojas superiores, incluyendo las nervaduras. Las hojas inferiores se tornan amarillas y se desprenden con facilidad. Pocos frutos y pequeños. Las plantas presentan pocos botones florales.
- **Cinc:** parálisis del crecimiento y desarrollo de las hojas más nuevas, que presentan un aspecto coriáceo, pequeñas, en forma de concha, destacando las nervaduras. La planta presenta un tallo delgado con entrenudos cortos. Las hojas aparecen en pequeño número y no se desarrollan bien. Se presenta un derrame de flores, con ausencia de cáliz y muy pocas alcanzan la antesis. Frutos pequeños, mal formados y con coloración desuniforme.
- **Hierro:** la deficiencia se manifiesta antes de la floración o en el período de maduración del fruto, caracterizada por un amarillamiento de las hojas inferiores, que se secan y permanecen en la planta. Las hojas intermedias son amarillas con nervaduras de coloración verde claro y las superiores presentan manchas amarillas entre las nervaduras y florecimiento normal. Floración y producción de frutos normales.
- **Molibdeno:** las plantas presentan los síntomas de carencia cuando están en plena producción de frutos. Las hojas inferiores son de tamaño normal y coloración amarilla; las hojas intermedias y superiores son irregulares.
- **Manganeso:** los síntomas se manifiestan inicialmente en la floración, que son defectuosas, ya que los pétalos se desprenden fácilmente. Flores defectuosas,



con pétalos frágiles. Hojas superiores pequeñas y onduladas; nervaduras de color blanquecino y saliente con limbo arrugado. Frutos pequeños, defectuosos y producción insignificante.

### 9.3.2 Fertilización

La fertilización debe hacerse con base en los resultados del análisis de suelo y foliar, atendiendo las recomendaciones técnicas del asesor agrícola. El cultivo de la berenjena es exigente en fósforo y potasio, ya que muestra preferencias por estos elementos; en tanto que con el nitrógeno, debe tomarse mucho cuidado para evitar un excesivo desarrollo vegetativo (Tablas 9.1 y 9.2).

**Tabla 9.1.** Recomendaciones de fósforo y potasio en varios niveles en el suelo para un rendimiento de 14.000 a 21.000 kg · ha<sup>-1</sup>.

Fósforo (P)				Potasio (K)		
Nivel relativo	Bray (ppm)	Olsen (ppm)	Fertilizante aplicar ( P )	Nivel relativo	Potasio (ppm)	Fertilizante aplicar (K)
Muy bajo	< 1	0-3	320	Muy bajo	0-50	320
Bajo	1-2	3-6	240-320	Bajo	51-100	240
Mediano	3-8	7-10	160	Mediano	101-150	160
Alto	8-28	11-21	0-160	Alto	151-250	0
Muy alto	> 28	>21	0	Muy alto	>251	0

Fuente: Ribero *et al.* (1998).

**Tabla 9.2** Niveles de nutrientes normales en hoja de berenjena

Macroelementos (% s.m.s.)					Microelementos (ppm)				
N	P	K	Mg	Ca	Fe	Mn	Cu	Zn	B
3,5-5,5	0,4-0,9	3,5-5,5	0,4-1	2,4-3,6	100-240	90	10-20	20	25

Fuente: Infoagro (2003).

Zornoza *et al.* (1995) señalan que las diferencias varietales inciden en la toma, acumulación, translocación y uso de nutrientes; por lo que algunos cultivares pueden ser más exigentes que otros y demandan un ajuste en las cantidades de fertilizantes, de acuerdo con las características genéticas de cada cultivar, para así contribuir con la reducción de los costos de producción.

Actualmente se emplean básicamente dos métodos para establecer las necesidades de abonado: en función de las extracciones del cultivo, sobre las que existe una amplia y variada bibliografía, y en base a una solución nutritiva "ideal", a la que se ajustarán los aportes previo análisis de agua. Este último método es el que se emplea en cultivos hidropónicos, y para poder llevarlo a cabo en suelo o en arenado,



requiere la colocación de sondas de succión para poder determinar la composición de la solución del suelo mediante análisis de macro y micronutrientes, CE y pH.

### ***Nitrógeno (N)***

La dosis de nitrógeno oscila entre 200 y 250 kg · ha<sup>-1</sup> y se debe dividir en 2 aplicaciones: la primera (50%) a los 10 días después del transplante y una segunda (50%) a los 30 días después de la primera. No debe abusarse del exceso de nitrógeno porque conduce a un exagerado desarrollo vegetativo, con poca formación de flores y frutos.

Los fertilizantes de uso más extendido son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato monopotásico, fosfato monoamónico, sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo costo y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los abonos simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo (Infoagro, 2003).

### ***Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)***

El fósforo se aplica en su totalidad, con la primera aplicación de nitrógeno. La cantidad a aplicar es de 0 a 320 kg · ha<sup>-1</sup>. La recomendación de aplicar fósforo por vía foliar debe realizarse sólo si el análisis de hoja indica deficiencia.

### ***Potasio (K<sub>2</sub>O)***

La dosis de potasio se debe ajustar con base en los análisis de suelos. La aplicación debe ser fraccionada en un 30% a los 10 días del transplante y la segunda aplicación al inicio de la floración, ya que este elemento forma parte del fruto en grandes cantidades.

### ***Calcio y magnesio***

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 – 60 kg de Ca · ha<sup>-1</sup>. Si el magnesio se encuentra deficiente, se recomienda hacer una aplicación de 15 – 30 kg de Mg · ha<sup>-1</sup>.

Papadopoulos y Leena (2000) sugieren la fertirrigación a través del riego por goteo que la aplicación convencional, ya que permite ser mucho más eficiente en



un 50% con respecto al uso del nitrógeno y lograr mayores rendimientos. El uso de urea fosfatada de igual manera permite reducir en 25% las cantidades de fósforo y aumentar la eficiencia en el uso del potasio.

López-Cantarero *et al.* (1997) reportaron que la combinación de 30 g m<sup>-2</sup> de N como KNO<sub>3</sub> y 36 g m<sup>-2</sup> de P como H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> permitieron obtener los mejores rendimientos de frutos por planta, superando al testigo comercial en 18% y adicionalmente acusaron un 95% de frutos comerciales y 5% no comerciales, señalando a la fertilización nitrogenada como responsable del éxito por un incremento en la actividad de la nitrato reductasa y los niveles de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> fueron bajos en el tejido foliar.

El nitrógeno recomendado es 200 – 250 Kg · ha<sup>-1</sup> independiente del análisis de suelo. En un análisis de suelo el fósforo encontrado es de 8 ppm, que de acuerdo con la Tabla 9.1 su nivel es mediano y la cantidad recomendada es de 160 Kg · ha<sup>-1</sup>. Así mismo, para potasio si la cantidad en el suelo es de 50 ppm, considerado bajo y amerita 320 Kg · ha<sup>-1</sup> dadas las necesidades de la planta.

Para estimar la fórmula y las respectivas cantidades se deben cumplir tres pasos para las necesidades de 200 – 160 – 320:

- Establecer las relaciones entre los elementos y se divide por el de menor demanda

$$200/160 : 160/160 : 320/160$$

La relación es de 1.25 : 1 : 2.

- Buscar fórmulas comerciales en relación a 1.25 : 1 : 2 ó 5 : 4 : 8
- Calcular en la fórmula escogida el total de los nutrientes, escogiendo uno de ellos.

100 Kg de 5: 4: 8 tienen 40 Kg de fósforo como P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

X 160 Kg de fósforo como P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

$X = \frac{100 \times 160}{40} = \frac{1600}{40} = 400$  Kg de fórmula 5: 4: 8 y de igual manera, se colocan las cantidades de nitrógeno y potasio.

El aporte de microelementos resulta vital para una nutrición adecuada, pudiéndose encontrar en el mercado una amplia gama de sólidos y líquidos en forma mineral y en forma de quelatos, cuando es necesario favorecer su estabilidad en el medio de cultivo y su absorción por la planta.



Al momento de la siembra, de acuerdo con Ribeiro *et al.* (2003), si los análisis de suelos lo demandan, deben aplicarse  $20 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de bórax y  $10 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de sulfato de zinc como fuente de micronutrientes.

Las sugerencias de fertilización antes descritas deben ser consideradas como orientaciones generales, pues en cada sistema de producción o situación particular, las mismas deben ser ajustadas en función de los resultados de los análisis químicos de los suelos y de los análisis foliares. Así mismo, se debe considerar el genotipo, ya que existe mucha variación genética entre cultivos que difieren en la toma y eficiencia de transporte de los elementos de las raíces a los sitios de interés.



## Capítulo 10.

### COSECHA Y MANEJO POSCOSECHA

#### 10.1 COSECHA

El momento óptimo de la cosecha está determinado por el cultivar, condiciones climáticas y el manejo agronómico. Puede iniciarse a partir de los 50 días después de siembra y prolongarse hasta por tres a cuatro meses con una o dos cosechas por semana bajo condiciones ideales (Ribero *et al.*, 1998).

El punto de corte de la berenjena, también llamado índice de madurez de cosecha, se debe realizar cuando las semillas todavía no están formadas totalmente, la pulpa presenta un color blanquecino uniforme, los frutos manifiestan un color brillante y un aspecto terso en toda su superficie, con cáliz y pedicelo color verde tal como se muestra en la Figura 10.1. Los frutos, además, presentan un ligero reblandecimiento justo debajo del cáliz, y poseen un tamaño aproximadamente comprendido entre los  $2/3$  y los  $3/4$  de su desarrollo máximo, no coincidiendo estas condiciones con la madurez fisiológica, que está relacionada más directamente con el desarrollo fisiológico del cultivar para la producción de semilla viable (Mangione y Sánchez, 1999).



Figura 10.1 Fruto de berenjena en estado óptimo de cosecha.

La mejor hora de recolección es por la mañana entre las 5:00 y 8:00, cuando ya no hay rocío, ya que a medida que aumenta la temperatura, la vida útil de los produc-



tos hortícolas es mucho más corta, en razón a que la mayoría de los factores que causan pérdidas cualitativas y cuantitativas, tales como la tasa de crecimiento de los microorganismos, alteraciones fisiológicas internas y procesos físicos como pérdida de agua, son favorecidos con el aumento de la temperatura (Dos Santos y Henz, 1993). Se deben evitar las magulladuras al cosechar, ya que los golpes, además de amargar el fruto, son puerta de entrada de patógenos. Los retrasos en la recolección llevan a la obtención de frutos de consistencia esponjosa y excesiva cantidad de semillas (Infoagro, 2003).

Para cosechar los frutos debe emplearse un cuchillo bien filoso o unas tijeras de podar, dejando una pequeña porción de aproximadamente un centímetro del pedúnculo pegado al fruto. Si los frutos se dejan madurar, la producción total será baja. Se recomienda cosechar los frutos antes de que se pongan suaves. Por ejemplo, si al presionar el fruto con el dedo éste se hunde, es señal de que ya está empezando a madurar demasiado. Si la depresión no es permanente, sino que el tejido vuelve a su forma original, este está a punto de ser cosechado (Vifinex, 2001).

No se deben cosechar frutos de piel opaca y arrugada, porque indica pérdida excesiva de agua. Así mismo, frutos grandes o carentes de brillo, porque pueden resultar sobremaduros y blandos.

Las berenjenas deben cortarse y colocarse con sumo cuidado, en cajas plásticas, forradas internamente con papel u hojas de plátano para que no se deterioren, y deben separarse por capas. Las cajas deben ser guardadas en lugares abrigados y bien aireados, donde se clasifican, lavan, seleccionan y empacan, manejándose en todo momento con el mayor cuidado (Ribero *et al.*, 1998).

En los cultivos a campo se pueden obtener entre 3 y 4 Kg de frutos por m<sup>2</sup>, con calibre de 30 a 40 mm o más, dependiendo de la variedad, y un peso que va de los 150 a los 500 gramos por fruto. En cultivos protegidos, la producción puede ser de 8 a 12 Kg de frutos por m<sup>2</sup>. Durante el período de recolección, temperaturas inferiores a 12° C determinan disminución y heterogeneidad de calibre, coloración menos intensa y pérdida de brillo del fruto (Mangione y Sánchez, 1999).

Recolecciones frecuentes favorecen una producción de buena calidad, algunos de cuyos indicadores pueden ser:

- Buen brillo y color;
- Tamaño homogéneo;
- Mejor conservación poscosecha.

Es importante destacar que el negocio de la berenjena puede optimizarse entre los meses de enero a junio, que es cuando se presentan los mejores precios y el poder competitivo se incrementa. De esta manera, un programa productivo



a nivel comercial que pretenda abastecer mercados internacionales, necesariamente debe estar basado en la aplicación de riego suplementario, para cumplir con estándares y volúmenes exigidos, no solo durante esta época sino todo el año. Para lograr los mejores estándares de calidad se debe mantener la apariencia, color uniforme, firmeza y maduración en el fruto, con lo que se logra mantener una larga vida en anaquel.

## **10.2 MANEJO POSCOSECHA**

Las pérdidas de cosecha y poscosecha son bastante significativas en el país. Generalmente en Colombia la berenjena es comercializada sin uso de refrigeración, en sacos plásticos o de fique, como se ilustra en la Figura 10.2; esto conduce a un detrimento rápido de la calidad por aceleración del metabolismo, reflejado principalmente por las altas tasas de transpiración del cáliz, lo que se aprecia en una corteza marchita, carente de brillo y poco apetecida por el consumidor ante la pérdida de agua. Estas pérdidas de agua son una consecuencia de las diferencias en el déficit de presión de vapor entre el tejido del fruto y el medio ambiente, influenciado fuertemente por la temperatura y la humedad relativa (Hardenburg *et al.*, 1986; Chitarra y Chitarra, 1990; Díaz, 1998; Kugle *et al.*, 1999).

### **10.2.1 Clasificación**

Después de la cosecha, los frutos deben ser limpiados con un paño seco o humedecido, con el fin de eliminar el polvo adherido y tornarlos más brillantes



**Figura 10.2** Empaque de berenjena en sacos plásticos para su comercialización.

y atractivos. Este paño debe ser regularmente enjuagado en agua con hipoclorito de sodio al 15%, o pueden ser lavados y puestos a secar a la sombra hasta que estén completamente secos. En esta etapa se debe hacer una selección adicional a la efectuada durante la cosecha, eliminando los frutos mal formados o sobremaduros, con manchas, podridos, dañados por insectos, cortes, quemaduras de sol, o que por su tamaño estén fuera del patrón comercial (Ribero *et al.*, 1998).

Para reducir el calor que los frutos adquieren en el campo en el menor tiempo posible, los frutos seleccionados deben ser encerados y llevados a cámaras de preenfriado (Figura 10.3), en las que circula aire forzado a una temperatura de 12-15° C, durante un día y entre 10 a 12° C durante el tiempo de almacenamiento. En el caso de la berenjena no se recomienda utilizar la refrigeración con agua (hidrocooling), ya que esta provoca la aparición de manchas higroscópicas en la corteza de los frutos (Mangione y Sánchez, 1999).

La berenjena, de acuerdo con las normas del Instituto Colombiano de Normas Técnicas (2004), se clasifica por su tamaño, el cual está en función del diámetro del fruto en la parte más ancha del mismo y su longitud de un extremo a otro (Tabla 10.1), y grados de calidad, que dependen de la variedad y tamaño del fruto, existiendo los grados de calidad primera y segunda (Tabla 10.2).



**Figura 10.3** Frutos encerados de berenjena para su almacenamiento en cámara fría.



**Tabla 10.1** Clasificación de tamaños de acuerdo con el diámetro y longitud de fruto.

Tamaños	Diámetros, en mm	Longitudes, en mm
Grande	Mayor de 80	Mayor de 150
Mediano	De 50 a 79	De 120 a 150
Pequeño	De 30 a 49	De 100 a 119

Fuente: ICONTEC (2004).

Los grados de calidad se definen por las tolerancias establecidas para las diferencias de tamaño y defectos de los frutos permitidos.

**Tabla 10.2** Clasificación de calidades de acuerdo con las diferencias de tamaño y defectos permitidos.

Calidades	Diferencias de tamaño por exceso o por defecto, en % en masa (peso) por unidad de empaque	Límites de defecto en % en masa (peso por unidad de empaque)			Tolerancias Máximas permitidas, en %
		Frutos arrugados o ligeramente manchados	Frutos sobremaduros	Frutos con pudriciones o con magulladuras	
1ª	10	3	5	0	5
2ª	10	10	10	2	15

Fuente: ICONTEC (2004).

El fruto de berenjena que no cumpla con los requisitos especificados en la norma ICONTEC, se considerará no clasificada. En caso de discrepancia se acudirá a la muestra de reserva de dicho lote y cualquier resultado no satisfactorio será motivo para rechazar el lote.

### 10.2.2 Empaque

El mercado internacional exige ciertos requisitos de calidad que son: consistencia firme y peso de acuerdo con el tamaño y brillo exterior. La calidad del producto se afecta por cicatrices, ralladuras, cortaduras, ablandamiento, sabor amargo, poco desarrollo y daños mecánicos.

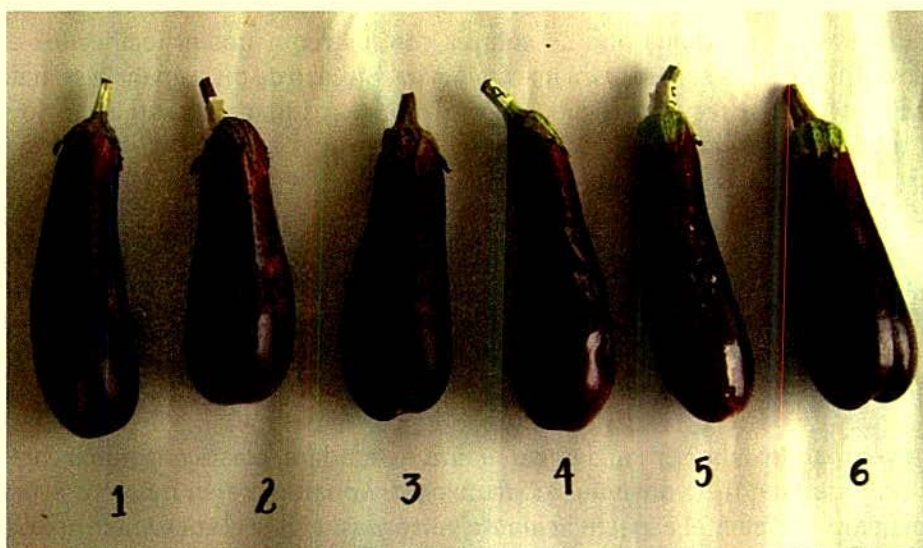
El empaque debe ser rígido y se realiza en madera, plástico rígido o cajas de cartón parafinado, envolviendo los frutos individualmente en bolsas u hojas de papel para proteger el aspecto brillante y liso y así evitar el roce entre estos. Los tamaños de las cajas pueden ser: 29 a 36 cm de ancho; 16 a 30 cm de alto y 44 a 54 cm de largo, con pesos de 6 a 20 kilogramos. No se permite el uso de ningún tipo de relleno. De igual manera, no deberán contener más de 3 capas de berenjena.

No deben utilizarse empaques que hayan contenido alimentos para animales, cementos, fertilizantes, plaguicidas u otros productos que puedan ofrecer la posibilidad de cualquier contaminación e influir positivamente en la alteración del producto.

### 10.2.3 Almacenamiento

Con el propósito de incrementar la vida poscosecha del fruto, se recomienda el almacenamiento en frío a temperaturas de 10 a 15° C y 85 a 95% de humedad relativa (HR), empacados en sacos de polietileno perforados o no (Henz y Silva, 1995); la adición de vermiculita impregnada con permanganato de potasio asegura un almacenamiento de 15 a 21 días y pérdidas de materia fresca entre 1.69 y 5.65% (Pantastico, 1975; Ryall y Lipton, 1979; Hardenburg *et al.*, 1986; Henz y Silva, 1995; Brackman *et al.*, 1998; Mangione y Sanchez, 1999; Kluge *et al.*, 1999). El uso de atmósferas controladas (3% O<sub>2</sub> + 3% CO<sub>2</sub>), permite ampliar el período de conservación de 5 a 6 semanas a 12° C y de 90 a 95% de HR (Kaynas *et al.*, 1995).

A temperaturas menores de 10° C la fruta es afectada por el frío, y de acuerdo con el tiempo de exposición aparecen una serie de síntomas que deprecian su calidad y comercialización (Salunkhe y Desai 1984). La presencia de depresiones superficiales, cobrización en la piel y oscurecimiento de la pulpa y semillas, son los principales síntomas de daño por frío en esta hortaliza (Figura 10.4). En este estado, el fruto puede sufrir mayor incidencia de pudriciones causadas por hongos, principalmente por *Alternaria sp* (Wills *et al.*, 1981; Salunkhe y Desai, 1984; Hardenburg *et al.*, 1986). El punto de congelación está entre 1 y 4° C.



**Figura 10.4.** Aspectos del fruto de berenjena afectado externamente por frío.



La temperatura es el factor ambiental que tiene más influencia en la velocidad de deterioro de los productos cosechados. Por cada incremento de 10° C sobre el óptimo, la velocidad de deterioro se incrementa 2 a 3 veces. La exposición a temperaturas inadecuadas da como resultado muchos desórdenes fisiológicos, tales como la rápida senescencia y pérdida excesiva de agua. Adicionalmente, la temperatura afecta la presencia de gases al elevar los porcentajes de etileno y el CO<sub>2</sub> y reducir los niveles de oxígeno. La germinación de esporas y la velocidad de crecimiento de patógenos también son favorecidas por el aumento de la temperatura; una práctica adecuada, por ejemplo, es el enfriado de los productos cosechados para reducir la incidencia de la podredumbre causada por *Rhizopus*.

Kugle *et al.* (1999), al evaluar diferentes variedades de berenjena bajo diversas condiciones de almacenamiento, reportaron que los genotipos tienen un comportamiento diferencial y que existe una asociación positiva entre los frutos más firmes al momento de la cosecha y el mantenimiento de la presión de turgencia en la conservación. Los autores reportaron reducciones de la presión de turgencia de 50% a los 7 días, de 60 a 70% a los 14 días y de 70 a 80% a los 21 días.

La berenjena produce poca cantidad de etileno a 20° C (Kader, 1985), y su almacenamiento con productos que generan mucho etileno puede disminuir su período de poscosecha, ya que al ser expuestas a este gas, su maduración se acelera (Schoute, 1985), por su elevada sensibilidad al mismo (1992). Es compatible con zapallo, papa, pepino, pimiento y pomelo, ya que producen poco etileno.

### 10.3 DESÓRDENES Y ENFERMEDADES POSCOSECHA

Según sea su etiología, es posible establecer una diferencia entre las alteraciones que afectan a la berenjena en poscosecha. En consecuencia, se define como **desorden** a toda alteración en el fruto que sea provocada por un factor abiótico y como **enfermedad** a todo defecto causado por un microorganismo patógeno ya sea hongo, bacteria o virus.

De acuerdo con Mangione y Sánchez (1999) y Henz y Silva (1995), los patógenos que con mayor frecuencia se presentan en la poscosecha de berenjena, corresponden a los hongos *Rhizopus stolonifer* (pudrición suave), *Phytophthora sp.*, *Phomoxis vexans*, *Alternaria tenuis* (pudrición por moho negro), *Botrytis cinerea* (pudrición por moho gris) y *Erwinia carotovora* (pudrición blanda). Los mismos autores indican que un menor daño de fruto puede presentarse por efectos de frío, rozamientos y magulladuras, es decir, aquellos daños causados por maltrato del fruto durante la cosecha, almacenamiento y transporte.

## 1. Desórdenes fisiológicos

### *Daño por frío o Chilling*

A los cuatro días de almacenamiento se observan manchas de borde difuso, color café, a veces pueden deprimirse y son notorias y bien definidas al sexto día. La pulpa se oscurece y el cáliz se presenta descolorido. El tejido se debilita y es altamente sensible a pudriciones. Esto se presenta en frutos carentes de películas de plástico o no empacados en bolsas de polietileno y sometidos a temperaturas de almacenamiento entre 4 y 8° C. (Figura 10.5).

### *Daño por etileno*

Cuando se les expone a más de 1 ppm de etileno durante la distribución y el almacenamiento de corto plazo, la abscisión del cáliz (caída, separación) y el deterioro, particularmente el pardeamiento, pueden convertirse en un problema.

### *Daños físicos*

Se observan áreas deprimidas con cicatrices. Las mismas favorecen el desarrollo de patógenos secundarios, pérdida de agua y apariencia del fruto. Los frutos de berenjena no deben almacenarse a granel, ni en sacos plásticos o de fique, ya que sufren daño por compresión y la vida útil es reducida (Figura 10.6).

### *Deformaciones*

Es frecuente, entre los últimos lotes provenientes de una zona de producción, observar frutos con grandes cicatrices y deformaciones. Los últimos frutos que se obtienen en el ciclo productivo sufren este tipo de deformación debido a mala polinización o a condiciones climáticas adversas (Figura 10.7).



**Figura 10.5** Daño por enfriamiento externo e interno.



**Figura 10.6** Almacenamiento a granel de frutos de berenjena.



Figura 10.7 Deformación de fruto por mala polinización.

*Deshidratación o envejecimiento*

Los síntomas de deshidratación son pérdida del brillo de la superficie, arrugamiento de la piel, pulpa esponjosa y pardeamiento del cáliz (Figura 10.8).



Figura 10.8 deshidratación de fruto de berenjena.



### *Rotulado del empaque*

132

Las inscripciones en el rótulo se harán en uno de los lados del empaque, en una tarjeta unida al mismo y en la planilla de remisión, en forma legible a simple vista, redactada en español y en otro idioma si las necesidades de comercialización así lo dispusieran, y en tal forma que no desaparezcan bajo condiciones normales de almacenamiento y transporte.

El rótulo deberá indicar lo siguiente:

- Procedencia y fecha de empaque;
- Nombre o marca del vendedor y comprador o ambos;
- Designación (tamaño y grado de calidad);
- Masa (peso) neto, en unidades del Sistema Internacional.

Así mismo, el producto se identificará con un rótulo a color, adherido al empaque, el cual variará de acuerdo con la calidad del producto, en la forma siguiente:

- Color rojo: corresponderá a la calidad primera;
- Color blanco: corresponderá a la calidad segunda.



## BIBLIOGRAFÍA

- ABAK, K.; SARI, N.; PAKSOY, M. 1995. Efficient of Bumble bees on the yield and quality of eggplant and tomato grown in unheated glasshouses. *Acta Horticulturae*, v. 412:268-273.
- ABDELHAFEEZ, A.T.; HARSSEMA, H.; VERKERK, K. 1975. Effects of air temperature, soil temperature and soil moisture on growth and development of tomato itself and grafted on its own and eggplant rootstock. *Scientia Horticulturae*, v. 3:65-73.
- ABDUL-BAKI, A.A.; STOMMEL, J.R. 1995. Pollen viability and fruit set of tomato genotypes under optimum and high temperature regimes. *Hortscience*, v. 30: 111-117.
- AHMAD, Q. 1987. Sources of resistance in brinjal to *Phomopsis* fruit rot. *Indian Phytopathology*, v. 40:98-100.
- AHMED, N.; MEHDI, M., NAYEEMA, J.; SING, A.K. 2006. Inheritance of quantitative characters in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Indian Journal Horticultural*, v. 63:218-220.
- AHUJA, S.; MUKHOPADDHYA, M.C.SINGH, A.; AHUJA, S.P. 1987. Effects of infestation of eggplant (*Solanum melongena*) with root knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on the oxidative enzymes and cell wall constituents in their roots. *Capsicum newsletter*, v. 6:98-99.
- AIZPERRUTIA, J.C. 1965. El cultivo de la berenjena. Hojas Divulgadoras. Nº2. Ministerio de Agricultura. Madrid , España. 19p.
- ALI, M.; OKUBO, H.; FUJIEDA, K. 1991. In vitro multiplication of intra- and- interspecific *Solanum* hybrids through somatic embryogenesis and adventitious organogénesis. *Journal Japan Society Horticulturae*, v. 60: 6011-612.
- ALLICHO, R.; DEL GROSSO, E., BOSCHIERI, E.; 1982. Tissue cultures and plant regeneration from different explants in six cultivars of *Solanum melongena* L. *Experientia*, v. 38:449-450.
- ALI, M.; OKUBO, H.; FUJIEDA, K. 1991. In vitro multiplication of intra- and- interspecific *Solanum* hybrids through somatic embryogenesis and adventitious organogénesis. *Journal Japan Society Horticulturae*, v. 60: 6011-612.
- ALONSO, J. 2004. La importancia de las fibras vegetales en la salud humana. <http://www.plantasmedicinales.org>. Consultado en Marzo 14-2004.
- 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.). *Agronomía Colombiana*, v. X XV (1):104-112.



- ARAMENDIZ, T. H.; CADENA, J.; CORREA, E. 2007. Caracterización de productores de berenjena de la región Caribe. Informe de avance Corpoica-Universidad de Córdoba. 23p.
- ARAMENDIZ, T.; CARDONA. C.; ROBLES, J., FERNÁNDEZ, C.; MURILLO, J. 2006a. Polinización cruzada natural en berenjena (*Solanum melongena* L.). Fitotecnia Colombiana, v. 6 (1):59-66.
- ARAMENDIZ, T.; ROBLES, J., CARDONA. C.; LLANOS, J.; ARZUAGA, E..2006b. Caracterización morfológica de la berenjena (*Solanum melongena* L.).Revista Temas Agrarios, v. 11(2):5-14.
- ARAMENDIZ, H.; HOYOS, F.; GARCIA, E. 1999. Estimación de la variabilidad genética en una población criolla de berenjena (*Solanum melongena* L.) en el departamento de Córdoba. Temas Agrarios, v. 4 (8):117-125.
- ARNISON, P.G.; DONALDSON, P.; H. O., L.C.; KELLAR, W.A., 1990. The influence of various physiological parameters on anther culture of broccoli (*Brassica oleracea* var. italica) Plant Cell Tissue Organ Culture, v. 20:147-155.
- ARPAIA, S.; ACCIARI, N.; DI LEO, G.M.; MENNELLA, G.; SABINO, G. SUNSERI, F.; ROTINO, G.L. 1998. Field performance of Bt transgenic eggplant lines resistant to Colorado potato beetle. In: Proceeding of the 10<sup>th</sup> Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant, Avignon, France, pp.191-194.
- ASIEGBU, J.E. 1991. Response of tomato and eggplant to mulching and nitrogen fertilization under tropical conditions. Scientia Horticulturae, v. 46:33-41.
- ASOHOFrucOL, 2006. Frutas y Hortalizas de Colombia para el Mundo. <http://www.frutasyhortalizas.berenjena>. Consultado en diciembre 10-2006.
- BALLESTEROS, M.; CABRERA, M.; SAUCEDO, M.; GRIJALBA, M. 1998. Consumo de fibra dietética, sodio, potasio y calcio y su relación con la presión arterial en hombres normotensos. Salud Pública México, v. 40:241-245.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. 1985. The annual dormancy cycle in buried weed seeds: a continuum. Bioscience, v. 35: 492-498.
- BEHBOUDIAN, M.H. 1977. Response of eggplant to drought. I. Plant water balance. Scientia Horticulturae, v. 7:303-310.
- BEHERA, T.K.; SHARMA, P.; SINGH, B.K.; KUMAR, G.; KUMAR, R. MOHAPATRA, T. SINGH, N.K. 2006. Assessment of genetic diversity and species relationships in eggplant (*Solanum melongena* L.) using STMS markers. Scientia Horticulturae, v. 107: 352-357.
- BEHERA, T.K.; SINGH, N. 2002. Inter - specific crosses between eggplant (*Solanum melongena* L.) with related *Solanum* species. Scientia Horticulturae, v. 9:165-172.
- BILLINGS, S.; JELENKOVIC, G.; CHIN, C-K.; EBERHADT, J. 1997. The effect of growth regulation and antibiotics on eggplant transformation. Journal of the American Society for Horticultural Science, v. 122: 158-162.
- BLETOSOS, F. 2003. Effect of grafting on growth, yield, and Verticillium wilt of eggplant. HortScience, v. 38(2):183-186.



- BORGEL, A.; ARNAUD, H. 1986. Progress in eggplant breeding use of haplomethod. *Capsicum newsletter*, v. 5:87.
- BUCHMANN, S. L. 1983. Buzz pollination in Angiosperms. Pp. 73-113. In: C.E. Jones & R.J. Little (Eds.). *Handbook of experimental pollination biology*. Van Nostrand & Reinhold, New York.
- BURCK, G.R. 2002. Consumo hídrico da berinjela (*Solanum melongena* L.) em ambiente protegido: medida e estimativa através de métodos combinados. 73 p. Teses Mestrado. Universidade Federal de Pelotas, Brasil.
- BOTELHO, F.; ENÉAS, L.; CÉSAR, G.; BIZZOTTO, C.; TAVARES, E.; OLIVEIRA, F.; GLORIA, M.; SILVESTRE, M.; ARANTES, R.; ALVAREZ, J. 2004. Effects of eggplant (*Solanum melongena* L.) on the atherogenesis and oxidative stress in LDL receptor knock out mice (LDLR<sup>-/-</sup>). *Food and Chemical Toxicology*, v. 42: 1259-1267.
- BRACKMANN, A.; CERETTA, M.; HELDWEIN, A. B. 1998. Armazenamento de berinjela (*Solanum melongena* L.) em diferentes temperaturas de refrigeração e baixo etileno. *Revista Brasileira de AGROCIÊNCIA*, v. 4: 05-08.
- BRAUN, M. 1988. Solarization for sanitation, possibilities and limitations, based on experiments in Southern Germany and Sudan. *Gesunde Pflanzen*, v. 39: 301-309.
- BUSTAMANTE, A.; REYBET, G.; PATRICIA BUCKI, P.; SUAREZ, A.; ESCANDE, A. 2003. Efecto de la solarización sobre malezas de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.) en el alto valle del río Negro y Neuquén. *Agro Sur*, v. 31: 15-23.
- CAO, G., E. SOFIC AND R. L. PRIOR, 1996 Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 44: 3426-3431.
- CARDI, T.; D'AMBROSIO, F.; PUIE, K.; SREE, K.; CONSOLI, D. 1991. Characterization of plants regenerated from electrofused *Solanum commersonii* and *Solanum tuberosum* protoplast. *Physiologia Plantarum*, v. 82: 24
- CAVALCANTI, G.E. 2004. Investigação do efeito hipolipemiante da (*Solanum melongena* L.) em pacientes dislipidêmicos. 94 p. Teses de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá - Ciências Farmacêuticas.
- CCI. 2002. Corporación Colombia Internacional. El mercado de frutas y hortalizas frescas y procesadas en los Estados Unidos. *Monitoreo de Mercados*, v. 1. 8p.
- CCI. 2001. Corporación Colombia Internacional. Precios de la berenjena en los Estados Unidos. *Inteligencia de Mercado*, v. 37. 4p.
- COLLONNIER, C.; FOCK, I.; KASHYAP, V. ; ROTINO, G.L.; DAUNAY, M.C.; Y. LIAN, Y.; MARISKA, I.K.; RAJAM, M.V., SERVAES, A.; DUCREUX, G.; SIHACHAKR, D. 2001a. Applications of biotechnology in eggplant. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, v. 65: 91-107.
- COLLONNIER, C.; MULYA, K.; FOCK, I.; MARISKA, I.; SERVAES, A.; VEDEL, F.; SILJAK - YAKOVLEV, S.; SOUVANNAVONG, V. ; DUCREUX, G.; SIHACHAKR, D. 2001. Source of resistance against *Ralstonia solanacearum* in fertile somatic hybrids of eggplant (*Solanum melongena* L.) with (*Solanum aethiopicum* L.). *Plant Science*, v. 160:301-313.



- CONCELLÓN, A., AÑÓN, M., Y CHAVES, A. 2007. Effect of low temperature storage on physical and physiological characteristics of eggplant fruit (*Solanum melongena* L.). LWT, v. 40: 389-396.
- CHAUHAN, S.V.S. 1984. Studies in genetic male-sterile *Solanum melongena* L. Indian Journal Genetic, v. 44:367-371.
- CHAVES, M. y PEREIRA, J. 1992. Water stress, CO<sub>2</sub>, and climate change, J. Exp. Bot., v. 43: 715-717.
- CHELLIAH, S.; SRINIVASAN, K. 1983. Resistance in bhindi brinjal ant tomato to major insect and mite pests.p47. In: Proceedings of the National Seminar on Breeding Crops Plants for Resistance to Pests and Disease, Tamil, Nadu, India.
- CHEN, N.C. 2006. Eggplant seed production. AVRDC Training guide. 4p. Consultado en Diciembre 25 de 2006. <http://www.avrdc.org/LC/eggplant/eggplantseed.pdf>.
- CHEREM, A.R.2002. Avaliação da casca da berinjela (*Solanum melongena* L.) sobre os níveis plasmáticos de triglicerídeos, colesterol total e frações lipídicas, em cobaias (*Cavia porcellus*). 65p. Teses de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina - Ciências dos Alimentos.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. 1990. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL /FAEPE, 320p.
- CHOUDHURY, B., 1995 Eggplant, pp. 464-465 in *Evolution in Crop Plants*, edited by J. Smartt and N. W. Simmonds. John Wiley & Sons, New York.
- DAKER, A. 1973. Irrigação e drenagem. In: A água na agricultura, Rio de Janeiro, 453p.
- DA SILVA, D.; DA COSTA, C.; DIAS, V. ; DOS SANTOS, L.; CRUZ, C. 1999. Análise da capacidade combinatória em berinjela. Bragantia, v. 58:7-14.
- DAUNAY, M. C.; LESTER, R. N.; GEBHARDT, C.; HENNART, J. W.; JAHN, M. 2001 Genetic resources of eggplant (*Solanum melongena* L.) and allied species: a new challenge for molecular geneticists and eggplant breeders, pp. 251-274 in *Solanaceae V*, edited by R. G. van den Berg, G.W. Barendse and C. Mariani. Nijmegen University Press, Nijmegen, The Netherlands.
- DAUNAY, M.C.; LESTER, R.N.; ANO, G. 1997. Les Aubergines. In: Charrier A, Jacquot M, Hamon S & Nicolas D (eds) L'Amélioration des Plantes Tropicales (pp 83-107). Repères, CIRAD-ORSTOM.
- DAUNAY, M.C. 1996. Eggplant through ages and uses. PMH. Revue Horticole, v. 374:35-36.
- DAUNAY, M.C LESTER, R.N. DALMON, A. FERRIM. 1995. Genetic resources for eggplant (*Solanum melongena*) breeding In: Ixth Eucarpia meeting on genetics and breeding of capsium and eggplant. Budapest, Hangne 4. Budapest : Vegetable Crops Research Institute of Budapest, p. 26-29.
- DAUNAY M.C.; LESTER, R.N.; LATERROT, H.1991. The use of wild species for the genetic improvement of Brinjal eggplant (*Solanum melongena*) and tomato (*Lycopersicon esculentum*). In: Hawkes JC, Lester RN, NeeM& Estrada N (eds) Solanaceae III:Taxonomy, Chemistry, Evolution, Vol 27 (pp 389-413). Royal Botanic Gardens Kew and Linnean Soc., London.



- DAUNAY, M.C., LESTER, R.N. 1988. The usefulness of taxonomy for solanaceae breeders with special reference to the genus *Solanum* and the *Solanum melongena* L. Capsicum newsletter, v. 7:70-79.
- DAUNAY, M.C.; DALMASSO, A. 1985. Multiplication of *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* and *M. arenaria* on several *Solanum* species. Revista Nematology, v. 8:31-34.
- DE ORO, R. 2007. Determinación del período de máxima interferencia de arvenses en el cultivo de la berenjena (*Solanum melongena* L.). Montería, 79 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias Agrícolas.
- DEMIR, I.; ERMIS, S.; OKCU, G.; MATTHEWS, S. 2005. Vigour tests for predicting seedling emergence of aubergine (*Solanum melongena* L.) seed lots. Seed Science and Technology, v. 33:481-484.
- DEFILIPPI, B.; MONTEALEGRE, J.; DÍAZ, V. 1998. Control de malezas mediante solarización y fumigación con bromuro de metilo en San Pedro, región metropolitana de Chile. Agrosur, v. 26:26-35.
- DE OLIVEIRA, G.D.; HAAG, H.P.; DECHEN, A.R.; FERNANDES, P.D. 1988. Carência de micronutrientes em Berenjena (*Solanum melongena* L.) p.372-385. In: Nutrição mineral em hortaliças. HAAG, H.P.; Keigo, m. (eds). 2 ed. Fundação Cargill. 538p.
- DHARMEGOWDA, M.V.; HIREMATH, K.G.; GOUD, J.V. 1979. Genetic analysis of yield and its components in brinjal. Mysore Journal Agricultural Science, v. 13:151-155.
- DIAZ, J.C. 1998. Transpiration rates in eggplant fruit as affected by fruit and calyx size. Postharvest Biology and Technology, v. 13: 45-49.
- DI VITO, M.; ZACCHEO, G.; CATALANO, F. 1992. Source for resistance to root knot nematodes *Meloidogyne* spp in eggplant. pp.301-301. In. Proceedinds of the Eight Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant, Rome, Italy.
- DOGANLAR, S.; FRARY, A.; DAUNAY, M.C.; LESTER, R.; TANKSLEY, S. 2002.
- Conservation of Gene Function in the Solanaceae as Revealed by Comparative Mapping of Domestication Traits in Eggplant. Genetics, v. 161: 1713-1726.
- DONZELLA, G.; SPENA, A.; ROTINO, G.L. 2000. Transgenic parthenocarpic eggplant: superior germplasm for increased winter production. Molecular Breeding, v. 6: 79-86.
- DOS SANTOS, R.D.F.A.; HENZ, G.P. 1993. Conservação pós-colheita da berinjela ciça em função do horário de colheita. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 28: 563-565.
- DUCREUX, G.; ROSSIGNOL, L. SIHACHAKR, D. 1991. Exploitation of genetic and physiological variability in solanaceae: The examples of potato and eggplant. Acta Horticulturae, v. 289: 65-75.
- DURÁN, F.; PARDO, N.; MARTÍNEZ, H; RINCÓN, J. 2003. Volvamos al campo. Tomo: Manual de cultivos orgánicos y alelopatía. Grupo Latino Ltda. 737p.



- EGLEY, G. H. 1983. Weed seed and seedling reduction by soil solarization with transparent polyethylene sheets. *Weed Science*, v. 31: 404-409.
- EMBRATER, 1979. Manual técnico. Cultura do tomate. Brasilia. 250p.
- FAEGRI, K.; PIJL, VAN DER L. 1979. The principles of pollination ecology. 3a ed. Pergamon Press, London
- FANG, M., MAO, R.; XIE, W.1985. Breeding of cytoplasmically inherited male sterile lines of eggplant (*Solanum melongena* L.) *Acta Horticultura Sinica*, v. 12:261-266.
- FAO, 2006. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estadísticas sobre Agricultura. <http://www.faostat.fao.org>. Consultado Diciembre 5 de 2006.
- FÁRI, M.; NAGY, I.; CSÁNYI, M.; MITYKÓ, J.; ANDRÁSFALVY, A. 1995. *Agrobacterium* mediated genetic transformation and plant regeneration via organogenesis and somatic embryogenesis from cotyledon leaves in eggplant (*Solanum melongena* L. cv. 'Kecskemeti lilá'). *Plant Cell Reports*, v. 15: 82-86.
- FASSULIOTIS, G. 1975. Regeneration of whole of whole plants from isolated stem parenchyma cell of *Solanum sisymbriifolium* Lam. *Journal American Society Horticultural Science*, v. 100:636-638.
- FERNANDEZ - BRAVO, C; URDANETA, N.; SILVA, W.; POLISZUK, H.; MARIN, M. 2006. Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv 'Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Revista Facultad de Agronomía (LUZ)*, v. 23: 188-195.
- FERREIRA, A.C; LEITE, I.C; FREVIZON, L. 2000. Avaliação da viabilidade do pólen como possível indicativo de tolerância a altas temperaturas em genótipo de tomateiro. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 12: 156-165.
- FHIA, 2007. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Ventajas del uso de plantas injertadas en la producción de berenjena china en Honduras. *Hoja Técnica* N° 11, 4 p.
- FILGUEIRA, F.A.R. 2000. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa:UFV. 402 p.
- FILIPPONE, E.; PENZA, R.; ROMANO, R. 1992. Advances Biotechnologies Applied to Eggplant (*Solanum melongena* L.) Breeding. pp260-265. *In:VIII Meeting "Genetic and Breeding on Capsicum and Eggplant"*. Roma - Italia, 7 - 10 September. *Capsicum newsletter, special issue*. 302p.
- FILIPPONE, E.; LURQUIN, P.F. 1990. Use of hypervirulent *Agrobacterium tumefaciens* carrying a binary vector to transform eggplant (*Solanum melongena* L.) cotyledonary leaf discs. *Acta Horticulturae*.(ishs)280:523-526. [http://www.actahort.org/books/280/280\\_86.htm](http://www.actahort.org/books/280/280_86.htm)
- FILIPPONE, E.; LURQUIN, P.F. 1989. Stable transformation of eggplant (*Solanum melongena* L.) by cocultivation of tissue with *Agrobacterium tumefaciens* carrying a binary plasmid vector. *Plant Cell Report*, v. 8: 370-373.



- FOBERT, P.R.; WEBB, D.T. 1988. Effects of polyamines, polyamine precursors, and polyamine biosynthetic inhibitors on somatic embryogenesis from eggplant (*Solanum melongena*) cotyledons. *Canadian Journal Botanica*, v. 66:1734-1742.
- FRANKLIN, G. & LAKSHMI SITA, G. 2003. *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of eggplant (*Solanum melongena* L.) using root explants. *Plant Cell Reports*, v. 21: 549-554.
- FUNDACIÓN SEMILLAS KOKOPELLI. 2006. [http:// www.kokopelli seed foundation](http://www.kokopelli-seed-foundation.com). Manual de producción de semillas. Berenjena. Consultado abril - 20-2006.
- FURINI, A.; WUNDER, J. 2004. Analysis of eggplant (*Solanum melongena* L.) related germplasm: morphological and AFLP data contribute to phylogenetic interpretations and germplasm utilization. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 108:197-208.
- GARCÍA, E.; HERNÁNDEZ, E.; DE PAULA, C., ARAMENDIZ, H. 2003. Caracterización bromatológica de la berenjena (*Solanum melongena* L.) en el departamento de Córdoba. *Temas Agrarios*, v. 8 (1):27-32.
- GLEDDIE, S. 1986. Plant regeneration and somatic hybridization in the genus *Solanum*. *Dissertation Abst. Int. B* 47(5), 1825b.
- GLEDDIE, S.; KELLER, W.; SETTERFIELD, G. 1986. Production and characterization of somatic hybrids between *Solanum melongena* and *Solanum sisymbirifolium*. *Theoretical and Applied Genetics*, v 71:613-621.
- GLEDDIE, S.; KELLER, W.; SETTERFIELD, G. 1983. Somatic embryogenesis and plant regeneration from leaf explants and cell suspensions of *Solanum melongena* L. *Canadian Journal Botanic*, v. 61:656-666.
- GOISQUE, M.J.; LETARD, M. 1990. Aubergine sous serre en culture hors sol. *PHM Revue Horticole*, v. 38:59-62.
- GONZÁLEZ TORRES, R., E.; LÓPEZ COSME, M. C.; LÓPEZ GARCÍA, J.; GÓMEZ APARISI; C. ZARAGOZA LARIOS. 1993. La solarización: Posibilidades como tratamiento fitosanitario e incrementador del crecimiento en viveros y plantaciones frutales. *Hortofruticultura*, v. 5: 67-71.
- GOTOH, K. 1953. Genetic studies on eggplant (*Solanum melongena* L.). *Genética*, v. 26:453-467.
- GTZ, 1998. Manejo integrado de mosca blanca. Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Cooperación Técnica Alemana - GTZ Proyecto Sanidad Vegetal Manejo Integrado de Mosca Blanca. Tegucigalpa, Honduras, 12p.
- GURI, A.; SINK, K. 1988 a. Interspecific somatic hybrids plants between eggplants (*Solanum melongena* L.) and (*Solanum torvum*). *Theoretical and Applied Genetics*, v. 70:490-496.
- GURI, A.; SINK, K. 1988 b. Organelle composition in somatic hybrids between an atrazine resistant biotype of *Solanum nigrum* and *Solanum melongena*. *Plant Science*, v. 58:51-58.
- GURI, A.; SINK, K. 1988c. *Agrobacterium* transformation of eggplant. *Journal Plant Physiology*, v. 133:52-55.



- HAMDY, A.; CHOUAIB, W. 2002. Eggplant production in soilless culture under saline irrigation practices and soil conditioner application. *Acta Horticulturae*, v. 633:245-251.
- HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables and florist, and nursery stocks. USDA: Washington, 130p.
- HARLAN, J. R., 1992 *Crops and Man*. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, Madison, WI.
- HAZRA, P.; MANDAL, J.; MURKOPADHYAY, T.P. Pollination behaviour and natural hybridization in (*Solanum melongena* L.) to utilize the functional male sterile line for hybrid seed production. *Capsicum newsletter*, v. 22:143-146.
- HEBERT, Y. 1985. Comparative resistance of mine species of the genes *Solanum* to bacterial wilt (*Pseudomonas solanacearum*) and the nematode *Meloidogyne incognita*. Implications for the breeding of aubergine (*S. melongena*) in the humid tropical zone. *Agronomie*, v. 5:27-30.
- HENZ, G.P.; SILVA, C. 1995. Conservação de frutos de berinjela cv ciça através de refrigeração e embalagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 30:157-162.
- HESLOP-HARRISON, J. 1970. The experimental modification of sex-expression in flowering plants. *Biological Review*, v32:38-90.
- HITOMI, A.; AMAGAI, H.; EZURA, H.; 1998. The influence of auxin type and on the array of somaclonal variants generated from somatic embryogenesis of eggplant, *Solanum melongena* L. *Plant Breeding*, v. 117:379-383.
- HOROWITZ, K.; ROGER, Y.; HERLINGER, G. 1983. Solarization for weed control. *Weed Science*, v. 31: 170-179.
- INFOAGRO. 2003. El cultivo de la berenjena. [Online]. [Citado en septiembre 20 de 2005]. Disponible en Internet: <<http://www.infoagro.com/hortalizas/berenjena.htm>>.
- ICONTEC, 2004. Instituto Colombiano de Normas Técnicas, NTC 1220. 1ª Edición. 5p.
- ISSHIKI, S.; TAURA, T. 2003. Fertility restoration of hybrids between *S. melongena* L. and *S. aethiopicum* L. Gilo Group by chromosome doubling and cytoplasmic effect on pollen fertility. *Euphytica*, v. 134:195-201.
- ISSHIKI, S.; KAWAJIRI, N. 2002. Effect of cytoplasm of *Solanum violaceum* Ort. On fertility of eggplant (*S. melongena* L.) *Scientia Horticulturae*, v. 93:9-18.
- ISSHIKI, S.; OKUBO, H.; FUJIEDA, K. 2000. Segregation of isoenzyme in self progenies of a syntethic amphidiploid between *Solanum integrifolium* and *Solanum melongena*. *Euphytica*, v. 111:9-14.
- ISSHIKI, S.; OKUBO, H., FUJIEDA, K. 1994. Phylogeny of eggplant and related *Solanum* species constructed by allozyme variation. *Scientia Horticulturae*, v. 59: 171-176.
- JARL, C.I.; RIETVEL, E.M.; HASS, J.M. 1999. Transfer of fungal tolerance through interspecific somatic hybridization between *S. melongena* and *S. torvum*. *Plant Cell Report*, v. 18:791-796.



- JENSEN, C., JACOBSEN, S., ANDERSEN, M., NUNEZ, N., ANDERSEN, S., RASMUSSEN, L., *et al.*, 2000. Leaf gas exchange and water relation characteristics of field quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) during soil drying. *Europ. J. Agron.*, v. 13: 11-25.
- KADER MOHIDEEN, M.; MUTHUKRISHNAN, C.R.; RAJAGOPAL, A.; ASOK METHA, V. 1977. Studies on the rate of flowering, flower types and fruit set in relation to yielding potential of certain eggplant (*Solanum melongena* L.) *South Indian Horticulturæ*, v25:56-61.
- KALLO, G. 1993. Eggplant (*Solanum melongena* L.). In: Kallo, G. (Ed), *Genetic Improvement of Vegetable Crops*, Pergamon Press, Oxford, pp587-604.
- KAMAT, M.G.; RAO, N.A. 1978. Vegetative multiplication of eggplants (*Solanum melongena* L.) using tissue cultures techniques. *Plant Science Letter*, v. 13:57-65.
- KAMEYA, T.; MAYAZAWA, N.; TOKI, S. 1990. Production of somatic hybrids between (*Solanum melongena* L.) and (*Solanum integrifolium* Poir). *Japanese Journal of Breeding*, v. 40:429-434.
- KANTHARAJAH, A.S.; GOLEGAONKAR, P.G. 2004. Somatic embryogenesis in eggplant. *Scientia Horticulturæ*, v. 99:101-117.
- KARAGIANNIDIS, N.; BLETSOS, F.; STAVROPOULOS, N. 2002. Effect of *Verticillium* wilt (*Verticillium dahliae* Kleb) and mycorrhiza (*Glomus mosseae*) on root colonization, growth and nutrient uptake in tomato and eggplant seedlings. *Scientia Horticulturæ*, v. 94:145-156.
- KARIHALOO, J.L.; BRAUNER, S.; GOTTLIEB, L.D. 1995. Random amplified polymorphic DNA variation in the eggplant, *Solanum melongena* L. (Solanaceae). *Theoretical and Applied Genetics*, v. 90: 767-770.
- KASHYAP, V.; VINOD KUMOR, S.; COLONNIER, C.; FUSARI, F.; HAICOUR, R., ROTINO, G.L., SIHACHAKR, D.; RAJAM, M.V. 2003. Biotechnology of eggplant. *Scientia Horticulturæ*, v. 97:1-25.
- KATAN, J. 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. *Annua. Review of Phytopathology*, v. 19: 211-236.
- KATAN, J.; GEENBERGER, A.; ALON, H.; GRINSTEIN, A. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soilborne pathogens. *Phytopathology*, v. 66: 683-688.
- KAYAMORI, F., AND K. IGARASHI, 1994. Effects of dietary nasunin on the serum cholesterol level in rats. *Bioscience Biotechnology Biochemical*, v. 58: 570-571.
- KAYNAS, K., ÖZELKÖK, S., SÜMELI, N.; ABAK, K. 1995. Controlled and modified atmosphere storage of eggplant (*Solanum melongena* L.) fruits. *Acta Horticulturæ*. (ISHS) 412:143-151. [http://www.actahort.org/books/412/412\\_16.htm](http://www.actahort.org/books/412/412_16.htm). Consultado 01-10-07.
- KHAN, R.; RAO, G.R., BAKSH, S. 1978. Cytogenetics of *Solanum integrifolium* and its possible use in eggplant breeding. *Indian Journal Genetics and Plant Breeding*, v. 38:343-347.
- KIRNAK, H.; KAYA, C.; TAS, I. y HIGGS, D. 2001. The influence of water deficit on vegetative growth, physiology, fruit yield and quality in eggplants. *Bulg. J. Plant Physiol.*, v. 27 (3-4): 34 - 46.



- KITTAS, C., TCHAMITCHIAN, M., KATSOULAS, N., KARAISSKOU, P. Y PAPAIOANNOU, CH. 2006. Effect of two UV-absorbing greenhouse-covering films on growth and yield of an eggplant soilless crop. *Scientia Horticulturae*, v. 110: 30-37.
- KLUGE1, R. A.; CARVALHO, A. C.; RODRIGUEZ, W.G.; TESSARIOLI, J.; JACOMINO, A.P.; SCARPARE, J.A.1999. Avaliação de cultivares de berinjela em armazenamento refrigerado. *Scientia Agricola*, v. 56: 1045-1050, out./dez. Suplemento.
- KRAUP, C y KONAR P. 2004. La berenjena. Hortalizas de estación cálida. [Online]. [Citado en marzo 15 de 2005]. Disponible en Internet: <<http://www.scc.puc.cl/sw-educ/hortalizas/imagenes/berenjena>>
- KRISHNAMURTHI, S.; SUBRAMANIAN, D. 1954. Effect of 2, 4 - dichlorophenoxyacetic acid on *Solanum melongena* L. *Current Science*, v. 23:125-126.
- KRITCHEVSKY, D.; TEPPER, S.A.; STORY, J.A. 1975. Influence of an eggplant (*Solanum melongena*) preparation on cholesterol metabolism in rats). *Exp Pathol (Jena)*, v. (3-4):180-3.
- KUMAR, S.; SINGH, M.; PRABHAVATHI, K.; MATHEWS, A.2003. *In vitro* induction of haploid in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Capsicum and Eggplant Newsletter*, v. 22: 147-150.
- KUMAR, S., MANDAOKAR, K.; SREENIVASU, S.K. CHAKRABATI, S.; BISARI, S., SHARMA, S.R. KAUR, S.; SHARMA, R.P.1998. Insect resistance transgenic brinjal plantas. *Molecular Breeding*, v. 4:33-37.
- LAKSHMANA, R.; SINGH, B. 1991. Plantlet regeneration from encapsulated somatic embryos of hybrid (*Solanum melongena* L.). *Plant Cell Reports*, v. 10: 7-11.
- IANNACONE, R.; FIORE, M.C.; MACCHI, A.; GRIECO, P.D. ARPAIA, S.; PERRONE, D.; MENELLA, G. SUNSERI, F.; CELLINI, F.; ROTINO, G.L. 1995. Genetic engineering of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Acta Horticulturae*, v. 392:227-233.
- LANTTERI, S., BELLETI, P.; NASSI, M.O., QUAGLIOTTI, L. 1990. Cryo - preservation of pepper and eggplant seeds. *Capsicum newsletter*, v. 8-9:64-65.
- LEE, E.M.; KIM, JK.J.; KIM, H.S.; KIM, W.S.; SONG, N.H. 2002. Improvement of eggplant production through night temperature control related with solar radiation and enhancement of plastic house covering. *Acta Horticulturae*, v. 633:287-293.
- LESTER, R. N., 1998 Genetic resources of capsicums and eggplants. Xth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant, Avignon, France, pp. 25-30.
- LIN, K., WENG, C., LO, H. Y CHEN, J. 2004. Study of the root antioxidative system of tomatoes and eggplants under waterlogged conditions. *Plant Science*, v. 167: 355-365.
- LITZ, R.E.; JARRET, R.R. 1991. Regeneración de plantas en el cultivo de tejidos: Embriogénesis somática y organogénesis. pp. 143-157. In: Cultivos de tejidos en la agricultura: Fundamentos y aplicaciones. <http://www.ciat.cgiar.org>. Consultado Diciembre 20-2006.



- LÓPEZ-CANTARERO, I.; RUIZ, J. M.; HERNANDEZ, J.; ROMERO, L. 1997. Nitrogen Metabolism and Yield Response to Increases in Nitrogen-Phosphorus Fertilization: Improvement in Greenhouse Cultivation of Eggplant (*Solanum melongena* Cv. Bonica). Journal of Agricultural Food Chemistry, v. 45: 4227-4231.
- MADALAGERI, B.B., DHARMATTI, P.R.; MADALAGRI, M.B. PADAGANR, G.M.; 1988. Reaction of eggplant genotypes to *Cercospora solani* and *Leucinodes orbonalis*. Plant Pathology Newsletter, v. 6:26-30.
- MAGIOLI, C.; ROCHA, A.P.M.; TARRÉ, E.; SANTIAGO-FERNANDES, L.D.; OLIVEIRA, D.E.; KRUL, W.R.; MANSUR, E. 2001. Effect of morphological factors, antibiotics and *Agrobacterium* co-cultivation in the efficiency of somatic embryogenesis of eggplant (*Solanum melongena* L.). Journal of Plant Biotechnology, v. 3: 19-25.
- MAGIOLI, C.; ROCHA, A.P.M.; DE OLIVEIRA, D.E.; MANSUR, E. 1998. Efficient shoot organogénesis of eggplant (*Solanum melongena* L.) induced by thidiazuron. Plant Cell Report, v. 17:661-663.
- MANGIONE, J. L.; SANCHEZ, G. 1999. Cultivo y manejo poscosecha de berenjena. Mercado Central de Buenos Aires. <http://www.agrarios.tripod.com/hortalizas.htm>. Consultado 01-06-07.
- MAGRA, G.; AUSILIO, A. 2004. Corrección de la acidez de los suelos. Revista Agromensajes. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Rosario (Argentina).v. 13. <http://www.fcagr.unr.edu.ar>. Consultado febrero-25-07.
- MAHDI, M.; DRIS, R. 2004. Pollination and Breeding of eggplant. Food, Agriculture & Environment, v. 2: 218-219.
- MAHMOUDPOUR, M.A.; STAPLETON, J.J. 1997. Influence of sprayable mulch colour on yield of eggplant (*Solanum melongena* L. cv. Millionaire). Scientia Horticulturae, v70:331-338.
- MANGIONE, J. L.; SANCHEZ, G. 1999. Cultivo y manejo poscosecha de berenjena. Mercado Central de Buenos Aires (Argentina). <http://www.agrarios.tripod.com/hortalizas.htm>. Consultado 01-06-07.
- MARTINEZ, J.F.; PALACIOS, J.L. 2001. Identificación de nematodos fitoparásitos presentes en cultivos de hortalizas, en zonas del medio y bajo Sinú, departamento de Córdoba. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo), 33p. Montería. Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Ingeniería Agronómica y Desarrollo Rural.
- MARIANI, P. 1992. Eggplant somatic embryogenesis combined with synthetic seed technology. Capsicum Newsletter. 289-294 (special issue).
- MARION, R. 2004. La berenjena (*Solanum melongena* L.) contiene niveles altos de un compuesto antioxidante. USDA. <http://www.ars.usda.gov>. Consultado Diciembre 30-2006.
- MATHEW, A G.; PARPIA, H.A. 1971. Food browning as a polyphenol reaction. Advances in Food Research, v. 19:75-145.
- MATSUOKA, H. 1983. Factors affecting embryoid formation in hypocotyl callus of *Solanum melongena* L. Japan Journal Breeding, v. 33:303-309.
- MENNELLA, G., ACCIARRI, N.; D ALESSANDRO, A.; PERRONE, D.; ARPAIA, S.; SUNSERI, F.; ROTINO, G.L. 2005. Mixed deployment of Bt - expressing eggplant hybrids as a reliable method to



manage resistance to Colorado potato beetle. *Scientia Horticulturae*, v. 104: 127-135.

MESSIAEN, C.M. 1989. L'aubergine. In: *Le potager tropical, Cultures spéciales*, Vol 2 (399 p) Collection Techniques vivantes, Agence de Coopération Culturelle et Technique - Presses Univ., Paris.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. 2007. Análisis estadístico. <http://www.agronet.co>. Consultado-nov.10-2007.

MODA, V. ; RIEDE, C.R. 1999. Aspectos gerais de biotecnologia e cultura de tecidos.pp543-612. In: *Melhoramento genético de plantas*. Editores deonísio de Castro e Ricardo Montalván.Londrina, Editorial UEL.818p.

MUKHERJEE, S.K.; RATHINASABAPATHI, B.; GUPTA, N. 1991. Low sugar and osmotic requirements for shoot regeneration from leaf pieces of *Solanum melongena* L. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, v. 25: 13-16.

NARSIMHA, R.N. 1979. The barriers of hybridization between *Solanum melongena* and some other species of *Solanum*. In: Hawkes, J.G., Lester, R.N. Skelding, A.D. (Eds.) *The Biology and Taxonomy of the Solanaceae*, pp 605-614.

NASCIMENTO, W.M. 2005. Produção de sementes de hortaliças para a agricultura familiar. EMBRAPA. Circular Técnica 35. Brasília. 15p.

NASCIMENTO, W.M., TORRES, A.C. AND LIMA, L.B. 2003. Pollen viability in hybrid seed production of eggplant under tropical conditions. *Acta Hort.* (ISHS) 607:37-39. Consultado en Diciembre 24 de 2006. [http://www.actahort.org/books/607/607\\_4.htm](http://www.actahort.org/books/607/607_4.htm).

NAZZARENO ACCIARRI, N.; RESTAINO, F.; VITELLI, G.; DOMENICO PERRONE, D.; ZOTTINI, M.; TIZIANA PANDOLFINI, T.; SPENAVO, A., AND GIUSEPPE LEONARDO ROTINO, G.L. 2002. Genetically modified parthenocarpic eggplants: improved fruit productivity under both greenhouse and open field cultivation. *BMC Biotechnology*, v. 2:4 - 11.

NODA, Y.; KNEYUKI, T.; IGARASHI, K. AKITANE MORI, A.; PACKER, L. 2000. Antioxidant activity of nasunin, an anthocyanin in eggplant peels. *Toxicology*, v. 148 :119-123.

NOTHMANN, J.; RYLSKI, I.; SPIGELMAN, M. 1983a. Floral morphology and position, cluster size and seasonal fruit set in different eggplant cultivars. *Journal of Horticultural Science*, v. 58:403-409.

NOTHMANN, J.; RYLSKI, I.; SPIGELMAN, M. 1983b. Interactions between floral morphology, position in cluster and 2, 4 - D treatments in three eggplant cultivars. *Scientia Horticulturae*, v. 20:35-44.

NOTHMANN, J.; RYLSKI, I.; SPIGELMAN, M. 1979. Flowering-pattern, fruit growth and colour development of eggplant during the cool season in a subtropical climate. *Scientia Horticulturae*, v. 11: 217-222.

NOTHMANN, J.; AVIELE, E.; SACHS, M. 1974. Improvement of fruit set of the eggplant (*Solanum melongena* L.) during the cool season of a subtropical climate by application of growth regulators. *Israel Journal of Agricultural Research*, v. 23:129-136.

NUNOME, T., SUWABE, K.; IKETANI, H.; HIRARI, M. 2003. Identification and characterization of microsatellites in eggplant. *Breeding Science*, v. 53:77-83.



- NUNOME, T., ISHIGURO, K.; YOSHIDA, T.; HIRAI, M. 2001. Mapping of fruit shape and color development traits in eggplant (*Solanum melongena* L.) based on RAPD and AFLP markers. *Breeding Science*, v. 51:19-26.
- OHASHI, Y., SANEOKA, H., FUJITA, K., 2000. Effect of water stress on growth, photosynthesis, and photoassimilate translocation in soybean and tropical pasture legume siratro. *Soil Sci. Plant Nutr.* 46: 417-425.
- OIRSA, 2001. Manual Técnico: Cultivo Ecológico de Berenjena. Honduras. 35p.
- PANTASTICO, E. B. 1975. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport: AVI, 559 p.
- PAPADOPOULOS, I.; LEENA, R. 2000. Nitrogen and phosphorus fertigation of tomato and eggplant. *Acta Horticulturae*, v. 511:73-79.
- PASSAM, H.C.; BALTAS, C.; BOYIATZOGLOU, A. KHAH, E.M. 2001. Flower morphology and number of aubergine (*Solanum melongena* L.) in relation to fruit load and auxin application. *Scientia Horticulturae*, v. 89:309-316.
- PASSAM, H.C.; KHAH, E. M. 1992. Flowering, fruit set and fruit and seed development in two cultivars of aubergine (*Solanum melongena* L.) grown under plastic cover. *Scientia Horticulturae*, v51:179-185.
- PBASE. 2007.<http://www.pbase.com> *Tetranychus urticae* Koch. Jpg. Consultado diciembre - 10-2007.
- PÉREZ, M.; MONTOYA, R.A.; CARDONA, C.; ARAMENDIZ, H., ROBLES, J. 2006. Efecto de cuatro densidades de población sobre el crecimiento del fruto de berenjena (*Solanum melongena* L.). *Temas Agrarios*, v. 11 (2):14-25.
- PÉREZ, J.D. 2006. Estudio de la biología floral de la berenjena (*Solanum melongena* L.) en el valle del Sinú medio. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). 72p. Montería. Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- PETROV, C.; NAKOV, B.; KRASTEVA, L. 1989. Studies on the resistance of eggplant introductions to *Verticillium* wilt.p27. In: Proceedings of the Seventh Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant, Yugoslavia
- PETROV, H.R., DOIKOVA, M. AND POPOVA, D. 1981. Studies on the quality of eggplant seed. *Acta Horticulturae*. (ISHS) 111:273-280. Consultado Diciembre 24-06. [http://www.actahort.org/books/111/111\\_39.htm](http://www.actahort.org/books/111/111_39.htm).
- PHATAK, S.C.; LIU, J.; JAWORSKI, C.A.; SULTANBAWA, A.F. 1991. Functional male sterility in eggplant: inheritance and linkage to the Purple fruit color gene. *Journal of Heredity*, v. 82:81-83.
- PHATAK, S.C.; JAWORSKI, C.A. 1989. UGA 1-MS, ale-sterile germplasm. *Hortscience*, v. 24:1050-1051.
- PHATAK, S.C.; LIU, J.; JAWORSKI, C.A., SULTANBAWA, A.F. 1981. Functional Male Sterility in Eggplant: Inheritance and Linkage to the Purple Fruit Color Gene. *The Journal of Heredity*, v. 82:81-83.



- PICOLI, E.A.T.; OTONI, W.C., CECON, P.R.; FARI, M.; 2000. Influence of antibiotics on NAA – induced somatic embryogenesis in eggplant (*Solanum melongena* L. cv Embu). International Journal Horticultural Science, v. 6:88-95.
- PIRINÇ, V.; PAKYÜREK, Y. 2004. A Study on Comparison of Eggplant Population with Their Selfing Lines. International Journal of Agriculture & Biology, v. 6:874-876.
- PRABHAVATI, V.; YADAV, J.S., KUMAR, P.A., RAJAM, M.V., 2002. Abiotic stress tolerance in transgenic eggplant (*Solanum melongena* L.) by introduction of bacterial mannitol phosphodehydrogenase gene. Molecular Breeding, v. 9:137-147.
- PRAMOD, S.N.; VENKATESH, Y.P. 2004. Allergy to eggplant (*Solanum melongena* L.). J Allergy Clin Immunology, v. 113: 1-3.
- PROHENS, J.; BLANCA, J.M.; NUEZ, F. 2005. Morphological and Molecular Variation in a Collection of Eggplant from a Secondary Center of Diversity: Implications for Conservation and Breeding. Journal American Society Horticultura, v. 130:54-63.
- PROHENS, J.; NUEZ, F. 2001. Spanish traditional varieties of eggplant. Vida rural, v. 130:46-50.
- PULLMAN, G. S.; DEVAY, J. E.; GARBER, R. H.; WEINHOLD, A. R. 1981. Soil solarization: Effects on *Verticillium dahliae*, *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* and *Thielaviopsis basicola*. Phytopathology, v. 71: 954-959.
- QARYOUTI, M.M.; HADMAN, H.; EDWAN, M. 2003. Agronomical variation in Jordanian eggplant (*Solanum melongena* L.) landraces. Capsicum newsletter, v. 22:131-134.
- QUAGLIETTA, F.; ZERBI, G. 1986. Water requirements of eggplant grown under a greenhouse. Acta Horticulturae, v. 191:149-151.
- RAO, P.V.; SINGH, B. 1991. Plantlet regeneration from encapsulated somatic embryos of hybrid *Solanum melongena* L. Plant Cell Reproduction, v. 10:7-11.
- RAO, G.R. 1980. Cytogenetic relationship and barrier to gene exchange between *Solanum melongena* L. and *Solanum hispidum* Pers. Cariologya, 39:645-654.
- REGINA, E; MENDES, M y LEMES, M. 1995. Biología floral e reprodução de *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) no estado de sao Paulo, Brasil. [Online]. [Citado en junio 12 de 2005]. Disponible en Internet: <<http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=505751//> >
- REINET, J. 1958. Über die kontrolle der Morphogenese und die Induktion von Adventivembryonen na gewebeulturen aus karotten. Planta, v. 53: 318-320.
- RIBEIRO, C.; BRUNE, S.; REIFSCHNEIDER, F. 1998. Cultivo da Berinjela (*Solanum melongena* L.). EMBRAPA HORTALICAS, N° 15.23p.
- RIFRAN, N. 2003. Nutrientes esenciales. <http://www.monografias.com>. Consultado Septiembre 15-2003.
- RYALL, A.L.; LIPTON, W.J. 1979. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. 2 ed. Westport: AVI, 560p.



- RYLSKI, I.; NOTHMANN, J.; ARCAN, L. 1984. Differential fertility in short - styled eggplant flowers. *Scientia Horticulturae*, v. 22:39-46.
- ROCA, W.; NUÑEZ, V.; MORNAN, K. 1991. Cultivo de anteras y mejoramiento de plantas. pp271-275. In: *Cultivos de tejidos en la agricultura: Fundamentos y aplicaciones*. Editores William Roca; Luis Mrongiski. 953p. Consultado: Dic.15-2006. <http://www.ciat.cgiar.org>.
- RODRIGUEZ, A.J.; PROHENS, J.; NUEZ, F. 2003. Performance of Irbid segregation populations of pepino (*Solanum muricatum*) and its relation to genetic distance among parents. *Journal Horticultural Science Biotechnology*, v. 78:911-918.
- ROTINO, G.L.; SCHIAVI, M.; FALAVIGNA, A.; PEDRAZZINI, E.; PERRONE, D.; SALZANO, M.; CORREALE, A.; RESTAINO, F. 1992a. Comparison of eggplant doubled-haploid lines with their inbred and hybrid parental genotypes. *Capsicum Newsletter*. Special issue: 283-288.
- ROTINO, G.L.; ARPAIA, S.; IANNACONER.; INNAMICO, v. , MENNELLA, G.; ONOFARO, V.; PERRONE, D.; SUNSERI, F.; XIKE, Q.; SPONGA, S. 1992 b. *Agrobacterium* mediated transformation of *Solanum* spp. Using a *Bacillus thuringiensis* gene effective against coleopteran. In: *Proceedings of the Eighth Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant*, Rome, Italy, pp 295-300.
- ROTINO, G.L.; SCHIAVI M.; VICINI, A.; FALAVIGNA A.. 1991. Variation among androgenetic lines of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Journal Genetic and Breeding*, v. 45:141-146.
- ROTINO, G.L. GLEDDIE, S.1990. Transformation of eggplant (*Solanum melongena* L.) using a binary *Agrobacterium tumefaciens* vector. *Plant Cell Report*, v. 9:26-29.
- ROTINO, G.L.; FALAVIGNA, A.; FIUME, F.; NERVO, G.; RESTAINO, F. 1987. Possibility of eggplant (*Solanum melongena* L.) improvement through in vitro techniques. *Genetic Agraria*, v. 41:314-315.
- RUSSO, C.; VENORA, G.; ROTINO, G.L.; CONCICELLA, C. 1992. Karyotype analysis in wild species of *Solanum* spp. pp272-277. In: *VIIIth Meeting "Genetic and Breeding on Capsicum and Eggplant"*. Rome, Italy. 7-10 September. *Capsicum newsletter* (issue special).
- RYALL, A.L.; LIPTON, W.J. 1979. *Handling, transportation and storage of fruits and vegetables*. 2 ed. Westport: AVI, 560p.
- RYLSKI, I.; NOTHMANN, J.; ARCAN, L. 1984. Differential fertility in short - styled eggplant flowers. *Scientia Horticulturae*, v. 22:39-46.
- SAKATA, Y.; NISHIO, T.; MATTHEWS, P.J. 1991. Chloroplast DNA analysis of eggplant (*Solanum melongena* L.) and related species for taxonomic affinity. *Euphytica*, v. 55: 21-26.
- SAKATA, Y., NISHIO, T.; MON MA, S. 1989. Resistance of *Solanum* species to *Verticillium* wilt and bacterial wilt. p.177. In: *Proceedings of the Eucarpia 55th meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant*, Kragujevac, Yugoslavia.
- 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 (Ingeniero Agrónomo). 49p. Montería. Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Ingeniería Agronómica y Desarrollo Rural.

- SALUNKHE, D.K.; DESAI, B.B. 1984. Postharvest biotechnology of vegetables. Boca Raton: CRC Press, 194p.v. 2.
- SAMBANDAM, C.N.; CHELLIAH, S. 1983. Breeding brinjal for resistance to *Aphis gossypii* G. p.15.In: Proceedings of the National Seminar on Breeding Crop Plants for Resistance to Pests and Diseases. Tamil Nadu Agricultural University.
- SÁNCHEZ, V. C.; ARRIETA, A. A.; FLOREZ, D.S.; MERCADO, T.T.; MARTÍNEZ, A.J.; MARTÍNEZ, R.A. 2004. Requerimiento hídrico de la berenjena *Solanum melongena* L. bajo riego por goteo en el Valle del Sinú. *Agronomía Colombiana*, v. 22 (2): 170-176.
- SANGOWAWA, B.G. 1986. Karyotype of West African *Solanum melongena* L.Nucleus, v. 29: 21-22.
- SANGUINETI, M.C.; TUBEROSA, R.; CONTI, S. 1990. Field evaluation of androgenic lines of eggplant. *Acta Horticulturae*, v. 280: 177-181.
- SANKAR, V. ; JANSIRANI, P.; SATHIYAMURTHY, v. A.; and VEERARAGAVATHATHAM, D. 2001. Studies on the efficient seed production technology in brinjal F<sub>1</sub> hybrid "COBH 1" (EP45 x CO2). *Capsicum & Eggplant newsletter*, v. 20: 106-109.
- SANKAR, V. ; VEERARAGAVATHATHAM, D.; SATHIYAMURTHY, v. A.; JANSIRANI, P. 2001. Studies on the efficient seed production technology in brinjal F<sub>1</sub> hybrid "COBH 1" (EP45 x CO2). *Capsicum & Eggplant newsletter*, v. 20: 106-109.
- SARKER, B.; HARA, M.; UEMURA, M. 2004. Comparison of response of two C3 species to leaf water relation, proline synthesis, gas exchange and water use under periodic water stress. *Journal of Plant Biology*, v. 47: 33-41.
- SARKER, B.; HARA, M.; UEMURA, M. 2005. Proline synthesis, physiological responses and biomass yield of eggplants during and after repetitive soil moisture stress. *Scientia Horticulturae*, v. 103: 387-402.
- SAVVAS, D. ; LENZ, F. 2000. Effects of NaCl or nutrient-induced salinity on growth, yield, and composition of eggplants grown in rockwool. *Scientia Horticulturae* 84: 37-47.
- SCHAFF, D.A.; JELENKOVIC, G., BOYER, C.D.POLLACK, B.L. 1982. Hybridization and fertility of hybrid derivatives of *Solanum melongena* L. and *Solanum macrocarpum* L. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 62:149-153.
- SCHALK, J.M., STONER, A.K., WEBB, R.B.; WINTERS, H.F.1975. Resistance in eggplant, *Solanum melongena* L. and nontuber-bearing *Solanum* species to carmine spider mite. *Journal American Society Horticultural*, v. 100:479-481.
- SCHWANZ, P., PICON, C., VIVIN, P., DRYER, E., GUEHL, J. Y POLLE, A. 1996. Responses of antioxidative systems to drought stress in pendunculate oak and maritime pine as modulated by elevated CO<sub>2</sub>. *Plant Physiol.* 110: 393-402.
- SENIZ, V. 1994. Seedling production in solanaceae crops. *Acta Horticulturae*, v. 366:243-250.



- SERRANO, C.Z. 1976. Cultivo de la berenjena. Hojas Divulgativas del Ministerio de Agricultura de España, Número 19-76 HD. 24p.
- SHAH, J.J.; PATEL, J.D. 1970. Morpho-histogenetic studies in vegetative and floral buds of brinjal and chilli. *Phytomorphology*, v. 20:209-221.
- SHARMA, T.V.; SWAROOP, K. 2000. Genetic variability and character association in brinjal (*Solanum melongena* L.). *Indian Journal Horticultural*, v. 57:59-65.
- SHARMA, P.; RAJAM, M.V. 1995. Genotype, explant and position effects on organogenesis and somatic embryogenesis in eggplant (*Solanum melongena* L.) *Journal Experimental Botanica*, v. 46:135-141.
- SHARMA, P.; RAJAM, M.V. 1995. Genotype, explant and position effects on organogenesis and somatic embryogenesis from different hypocotyl segments of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Journal Plant Physiology*, v. 146:658-664.
- SHARMA, D.R.; CHAWDHURY, J.B.; AHUJA, U.; DHANKHAR, B.S. 1980. Interspecific hybridization in the genus *Solanum*. A cross between *S. melongena* and *S. khasianum* throughout embryo culture. *Z. Pflanzenzuecht*, v. 85:248-253.
- SHEELA, K.B.; GOPALKRISHANA, P.K.; PETER, K.V. 1984. Resistance to bacterial wilt in a set of eggplant breeding lines. *Indian Journal Agriculture Science*, v. 54:457.
- SIDHU, A.S.; BAL, S.S.; BEHERA, T.K.; RANI, M. 2005. An Outlook in Hybrid Eggplant Breeding. *Journal of New Seeds*, v. 6:15-29.
- SIHACHAKR, D.; CHAPUT, MH.; SERRAF, I.; DUCREUX, G. 1993. Regeneration of plants from protoplasts of eggplant (*Solanum melongena* L.). In: Bajaj YPS (ed) *Biotechnology in Agriculture and Forestry, Plant Protoplasts and Genetic Engineering*, Vol IV (pp 108-122). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- SIHACHAKR, D.; DUCREUX, G.; VEDEL, F.; ALLOT, M.; SAN, L. SERVAES, A. 1989. Somatic hybridization of eggplant (*Solanum melongena* L.) with (*Solanum nigrum* L.) by protoplast electrofusion. In: *Proceeding of the International Conference on the Impact of Biotechnology on Agriculture*, Amiens, July 10.
- SIHACHAKR, D.; HAICOUB, R.; SERRAF, I.; BARRIENTOS, E.; HERBRETEAU, C.; DUCREUX, G.; ROSSINGNOL, L.; SOUVANNAVONG, v. 1988. Electrofusion for the production of somatic hybrids plants of *Solanum melongena* and *Solanum khasianum*. *Plant Science*, v. 57: 215-223.
- SILJAK, S.; ISOUARD, G. 1983. Contribution 'a L'étude cariologique de L'aubergine (*Solanum melongena* L.). *Agronomie*, v. 3: 81-86.
- SINGH, N.D.; MITAL, R.K. 1988. Genetics of yield and its components in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Indian Journal Agricultural Science*, v. 58:403-408.
- SOUZA, J.L. de; RESENDE, P. 2006. Cultivo orgânico da berinjela. In: *Manual de Horticultura orgânica*. p.503-510. 2 ed. Viçosa, M.G. 843p.
- STANDIFER, L. C.; WILSON, P.; PORCHE-SORBER, R. 1984. Effects of solarization on soil weed populations. *Weed Science* 32: 569-573.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
MEXICALCO



- STEVENS, M.A.; RUDICH, J. 1978. Genetic potential for overcoming physiological limitations on odoprebily yield and in the tomato. Hortscience, Alexandria, v. 13: 673-678.
- STEWART, F.C., MAPES, M.O.; SMITH, J. 1958. Growth and organized development of cultured cells. I. Growth and division of freely suspended cells. American journal of Botanic, v. 45: 693 - 698.
- 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, v. 44:55-59.
- SUNSERI, F.; FIORE, M.C.; MASTROVITO, F.; TRAMONTANO, E.; ROTINO, G.L. 1993. *In vivo* selection and genetic analysis for kanamycin resistance in transgenic eggplant (*Solanum melongena* L.). Journal Genetic and Breeding, v. 47:299-306.
- SWARUP, v. 1995. Genetic resources and breeding of aubergine (*Solanum melongena* L.). Acta Horticulturae, v. 412: 71-79.
- TIGGHELAAR, E.C., JANICK, J., ERICKSON, H. 1968. The genetics of anthocynin coloration in eggplant (*Solanum melongena* L.).Genetics, v. 60:475-491.
- TUBEROSA, R.; SANGUINETI, M.C.; CONTI, S. 1987. Anther culture of eggplant (*Solanum melongena* L.) lines and hybrids. Genetics Agraria, v. 41:267-274.
- UNICEF, 2007. UNICEF en los Estados Unidos. [http://www.unicef.org/spanish/infobycountry/usa\\_statistics.htm](http://www.unicef.org/spanish/infobycountry/usa_statistics.htm). Consultado-nov. 10 -2007.
- VAGHASIYA, M.H.; KATHIRIA, K.B.; BHALALA, M.K.; DOSHI, K.M. 2000. Gene action for yield and its components in two crosses of brinjal (*S. melongena* L.). Indian Journal Genetic, v. 60:127-130.
- VADIVAL, E.; KARMAN, J.J. 1988. Evaluation and documentation of eggplant germplasm. Capsicum newsletter, v. 7:80.
- VANDER ZAAG, P.; DEMAGANTE, A.; ACASIO, R.; DOMINGO, A.; HAGERMAN, H. 1986. Response of solanum potatoes to mulching during different seasons in an asohyperthermic environment in the Philippines. Tropical Agricultural, v. 63: 229-239.
- VENORA, G., RUSSO, C.; ERRICO, A. 1992. Karyotype analyses in *Solanum melongena* L. pp 266-271. In: VIIIth Meeting "Genetic and Breeding on Capsicum and Eggplant" Rome, Italy. 7-10 September. Capsicum newletter (issue special).
- VÍA RURAL, 2007. [www.viarural.com.ar/.../phomopsis-vexans-01.jpg](http://www.viarural.com.ar/.../phomopsis-vexans-01.jpg)
- 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. 35p.
- 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, v. 7:31-36.
- WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, W.B.; HALL, E.G. 1981. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. Kensington: New South Wales University Press, 161p.



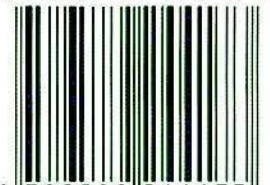
- WU, S.B.; LI, Z. 1985. Preliminary studies on the chromosome morphology of several wild and cultivated eggplants. *Acta Botanica Sinica*, v. 27: 361-369.
- www.kokopelli-seed foundation, 2006. Manual de producción de semillas de berenjena. Consultado Abril 20-2006.
- www.pbase.com (2007). *Tetranychus urticae* Koch. JPG. Consultado Dic. 10-2007.
- YADAV, J.S.; RAJAM, M.V. 1997. Spatial distribution of free and conjugated polyamines in leaves of *Solanum melongena* L. associated with differential morphogenetic capacity: efficient somatic embryogenesis with putrescine. *Journal Experimental Botanic*, v. 48:1537-1545.
- YAMAKAWA, K.1982. Use of rootstocks in Solanaceous fruit-vegetable production in Japan. *Japan Agricultural Research Quart*, v. 15:175-179.
- YAMAKAWA, K., MOCHIZUKI, H., 1979. Nature and inheritance of *Fusarium* wilt resistance in eggplant cultivars and related wild *Solanum* species. *Bull. Vegetable Ornamental Crops Station A*, v. 6:19.
- YUSUFOV, A.; ALIEVA, Z. 2002. Initial Stages of Morphogenetic Changes in Detached Cotyledons, Hypocotyls, and Leaves of Kidney Beans and Eggplants under Salinity Conditions. *Russian Journal of Plant Physiology*, v. 49(6): 789-791.
- ZHANG, M. Y CHEN D. 2006. Effects of low temperature soaking on color and texture of green eggplants. *Journal of Food Engineering*, v. 74: 54-59.
- ZORNOZA, P.; MOLLÁ, E.; ESTEBAN, R.M.; LÓPEZ-ANDREU, F.J. 1995. Response of some cultivars of eggplant to the nutrient solution concentration. *Acta Horticulturae*, v. 412:447-454.
- ZÚÑIGA, L.; MARTÍNEZ, J.; BACA, G.; MARTÍNEZ, A.; TIRADO, J., KOHASHI, J. 2002. Producción de chile pimiento em dos sistemas de riego bajo condiciones hidropónicas. *Agrociencia*, v. 38(2): 207-218.



Ciudad Universitaria Carrera 6 No. 76-103 - Código Postal: 354  
PBX: +57(4) 7904050 / 7860381 - Montería, Colombia-Sur América.  
[www.unicordoba.edu.co](http://www.unicordoba.edu.co)

*Comprometida con el Desarrollo Regional*

ISBN: 978-958-9244-17-3



9 789589 244173

