

Universidad de Puerto Rico  
Recinto Universitario de Mayagüez  
Colegio de Ciencias Agrícolas  
**Estación Experimental Agrícola**  
Río Piedras, Puerto Rico



**CONJUNTO TECNOLÓGICO PARA  
LA PRODUCCIÓN DE  
BERENJENA**

**Mayo 2006**

**Publicación 165**

## CONTENIDO

<b>Agradecimiento</b> .....	5
<b>Introducción</b> .....	7
<i>Prof. Sonia L. Martínez, Investigadora Asociada</i>	
<b>Características de la Planta</b> .....	9
<i>Prof. Guillermo J. Fornaris, Investigador Asociado</i>	
<i>Clasificación y origen</i> .....	9
<i>Usos</i> .....	9
<i>Descripción de planta, inflorescencia y fruta</i> .....	9
<i>Polinización</i> .....	10
<i>Requisitos climatológicos</i> .....	11
<b>Varietades y su Selección</b> .....	13
<i>Prof. Guillermo J. Fornaris, Investigador Asociado</i>	
<i>Conceptos básicos</i> .....	13
<i>Varietades más sembradas</i> .....	13
<i>Aspectos a considerar en la selección de una variedad</i> .....	14
<i>Proceso de evaluación de variedades en la finca</i> .....	15
<b>Suelo y Preparación del Terreno</b> .....	17
<i>Prof. Sonia L. Martínez, Investigadora Asociada</i>	
<i>Tipo de suelo</i> .....	17
<i>Preparación del terreno</i> .....	18
<i>Preparación de los bancos para la siembra</i> .....	19
<i>Consideraciones generales en suelos inclinados</i> .....	20
<i>Control de erosión y manejo de aguas</i> .....	20
<i>Uso de cubierta plástica sobre el banco</i> .....	21
<b>Siembra</b> .....	23
<i>Prof. Sonia L. Martínez, Investigadora Asociada</i>	
<i>Época de siembra</i> .....	23
<i>Sistemas de siembra</i> .....	23
<i>Semilla</i> .....	23
<i>Preparación de semilleros</i> .....	24
<i>Endurecimiento de las plántulas antes de la siembra ('hardening')</i> .....	24
<i>Distancia de siembra en el campo</i> .....	25
<i>Poda de la planta</i> .....	25
<b>Abonamiento</b> .....	27
<i>Prof. Luis Ernesto Rivera, Investigador</i>	
<i>Determinación de la fertilidad del suelo</i> .....	27
<i>Programa de fertilización para berenjena</i> .....	29
<i>Aplicación mediante el riego por goteo</i> .....	30
<i>Aplicación para otras áreas geográficas y otros sistemas de riego</i> .....	32
<i>Elementos menores y uso de bioestimulantes</i> .....	32

<b>Riego</b> .....	35
<i>Prof. Luis Ernesto Rivera, Investigador</i>	
<i>Importancia</i> .....	35
<i>Agua disponible en el suelo</i> .....	35
<i>Absorción de agua</i> .....	38
<i>Momento de aplicar riego</i> .....	39
<b>Malezas</b> .....	47
<i>Dra. María de L. Lugo, Investigadora</i>	
<b>Insectos</b> .....	49
<i>Prof. Irma Cabrera, Investigadora Asociada</i>	
<i>Prof. Aristides Armstrong, Investigador</i>	
<b>Enfermedades</b> .....	55
<i>Prof. Evelyn Rosa, Investigadora Auxiliar</i>	
<i>Enfermedades causadas por hongos</i> .....	56
<i>Enfermedades causadas por bacterias</i> .....	60
<b>Nematodos</b> .....	63
<i>Prof. Nydia Vicente, Investigadora Asociada</i>	
<i>Introducción</i> .....	63
<i>Síntomas</i> .....	64
<i>Control</i> .....	64
<b>Cosecha y Manejo Postcosecha</b> .....	67
<i>Prof. Guillermo J. Fornaris, Investigador Asociado</i>	
<i>Momento para cosechar</i> .....	67
<i>Proceso de la cosecha</i> .....	67
<i>Clasificación</i> .....	69
<i>Empaque</i> .....	71
<i>Condiciones para almacenamiento o transporte</i> .....	72
<i>Manejo general de enfermedades postcosecha</i> .....	74
<b>Prevención de Enfermedades al Consumidor</b> .....	77
<i>Prof. Guillermo J. Fornaris, Investigador Asociado</i>	
<b>Presupuesto Modelo</b> .....	81
<i>Prof. Myrna Comas, Especialista en Economía Agrícola</i>	
<i>Prof. Melvin Irizarry, Especialista en Hortalizas</i>	

**Coordinador:** *Prof. Guillermo J. Fornaris*, Líder Proyecto SP-352. Bajo este proyecto especial, los autores antes mencionados redactaron las secciones de este conjunto tecnológico.

**Editora Técnica:** *Prof. Wanda I. Lugo*

**Foto en Portada por:** *Prof. Guillermo Fornaris*

Frutas de berenjena “Rosita” humedecidas para mantener su turgidez, procedentes de la finca del Agro. Angel Portalatín en Santa Isabel, P.R.



## **Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena<sup>1</sup>**

### **INTRODUCCIÓN<sup>2</sup>**

*Prof. Sonia L. Martínez<sup>3</sup>*

En el año 2003-04 la berenjena ocupó el tercer lugar en importancia económica entre las hortalizas de la familia de las solanáceas que se cultivan en Puerto Rico. Le preceden en valor dentro de este grupo el tomate, el pimiento y el ají dulce. De acuerdo a cifras de la Oficina de Estadísticas Agrícolas del Departamento de Agricultura de Puerto Rico para el año 2003-2004, la producción local de berenjena fue de 16,256 quintales con un precio por quintal en la finca de \$39.78, generando \$647,000 como valor total de la producción. A partir del año 1989-90, cuando se registró una producción de 37,000 quintales, la producción comercial de berenjena en Puerto Rico ha presentado fluctuaciones, con una tendencia hacia un descenso en la producción. La producción más baja de ese periodo fue en el 2000 con 10,319 quintales. El consumo per cápita para el año 2004 fue de 0.47 lb. Las importaciones del producto alcanzaron los 1,889 quintales para ese año.

Actualmente el mayor porcentaje de la producción de berenjena en la isla proviene de los proyectos de hortalizas de la costa sur, principalmente de los municipios de Juana Díaz, Santa Isabel, Guánica y Lajas. Alrededor de 15 agricultores están dedicados a la siembra comercial de berenjena en esta zona.

Esta publicación presenta información básica sobre el cultivo de berenjena así como una serie de prácticas de producción, algunas de las cuales han sido desarrolladas por el programa de investigación de la Estación Experimental Agrícola. Además, se incluyen otras prácticas agrícolas que han sido utilizadas a través de los años por los agricultores en la producción comercial de berenjena. También incluimos un Presupuesto Modelo, el cual presenta un estimado de los gastos e ingresos por cuerda en una siembra de berenjena al nivel comercial. Este Conjunto Tecnológico es una guía técnica de mucha utilidad para sus usuarios y muy práctica para el agricultor que quiere optimizar su producción. Las prácticas recomendadas promueven la conservación de los recursos naturales con el fin de mantener en armonía el desarrollo agrícola y el medio ambiente.

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena* (Publicación 165. Mayo 2006).

<sup>3</sup> Investigadora Asociada, Departamento de Horticultura, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

## Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena<sup>1</sup>

### CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA<sup>2</sup>

*Prof. Guillermo J. Fornaris<sup>3</sup>*

#### *Clasificación y Origen*

La berenjena (*Solanum melongena* L.) es una planta dicotiledónea, herbácea y perenne de vida corta (sembrada como anual), que pertenece a la familia Solanaceae. En esta familia botánica se encuentran otras plantas cultivadas como el tomate, el pimiento, el ají dulce, la papa, el tomatillo, el tabaco y la petunia. La berenjena se originó posiblemente en el norte de la India, donde se ha encontrado en su estado silvestre (plantas espinosas de frutos amargos). En la India ocurrió la mayor domesticación de los tipos de fruta grande no-amarga. De allí se diseminó hacia el este, hasta la China, para el siglo 5 DC. China se convirtió en un segundo centro de domesticación de la berenjena, especialmente de los tipos de fruta pequeña. Hacia el oeste fue llevada por los árabes, llegando a España para el siglo 13; probablemente fue llevada a África por los persas. Para el siglo 16 se conocían en Europa variedades de berenjena con espinas y sin espinas en sus tallos, hojas y el cáliz de las frutas. Los españoles la introdujeron al Nuevo Mundo, diseminándose posteriormente por todas las Américas. Algunos de los nombres comunes que se utilizan actualmente para referirse a la berenjena en los mercados internacionales son “aubergine” (en francés), “eggplant” (en inglés), “brinjal” (en indio), y “malanzana” (en italiano).

#### *Usos*

La fruta de la berenjena se consume mayormente en su etapa inmadura, cuando la semilla todavía está tierna. Se prepara principalmente cocida en diversos platos, acompañando la carne o el plato principal. Esta puede ser guisada, horneada, salteada o frita. En algunos lugares la preparan rellena, dividiéndola longitudinalmente en dos. En algunos platos, como la lasaña, se utiliza como sustituto de la carne o la pasta. La fruta cruda puede ser usada en “curries” o marinada con vinagre y especias. Se considera que las raíces, hojas, flores y frutas tienen propiedades medicinales.

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena* (Publicación 165. Mayo 2006).

<sup>3</sup> Investigador Asociado, Departamento de Horticultura, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

## ***Descripción de planta, inflorescencia y fruta***

**Planta** - La planta de la berenjena es mayormente de porte arbustivo erecto, de 2 a 5 pies de alto o más, tomentosa (cubierta con una vellosidad lanosa), a veces con espinas. Sus tallos son bien ramificados, y van de leñosos en la parte inferior a herbáceos en la parte superior. Sus ramas laterales y terminales son indeterminadas en su crecimiento. Las hojas son alternadas y simples, de forma ovalada a ovalada-oblonga, de obtusa a aguda en su ápice, redondeada o cordada en su base, y con pecíolos largos (de 1 a 4 pulgadas). La lámina de la hoja mide de 6 a 9 pulgadas de largo (en ocasiones hasta 15 pulgadas), la superficie es vellosa (en ocasiones con pequeñas espinas en el envés), y los bordes son irregularmente ondulados y lobulados. Su sistema radicular es vigoroso, extenso y moderadamente profundo, con la capacidad de penetrar en el suelo hasta profundidades de 36 a 48 pulgadas cuando las condiciones físicas del suelo son favorables para su desarrollo; la ramificación es profusa en las primeras 12 a 18 pulgadas. El desarrollo del sistema de raíces es menor cuando se siembra por trasplante, o cuando el riego es superficial o alcanza poca profundidad.

**Inflorescencia** – Las flores de la planta de berenjena son perfectas o hermafroditas, con 5 a 10 estambres (estructura masculina) y un pistilo (estructura femenina) en cada flor. Las flores se desarrollan opuestas o casi opuestas a las hojas, y no en las axilas de las hojas como en la mayoría de las plantas. Se presentan usualmente solitarias o en grupos de dos a cinco. Cuando las flores se presentan en grupos o racimos, la primera flor de cada grupo es normal y desarrolla una fruta, mientras que las demás rara vez fructifican. Las flores tienen un diámetro de 1½ a 2 pulgadas, con pétalos que varían en color de blanco hasta violeta oscuro y un cáliz que en ocasiones es espinoso; el ovario está usualmente dividido en dos lóbulos. El pedúnculo (de la flor solitaria) o pedicelo (de la flor individual en una inflorescencia) es corto, pero se alarga hasta 1½ a 3 pulgadas y se endurece según se desarrolla la fruta. Al mismo tiempo el cáliz se desarrolla en una estructura carnosa persistente.

**Fruta** - La fruta de la berenjena es una baya sencilla, carnosa y de superficie lisa. Su forma puede variar: redonda, ovalada (forma de pera), oblonga (más larga que ancha), o bien alargada. Las variedades comerciales utilizadas en los Estados Unidos y Puerto Rico se dividen principalmente en ovaladas y oblongas en cuanto a su forma, y de un tamaño que fluctúa mayormente de 5 a 8 pulgadas de largo y de 3 a 4½ pulgadas de diámetro. Las variedades comerciales de tipo oriental más conocidas producen frutas alargadas y delgadas, de 6 a 12 pulgadas de largo y 1½ a 3 pulgadas de diámetro. La piel de la fruta inmadura es brillante y su color externo en esta etapa puede variar, dependiendo de la variedad. La mayoría de las variedades comerciales producen frutas de color púrpura claro a púrpura-negro. También se encuentran variedades que producen frutas de color blanco, blanco amarillento, verdoso, rojizo; otras producen frutas de un color variegado. Las frutas moradas o púrpuras están asociadas con corolas y follajes con tonalidades purpúreas, mientras que las frutas de colores claros se asocian a corolas blancas y a follajes completamente verdes. El color externo de la fruta al madurar se va deteriorando, eventualmente tornándose amarillo o bronceado. La pulpa de la fruta es blanca y firme, se oscurece un poco y se ablanda (textura gomosa) al madurar. Las semillas maduras son pequeñas, generalmente numerosas, de color marrón o café claro, lisas y en forma de disco (discoidales). Éstas crecen en una placenta carnosa y están distribuidas a través de la fruta.

## ***Polinización***

La flor de la berenjena se mantiene abierta por dos o tres días sin cerrar de noche. Normalmente se autopoliniza, pero se han reportado niveles de 6 a 20% de polinización cruzada, en algunos casos alcanzando 46 a 70%. Se considera que la presencia de abejas ayuda a asegurar una buena polinización en las siembras de berenjena, ya sean éstas para la producción de fruta o de semilla. La polinización cruzada no ocurre entre siembras de berenjena separadas por una distancia de  $\frac{1}{4}$  de milla (1,320 pies), distancia requerida para la producción de semilla de variedades de polinización abierta.

## ***Requisitos climatológicos***

La berenjena crece mejor a temperaturas promedio mensuales de 70° a 85° F, por lo que se clasifica como un cultivo de época cálida (warm season crop). Las temperaturas promedio menores de 65° F o mayores de 95° F pueden ser limitantes para el crecimiento, polinización y fructificación de este cultivo. Temperaturas diurnas de 80° a 90° F y temperaturas nocturnas de 70° a 80° F se consideran como óptimas. El crecimiento es mínimo a temperaturas bajo los 60° F. Tanto la planta como las frutas sufren daño por frío cuando se exponen por varios días a temperaturas bajo los 50° F. Un ambiente de temperaturas altas y poca humedad podría causar un crecimiento lento de la planta y frutas con sabor amargo. Los requisitos de temperatura para producir un mejor rendimiento y calidad de frutas pueden ser diferentes entre las variedades de berenjena. La berenjena aparentemente no responde al largo del día para su florecida. Condiciones de humedad muy alta o muy baja favorecen la presencia de distintos tipos de enfermedades e insectos que pueden ser dañinos a la planta.

## Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena<sup>1</sup>

### VARIEDADES Y SU SELECCIÓN<sup>2</sup>

*Prof. Guillermo J. Fornaris<sup>3</sup>*

#### *Conceptos básicos*

Una de las decisiones más importantes de un agricultor al planificar establecer una siembra de berenjena es la selección de la variedad a sembrar. Una selección inapropiada puede resultar en bajos rendimientos o en la cosecha de un producto de poca aceptación en el mercado. Es importante seleccionar la variedad a sembrar con suficiente tiempo antes de la fecha de siembra, para evitar posibles problemas de disponibilidad de la semilla y para asegurar que la misma sea de buena calidad (i.e., germinación y pureza).

Un agricultor que por primera vez va a establecer una siembra de berenjena debe informarse sobre cuál variedad o variedades han tenido un buen comportamiento en su zona o en zonas similares de forma consistente durante los pasados años. Para obtener esta información puede consultar al agente agrícola de su municipio, a otros agricultores de la zona que tengan experiencia en la siembra de berenjena y a representantes de compañías de semilla. También es importante conocer las preferencias del mercado para sembrar aquéllas que tienen mayor probabilidad de venta y mejores precios.

Antes de que un agricultor con experiencia en la siembra de berenjena cambie la variedad que ya conoce, es recomendable que evalúe a pequeña escala las variedades que son nuevas para él (preferiblemente dentro de sus siembras comerciales) en más de una ocasión. Al familiarizarse con las nuevas variedades los agricultores contarán con información de primera mano que les ayudará a decidir si las siembran a escala comercial. Es importante también considerar el costo de la semilla entre variedades (ej., híbridos vs. polinización abierta) y las ventajas económicas que cada una pueda brindar al agricultor.

#### *Variedades más sembradas*

Las variedades de berenjena de polinización abierta ‘Rosita’ y ‘Rayada’, ambas locales, son las que comúnmente se siembran en Puerto Rico porque tienen buena aceptación en el mercado local y han demostrado un buen comportamiento en diferentes zonas durante varias

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena* (Publicación 165. Mayo 2006).

<sup>3</sup> Investigador Asociado, Departamento de Horticultura, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

décadas. La variedad ‘Rosita’ (color púrpura claro) es la más sembrada actualmente en Puerto Rico por ser la de mayor demanda, aunque en algunos mercados prefieren la variedad ‘Rayada’ (color púrpura claro con algunas rayas verticales blancas). Por ser de polinización abierta, los agricultores han hecho sus propias selecciones de ambas variedades a través de los años. Una variedad de uso más reciente que ha demostrado un buen comportamiento de forma consistente en siembras comerciales en la costa sur, con muy buenos rendimientos y frutas de alta calidad, es el híbrido ‘Neon’ (color púrpura claro brillante). Periódicamente se liberan nuevas variedades de berenjena, por lo que es importante mantenerse informado en cuanto a cuáles tienen las características deseadas por nuestro mercado y cómo estas variedades se comportan localmente.

Las variedades de piel oscura (de color púrpura oscuro o casi negro), que dominan el mercado en los Estados Unidos, tienen poca aceptación en el mercado local. Las frutas de algunas de las variedades de este tipo tienden a amargar, aún estando tiernas, cuando son producidas bajo altas temperaturas y poca humedad. La siembra comercial en Puerto Rico de este tipo de berenjena se podría considerar si surgiera un mercado de exportación, o un nicho para ellas en el mercado local. En pruebas preliminares de variedades de este tipo de berenjena se ha observado que los híbridos evaluados en la costa sur y suroeste de Puerto Rico generalmente producen altos rendimientos de frutas de buena calidad.

### *Aspectos a considerar en la selección de una variedad*

Además del costo de la semilla, al seleccionar la variedad de berenjena que se va a sembrar se debe considerar que la misma produzca frutas de calidad con las características preferidas por el mercado. La variedad debe producir un rendimiento comercial óptimo, adaptarse tanto a las prácticas de manejo como al medio ambiente de la zona o finca donde se sembrará, y ser resistente o tolerante a algunas de las principales plagas.

**Frutas de buena aceptación en el mercado** - Las frutas de la variedad seleccionada deben cumplir con las preferencias del consumidor y las especificaciones requeridas por los que participan en la cadena de mercadeo (i.e., intermediarios, mayoristas, detallistas). En términos generales, la fruta debe ser uniforme, de superficie lisa y brillante, de color bien distribuido y atractivo, con la forma deseada (ej., ovalada o alargada), libre de defectos severos, y que en su estado óptimo de cosecha alcance el tamaño (largo y ancho) preferido en el mercado donde se venderá. Debe tener buen sabor (no amargo), pocas semillas, un cáliz verde y libre de espinas, y mostrar un deterioro lento en calidad después de cosechada.

**Rendimiento comercial óptimo** – La variedad de berenjena que se seleccione debe tener el potencial de producir un rendimiento de frutas comerciales igual o mejor que el que se obtiene con la variedad que ya utiliza el agricultor. Para determinar si la nueva variedad es consistente en su capacidad de producción, se recomienda que ésta se evalúe en dos o tres ocasiones. Además del rendimiento total de frutas comerciales, se debe considerar el tiempo transcurrido desde la fecha de trasplante hasta el primer cosecho, si la producción total se logra en un número menor de cosechos, y si la mayor parte de su producción total se obtiene en los primeros cosechos.

**Adaptación a las prácticas de manejo y condiciones ambientales de la zona o finca** – Las condiciones ambientales pueden variar de una época de siembra a otra y de un año a otro, aún dentro de la misma finca. Algunas de las prácticas de manejo para la producción de berenjena pueden variar de un agricultor a otro, por lo que es importante saber cómo las variedades van a responder a éstas. Al comparar la nueva variedad con las variedades que el agricultor ya siembra comercialmente se debe considerar el tamaño, uniformidad y vigor de las plantas, los hábitos de florecida, y la capacidad del follaje para proteger las frutas del sol, entre otros. Puede que para cada una de las épocas de siembra se identifiquen variedades distintas con mejor capacidad de adaptación. Si una de las prácticas de manejo del agricultor es podar las plantas de berenjena luego de cierto número de cosechos o pases para que éstas entren posteriormente en un segundo ciclo de crecimiento y producción, se debe evaluar cómo las plantas de las variedades nuevas responden a esta práctica.

**Resistencia o tolerancia a enfermedades, insectos y nematodos** – La resistencia o tolerancia de una variedad es importante en la prevención de posibles daños causados al cultivo por enfermedades, insectos y nematodos, que afectan el rendimiento comercial y la calidad de las frutas. Esta resistencia o tolerancia también puede representar una reducción en los costos de manejo y control de enfermedades y plagas. El daño a las frutas por estos organismos, especialmente en el caso de las enfermedades, frecuentemente se manifiesta después de la cosecha. Pocas variedades de berenjena poseen resistencia o tolerancia a alguna enfermedad. Algunas de las enfermedades para las cuales se reporta resistencia o tolerancia en alguna variedad o germoplasma de berenjena son la marchitez bacteriana por *Ralstonia* (antes *Pseudomonas*), pudrición por *Phomopsis*, virus del mosaico del tabaco y virus del mosaico del pepinillo. La variedad ‘Rosita’ se describe como tolerante a la marchitez bacteriana, enfermedad de importancia en los trópicos húmedos. No es común encontrar variedades de berenjena con resistencia o tolerancia a algún insecto o nematodo.

### ***Proceso de evaluación de variedades en la finca***

Las variedades o las selecciones a ser evaluadas en la finca deben tener el potencial de producir un rendimiento o una calidad de fruta igual o mejor que la variedad ya conocida. El agricultor podría identificar variedades con dicho potencial entre las mencionadas previamente (vea ***Variedades más sembradas***) o entre aquellas que hayan resultado más prometedoras en evaluaciones realizadas localmente por la Estación Experimental Agrícola, compañías de semilla u otras entidades reconocidas. Se debe buscar información sobre su comportamiento en otros lugares, pero lo ideal es que el agricultor tenga la experiencia de observar cómo estas variedades se comportan en su propia finca.

Cada variedad debe sembrarse en pequeñas parcelas o secciones de bancos (ej., cada parcela de un tamaño que contenga 20 plantas); todas las parcelas deben ser del mismo tamaño. Lo ideal es establecer por lo menos tres parcelas para cada una de las variedades. Si usa menos parcelas lo más recomendable es duplicar o triplicar el tamaño de las mismas. Las parcelas se deben agrupar en bloques. En cada bloque deberá haber una parcela de cada una de las variedades, por lo que el número de bloques será igual al número de parcelas que se establezcan

para cada variedad. El orden en que se ubiquen las parcelas dentro de cada bloque debe ser diferente en cada uno de ellos (al azar).

Para poder comparar las variedades es importante que todas crezcan bajo las mismas condiciones y que se manejen de igual forma que la variedad sembrada comercialmente. Se recomienda evaluar cada variedad por lo menos en dos o tres ocasiones, para determinar si ésta es consistente en su capacidad de producción.

Establecer este tipo de prueba es relativamente fácil, pero consume tiempo realizar las observaciones necesarias para tomar la decisión de sembrar o no sembrar comercialmente una nueva variedad. Por lo tanto, se debe evaluar un número limitado de variedades para que sea viable la recopilación de la información básica que se necesita sobre ellas. Es importante considerar las características y el comportamiento de la planta, las características de las frutas, el rendimiento comercial, y posibles daños causados por insectos y enfermedades (vea *Aspectos a considerar en la selección de una variedad*). Además, es recomendable mantener un diario de todas las actividades realizadas (desde antes de la siembra), datos del clima y cualquier otra observación de día a día.

Después que el agricultor lleve a cabo este tipo de evaluación en varias ocasiones, el proceso se va convirtiendo en uno rutinario. Estas evaluaciones son una buena inversión en su futuro como agricultor y empresario, ya que el conocimiento adquirido en este proceso le ayudará a mantenerse competitivo en el mercado. Para más información sobre cómo llevar a cabo estas pruebas y el análisis de sus resultados, el agricultor puede solicitar la orientación del agente agrícola de su municipio y de los representantes de las compañías de semilla.

## Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena<sup>1</sup>

### SUELO Y PREPARACIÓN DEL TERRENO<sup>2</sup>

*Prof. Sonia L. Martínez<sup>3</sup>*

#### *Tipo de suelo*

El 70 por ciento de la producción de berenjena en Puerto Rico proviene de las siembras de hortalizas de la costa sur. Existen tres zonas agro-ecológicas en la costa sur: la zona costera semiárida con suelos sueltos, la zona costera semiárida con suelos pesados y la zona de altura semiárida con suelos poco profundos. En las primeras dos zonas ocurre la mayor actividad de producción. Estas zonas se caracterizan por tener suelos fértiles y profundos, susceptibles a inundación, con permeabilidad de mediana a baja, mientras en la tercera zona (altura semiárida) los suelos son fértiles, pero poco profundos y de permeabilidad moderada.

En las primeras dos zonas ecológicas semiáridas de la costa sur los suelos son en su mayoría del Orden de los Mollisoles (San Antón, Aguilita, Tuque, Jacaguas y Constancia, entre otros). Este orden agrupa suelos de color oscuro, mayormente profundos, con un contenido relativamente alto de carbono orgánico, alta saturación de bases y consistencia friable. En esta zona también se pueden encontrar suelos del Orden de los Vertisoles (Paso Seco y Fraternidad). Estos son suelos oscuros y arcillosos que se expanden y se contraen de acuerdo a los cambios en humedad del suelo. Los Vertisoles poseen características menos deseables que los Mollisoles para la siembra de hortalizas.

En la región central de la isla ocurre un menor porcentaje de producción de berenjena. Comúnmente los suelos de esa área pueden ser del Orden de los Inceptisoles o de los Ultisoles. Los Inceptisoles (ej., Múcara) son suelos poco profundos, arcillosos, ligeramente ácidos, de drenaje moderado, con una capacidad de intercambio catiónico alta. Los Ultisoles (ej., Humatas) son suelos profundos, arcillosos, ácidos, de baja capacidad de intercambio catiónico y poco fértiles. Estos suelos podrían presentar problemas para el desarrollo del cultivo de berenjena. Los Mollisoles son los suelos que poseen las características más deseables para la producción de berenjena.

En general, para la siembra comercial de berenjena se recomiendan suelos fértiles, profundos, sueltos, de buen drenaje y de tipo arenoso-lómico. El suelo debe estar libre de barreras que afecten el desarrollo del sistema de raíces de la planta. El sistema de raíces de la

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena* (Publicación 165. Mayo 2006).

<sup>3</sup> Investigadora Asociada, Departamento de Horticultura, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

berenjena es de tipo moderadamente profundo. Bajo condiciones adecuadas del suelo éste puede penetrar de 36 a 48 pulgadas. La profundización de la raíz estará influenciada por la estructura y textura del suelo. Si el mismo está compactado o es demasiado arcilloso las raíces no lograrán una profundización adecuada y se limitará el desarrollo de la planta.

La berenjena es moderadamente tolerante a la acidez en el suelo, este cultivo puede tolerar un pH hasta de 5.5, aunque el pH ideal del suelo para el mismo fluctúa entre 6.0 y 6.8. Valores de pH menores de 5.5 pueden afectar la disponibilidad de algunos nutrientes tales como el calcio, el fósforo, el magnesio y el molibdeno. Una acidez marcada en el suelo podría ocasionar problemas de toxicidad de aluminio y manganeso. Se recomienda realizar un análisis del suelo antes de sembrar para determinar el grado de acidez o saturación de bases del mismo. De ser necesario aumentar el pH del suelo, se puede encalar aplicando carbonato calizo al suelo e incorporándolo durante la preparación del terreno, preferiblemente en el segundo corte de arado. Por lo general, el carbonato calizo se aplica a razón de una tonelada por cuerda por cada 90 ppm de aluminio intercambiable. Se recomienda esperar de uno a dos meses antes de sembrar luego de haber encalado para permitir que la reacción en el suelo sea la adecuada. Por otro lado, altos niveles de alcalinidad pueden provocar que el hierro, el zinc y el manganeso se tornen inaccesibles a la planta. Se debe evitar sembrar en suelos con valores de pH superiores a 8.0 ya que puede resultar nocivo al cultivo.

La berenjena se clasifica como un cultivo moderadamente sensitivo a la salinidad del suelo. Con un aumento en la salinidad del suelo disminuye la capacidad de las raíces para extraer el agua presente en el suelo. Esta situación es más crítica bajo condiciones ambientales calientes y secas que bajo condiciones húmedas. Una alta salinidad en el suelo puede resultar en concentraciones tóxicas de algunos elementos. El rendimiento de la planta puede verse severamente afectado en condiciones de salinidad de 4 a 8 dS/m, un dS/m (deciSiemens por metro) equivale a aproximadamente 640 ppm de sales.

La berenjena es sensitiva al exceso de humedad en el suelo y no tolera suelos con problemas de mal drenaje, por lo que se debe mantener una humedad adecuada en el suelo durante el ciclo de crecimiento del cultivo. Un suelo con mal drenaje puede ocasionar una reducción en el área funcional del sistema de raíces de la planta, un pobre crecimiento de ésta y a su vez bajos rendimientos. Se deben realizar las prácticas necesarias para manejar adecuadamente el agua de escorrentía para prevenir problemas de erosión, mal desagüe o inundaciones y para mantener la fertilidad de los suelos.

### ***Preparación del terreno***

La preparación del terreno antes de la siembra es una de las prácticas agrícolas de mayor importancia. Una preparación adecuada del terreno facilitará el crecimiento y desarrollo óptimo de raíces de la planta, lo que facilitará la extracción del agua y los nutrientes del suelo. Mediante esta práctica se incorporan residuos vegetales existentes, se mejora la aireación y el drenaje del suelo, se facilita la descomposición de la materia orgánica y se favorece el control de plagas y enfermedades del suelo.

Antes de seleccionar el área donde se establecerá la siembra se recomienda que consulte con el agente agrícola del Servicio de Extensión Agrícola de su municipio, quien le puede orientar sobre la ubicación más adecuada para su siembra. Además, el personal del Servicio de Conservación de Recursos Naturales (antes Servicio de Conservación de Suelos) puede brindarle orientación sobre prácticas de manejo adecuadas para prevenir la erosión del suelo, aplicar eficientemente los fertilizantes, y proteger nuestros recursos de suelo y agua.

Antes de la preparación del terreno es recomendable determinar si el grado de humedad del mismo es adecuado. Suelos muy húmedos o muy secos son más difíciles de preparar. Para determinar el grado de humedad, apriete un puñado de tierra de la superficie y del subsuelo y observe si la tierra se desmorona con facilidad al abrir el puño o si se queda compactada. En caso de que ocurra lo segundo, no debe trabajarse el terreno ya que se afectará adversamente la estructura del mismo.

La preparación del terreno no debe exceder una profundidad de 18 pulgadas, si el suelo tiene un subsuelo pesado estaría exponiéndolo a la superficie. En la costa sur semiárida llana y semillana por lo general dos cortes de arado y dos rastrilladas son suficientes, siempre y cuando las operaciones de labranza se hayan realizado cuando la humedad del suelo era la adecuada. Los cortes pueden darse en direcciones contrarias. En suelos pesados o muy arcillosos la condición de humedad es de suma importancia en el momento de preparar el terreno. Si el suelo arado está muy húmedo se formarán más terrones, por lo que sería necesario pasar un rotocultivador para desmenuzarlo. En el caso de que se vaya a aplicar algún abono base o enmienda al terreno (ej., cal, materia orgánica o estiércol, o algún plaguicida) éstos se deben aplicar después del segundo corte de arado, de manera que puedan ser incorporados al terreno durante la preparación del mismo.

Si se va a aplicar estiércol o abono orgánico al suelo antes de la siembra, el material debe haberse descompuesto adecuadamente antes de incorporarlo para minimizar la contaminación microbiana del producto que podría afectar al consumidor. La aplicación e incorporación debe hacerse en un período de por lo menos 2 meses antes de la siembra, el material debe quedar bien incorporado al suelo y no debe quedar en la superficie. La aplicación debe realizarse preferiblemente en suelos no saturados de agua. Se recomienda esperar un período de por lo menos 120 días desde la aplicación del material hasta la cosecha. El manejo inadecuado del estiércol utilizado en las siembras puede ser un factor de riesgo que contribuya a la contaminación de los alimentos con patógenos tales como *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria* y *Yersinia*, asociados a enfermedades provocadas por consumo de hortalizas contaminadas.

Un factor importante que se tiene que considerar durante la preparación del terreno es el tipo de riego que se va a utilizar en el cultivo. La mayoría de las siembras de berenjena en Puerto Rico se realizan bajo riego por goteo, por lo cual la preparación final del terreno debe tener afinidad a los requisitos de esta práctica. Generalmente, luego de arar y rastrillar el terreno se pasa el rotocultivador para desmenuzar el terreno uniformemente, lo que resulta en una mayor eficiencia en el riego. Por otro lado, si la siembra se va a regar por aspersión o por gravedad, luego del primer rastrillado debe pasarse una niveladora sobre el terreno para corregir los desniveles del mismo. Luego de la nivelación se vuelve a pasar la rastra y finalmente el rotocultivador.

### ***Preparación de los bancos para la siembra***

Luego de preparar el terreno se forma la cama o banco de siembra. En general, se levantan bancos sobre el terreno con el propósito de facilitar el desarrollo de raíces y para proveer un área de terreno suelto en donde tanto la absorción como la aplicación de agua y nutrimentos sean más eficientes. Además, se mejora la aireación del sistema de raíces y se facilita el manejo general del cultivo. Si se dispone de una banqueadora, con ésta se pueden preparar los bancos, suavizando la superficie de los mismos y proveyendo una superficie plana que facilita la siembra. La superficie del banco debe quedar bien pulverizada y libre de terrones. La altura del banco debe ser de unas ocho pulgadas sobre el nivel del suelo. Usualmente la superficie de los bancos de siembra tiene de 36 a 40 pulgadas de ancho. La dirección de los bancos y el declive de los mismos debe permitir el movimiento libre del agua sin ocasionar problemas de erosión o mal desagüe.

### ***Consideraciones generales en suelos inclinados***

En los suelos inclinados la preparación del terreno utilizando maquinaria agrícola debe ser limitada para evitar que se afecte la productividad del suelo. Una de las prácticas recomendadas es utilizar maquinaria para la operación primaria de labranza o aradura y utilizar arado de bueyes para el surcado al contorno. Las operaciones de labranza deben seguir el contorno natural del terreno para reducir el riesgo de escorrentía. El desagüe natural del predio no debe ser arado, debe mantenerse con vegetación para protegerlo de la erosión y evitar que se formen canchales. La rotación de cultivos combinado con períodos de descanso entre cosechas ayuda a mejorar la calidad del suelo, especialmente cuando el cultivo de rotación provee una cubierta protectora y aumenta los residuos de cosechas en el suelo.

### ***Control de erosión y manejo de aguas***

En general se recomiendan las siguientes prácticas para el control de la erosión y el manejo de las aguas de escorrentías en suelos inclinados:

**Labranza de cobertura** - Con esta labranza se dejará más de una tercera parte del terreno con vegetación o residuos de plantas luego de arar.

**Zanjas de ladera** - Se recomienda establecer zanjas de ladera cada 25 a 35 pies de distancia o según sean diseñadas por el técnico de Servicio de Conservación de Recursos Naturales.

**Siembras al contorno** - Esta práctica es complemento de la zanja de ladera, siembra de cero labranza y de cobertura. Se recomienda que todas las operaciones de labranza, manejo y las prácticas agronómicas y culturales se realicen al contorno.

Las operaciones de siembra y labranza para la preparación del suelo indicadas anteriormente ayudan a reducir la escorrentía, fomentan la infiltración de agua y controlan la erosión y la pérdida de nutrimentos y de plaguicidas.

### ***Uso de cubierta plástica sobre el banco***

En la mayoría de las siembras de berenjena de la costa sur es una práctica común el uso de cubierta plástica sobre el banco, además de la instalación del sistema de riego por goteo. Si el agricultor está planificando usar cubierta en su siembra, es importante realizar una buena preparación del terreno y preparación de bancos de siembra. La adecuada conformación de las dimensiones del banco, tanto la altura, el diámetro y la superficie del mismo, son aspectos a considerar para facilitar la colocación de la cubierta sobre el banco y que ésta cumpla con mayor eficiencia su función. El propósito principal de la cubierta plástica es crear una relación favorable entre el suelo, el agua y la planta. Las cubiertas plásticas comúnmente utilizadas en el cultivo de berenjena son de color negro o plateado. Estas cubiertas plásticas inhiben la germinación y el crecimiento de malezas que pueden competir con el cultivo y ayudan a retener la humedad en el suelo al reducir la pérdida de agua por evaporación. Además, facilitan la localización y el manejo de fertilizantes aplicados a través del agua de riego y reducen en alguna medida las pérdidas debido a la volatilización y lixiviación profunda. Por otro lado, sirven como una barrera para evitar que algunos organismos del suelo que afectan al cultivo, en especial el fruto, puedan entrar en contacto con la planta, y ayudan a mantener el producto más limpio. Se recomienda consultar con el agente agrícola del Servicio de Extensión Agrícola adscrito a su municipio sobre las ventajas y desventajas que podría tener el uso de cubierta plástica en su finca.

## Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena<sup>1</sup>

### SIEMBRA<sup>2</sup>

*Prof. Sonia L. Martínez<sup>3</sup>*

#### *Época de siembra*

En Puerto Rico la berenjena puede sembrarse durante casi todo el año. La temperatura ambiental óptima para su desarrollo es de 70° F a 85° F, siendo la temperatura mínima de 65° F y la máxima de 95° F. Temperaturas mayores de 95° F pueden ocasionar problemas de polinización en la planta. En las zonas donde se siembra el cultivo utilizando riego, la mejor época de siembra es entre los meses de diciembre y marzo, cuando hay menos lluvia y las temperaturas no son extremadamente altas. Se ha observado que los cultivares de berenjena con fruta de forma alargada tienden a ser más tolerantes a temperaturas ambientales altas que aquellos que tienen fruta ovalada o en forma de huevo.

#### *Sistemas de siembra*

Aunque la berenjena es un cultivo que se puede sembrar directamente en el campo, la práctica común en Puerto Rico es la siembra de trasplante. Con este método de siembra se obtiene una población más uniforme y la competencia con las malezas durante las primeras semanas de establecida la planta es menor. La respuesta de la berenjena al trasplante se considera moderada en comparación con hortalizas como el tomate que responden bien al trasplante y otras como la sandía que requieren cuidados especiales. Muchos productores prefieren comprar directamente las plántulas de berenjena a empresas que se dedican a producirlas, debido a que no cuentan con facilidades adecuadas en su finca para establecer el semillero o porque les resulta más costo efectivo.

#### *Semilla*

Cuando se preparan semilleros para trasplante la semilla de berenjena que se va a utilizar debe ser de alta calidad y tener buena viabilidad. El porcentaje ideal de germinación de la semilla debe ser de 90% o más. Si tiene dudas sobre la viabilidad de la semilla se recomienda realizar una prueba de germinación antes de comenzar a hacer los semilleros. Es necesario calcular el

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena* (Publicación 165. Mayo 2006).

<sup>3</sup> Investigadora Asociada, Departamento de Horticultura, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

área de siembra y la densidad de siembra para saber la cantidad de semilla necesaria en el semillero. Para sembrar una cuerda de berenjena de trasplante se necesitan aproximadamente de una a dos onzas de semilla. Una onza de semilla de berenjena contiene aproximadamente 6,500 semillas.

### ***Preparación de semilleros***

En la preparación de semilleros de berenjena generalmente se utilizan bandejas plásticas de celdas individuales de una pulgada de diámetro. Las celdas se llenan utilizando mezclas o medios artificiales que se venden convencionalmente para estos propósitos. Estos medios deben proveer buen drenaje pero a la vez deben retener la humedad adecuadamente para evitar fluctuaciones drásticas de humedad. El medio debe proveer buena aireación al sistema de raíces de la planta, ser bajo en sales solubles y estar libre de insectos, patógenos y semillas de malezas. La profundidad de siembra de la semilla en la celda de la bandeja debe ser de 1/4 de pulgada. La temperatura óptima del suelo para la germinación de la semilla de berenjena es de 85° F, a esta temperatura la misma puede tardar unos cinco días en germinar. El tiempo aproximado que deben estar las plántulas en el semillero antes del trasplante en el campo es de cinco a siete semanas, para ese tiempo deben tener el primer par de hojas verdaderas presentes. Durante el tiempo en que las plántulas estén en el semillero se les debe proveer un cuidado adecuado en cuanto a riego, fertilización y control de plagas y enfermedades.

### ***Endurecimiento de las plántulas antes de la siembra ("hardening")***

Antes de realizar el trasplante de las plántulas de berenjena al campo, es necesario prepararlas o acondicionarlas para que puedan tolerar mejor las condiciones generales presentes en el campo tales como vientos fuertes, temperaturas altas, baja humedad en el suelo así como el daño que puedan haber recibido las raíces al momento del trasplante. Esta preparación de las plantas se conoce como endurecimiento o "hardening". Los aspectos generales que se deben considerar para el endurecimiento de las plántulas antes del trasplante son los siguientes:

1. Reduzca gradualmente la aplicación de agua de riego, tanto la cantidad como la frecuencia, sin dejar que las plantas se marchiten severamente.
2. No aplique fertilizantes durante este período de tiempo, principalmente nitrogenados.
3. Reduzca gradualmente el sombreado que estén recibiendo las plantas y expóngalas a mayor intensidad de luz solar, sin que ocurran daños por escaldadura.
4. No exponga las plántulas a condiciones extremadamente severas ya que esto puede afectar el crecimiento de la planta una vez sembrada en el campo.

Durante el período de endurecimiento el crecimiento de la plántula se reduce y la energía que utilizaría la planta para crecer es almacenada para ayudarla a luego reanudar su crecimiento. El período de endurecimiento por lo general es de 7 a 10 días. Al momento de realizar el

trasplante al campo se recomienda aplicar a las plántulas una solución iniciadora de fertilizante que estimule el crecimiento. Algunos agricultores utilizan una formulación soluble de abono 20-20-20 a razón de 3 libras en 100 galones de agua.

### ***Distancia de siembra en el campo***

Generalmente se utiliza una distancia de 5 a 6 pies entre bancos y de 1.5 a 2 pies entre plantas en hilera sencilla. Con arreglos de siembra de 5' x 1.5' y de 6' x 2' se obtienen densidades poblacionales de 5,641 y 3,526 plantas por cuerda, respectivamente. En berenjena las distancias de siembra mayores favorecen la penetración de la luz solar a la planta y a su vez mejora la coloración de la fruta. Una práctica que realizan los agricultores en la costa sur es colocar el trasplante al lado de la manga de riego por goteo que sea contrario a la dirección del viento. De esta manera se trata de prevenir que en plena producción el viento vire la planta con los frutos sobre la manga de riego y obstruya el flujo de agua.

### ***Poda de la planta***

Una práctica que se ha generalizado en las siembras de berenjena de la costa sur es la poda de la planta. Esta práctica se realiza principalmente luego de 5 o más pases de cosecha de las frutas, o cuando ha ocurrido un ataque severo de plagas. Luego de podar la planta se deben seguir las recomendaciones correspondientes sobre fertilización. La mayoría de los agricultores que han realizado esta práctica han obtenido una calidad de fruta similar a la obtenida en las cosechas iniciales.

## Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena<sup>1</sup>

### ABONAMIENTO<sup>2</sup>

*Prof. Luis E. Rivera<sup>3</sup>*

#### *Determinación de la fertilidad del suelo*

Antes de establecer la siembra de berenjena es recomendable realizar un análisis de suelo del predio. El análisis de suelo provee información de la porción de los elementos esenciales en el suelo que pueden estar disponibles o accesibles al cultivo (Cuadro 1). Este valor sirve de guía para determinar la cantidad de nutrimentos que deben ser aplicados para complementar las reservas del suelo y propiciar un crecimiento, desarrollo y producción adecuados de la planta de berenjena. Además, provee información importante sobre la condición de acidez o alcalinidad del suelo (pH), el contenido de materia orgánica, sales solubles u otros factores que pueden limitar el crecimiento y desarrollo de la berenjena.

Los muestreos rutinarios de suelo pueden ayudar a reducir la aplicación excesiva de nutrimentos minimizando los riesgos de contaminación de las reservas de agua. Las muestras para el análisis del suelo se deben tomar de las primeras seis pulgadas de profundidad. En áreas que sean uniformes se pueden tomar varias muestras para luego formar una muestra compuesta. Se deben tomar muestras por separado de áreas o predios con diferencias significativas en textura, tipo de suelo o historial previo de siembra. El personal del Servicio de Extensión Agrícola le puede brindar mayor información en cuanto al proceso de recolección y análisis de las muestras, e interpretación de los resultados.

En la costa semiárida del sur de Puerto Rico las siembras de berenjena se hacen con sistemas de microriego o goteo y se utiliza el mismo para aplicar elementos mayores, principalmente el nitrógeno (N). En experimentos realizados en esta zona no se ha encontrado respuesta de las hortalizas a aplicaciones de fósforo y potasio, lo que se puede atribuir a las cantidades abundantes que hay en reserva debido a la composición mineralógica de los suelos o a residuos de aplicaciones anteriores.

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena* (Publicación 165. Mayo 2006).

<sup>3</sup> Investigador, Departamento de Agronomía y Suelos, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

CUADRO 1. Guía general para interpretar algunos análisis de suelo.

<i>Parámetro</i>	<i>Nivel en el suelo</i>		
	<i>Bajo</i>	<i>Mediano</i>	<i>Alto</i>
pH <sup>1</sup>	Menor de 5.5	6.5 a 7.3	Mayor de 7.3
Materia orgánica, %	Menor de 2	2 a 4	Mayor de 4
Nitrógeno total, %	Menor de 0.1	0.1 a 0.2	Mayor de 0.2
CIC, meq/100 g	Menor de 10	10 a 20	Mayor de 20
Fósforo <sup>2</sup> , ppm <sup>3</sup>	0 a 20	20 a 40	Mayor de 40
Potasio <sup>4</sup> , ppm	0 a 120	120 a 200	Mayor de 200
Potasio, meq/100 g <sup>5</sup>	0 a 0.38	0.38	Mayor de 0.38
Ca, meq/100 g <sup>5</sup>	Menor de 3	3 a 6	Mayor de 6
Mg, ppm	0 a 50	50 a 100	Mayor de 100
Mg, meq/100 g <sup>5</sup>	Menor de 1.5	1.5 a 2.5	Mayor de 2.5

(Referencia: Knott's Handbook for Vegetable Growers: John Wiley and Sons, Inc. Segunda edición 1980.)

<sup>1</sup>Valor de 7 = suelo neutral. Suelos con valores menores de 7 son ácidos y mayores de 7 son alcalinos.

<sup>2</sup>Fósforo disponible determinado por el método Olsen (0.5 N NaHCO<sub>3</sub>).

<sup>3</sup>El término ppm de fósforo o potasio en un análisis de suelo se refiere a partes por millón, o sea, una parte del elemento en un millón de partes de suelo (1 ppm = 2 libras/acre).

<sup>4</sup>Potasio (K) extraíble con una solución de acetato de amonía a pH 7.0. Ca y Mg también se extraen con una solución de acetato de amonía a pH 7.0.

<sup>5</sup>Nuestros laboratorios expresan los resultados de las bases del suelo (calcio, magnesio y potasio) en partes por millón (ppm). Estos valores se pueden transformar mediante el uso de proporciones aritméticas simples a meq/100 gramos de suelo. Para calcular las cantidades en términos de libras por acre utilizamos los valores que se indican a continuación: a) un miliequivalente de calcio por 100 gramos de suelo equivale a 400 libras de calcio por acre; b) un miliequivalente de magnesio por 100 gramos de suelo equivale a 240 libras de magnesio por acre; c) un miliequivalente de potasio por 100 gramos de suelo equivale a 780 libras de potasio por acre. Al hacer los cálculos aritméticos debemos considerar que el peso promedio de un acre a 7 pulgadas de profundidad para suelos minerales es igual a 2,000,000 de libras. Un acre es igual a 43,560 pies cuadrados.

## *Programa de fertilización para berenjena*

Es importante preparar un programa de fertilización para cada siembra de berenjena en el cual, además de la fertilidad del suelo, se tomen en consideración los siguientes factores: tipo de suelo, población de plantas por cuerda, cantidad y frecuencia de aplicación del agua de riego o precipitación, ciclo de crecimiento de la cosecha, método de aplicación y frecuencia de fertigación; además de las diferencias regionales o estacionales y las prácticas variables de cultivo entre una finca y otra. Un programa de fertilización controlado minimiza los riesgos potenciales de contaminación de los recursos naturales, especialmente las fuentes de agua superficial y subterránea. Los productores deben evitar aplicar exceso de fertilizante buscando una mayor producción ya que aplicaciones excesivas tienen un impacto negativo en la maduración, el rendimiento y la calidad del fruto. La aplicación excesiva de nitrógeno produce plantas vigorosas, pero se reduce el cuaje de frutos y el rendimiento total. También aumenta la vulnerabilidad de las plantas y el fruto al ataque de enfermedades al reducir el grosor de la pared celular y la firmeza de la fruta. Los fertilizantes aplicados en exceso se convierten en pérdida económica para el agricultor y ocasionan serios problemas de contaminación.

En las siembras de berenjena en la costa sur de Puerto Rico se recomienda aplicar de 150 a 200 libras de nitrógeno por cuerda. Si el contenido de nitrógeno total en el suelo es alto (mayor que 0.2%), se pueden aplicar 150 libras, divididas en fertigaciones semanales desde el trasplante a la cosecha. Si por el contrario, el contenido de nitrógeno es de mediano a bajo (menor de 0.2%) se recomienda aplicar un total de 200 libras de nitrógeno por cuerda. De este total, el agricultor tiene la opción de aplicar un 25% como abono base presiembra (equivalente a 50 libras de nitrógeno por cuerda) o aplicar la totalidad del nitrógeno a través del sistema de microriego en aplicaciones divididas. El nitrógeno base se debe aplicar presiembra en bandas sobre o incorporado al banco. Se pueden aplicar unas 240 libras de sulfato de amonio, que proveen unas 50 libras de nitrógeno. Si los niveles de fósforo (P) y potasio (K) son de medianos a bajos, se pueden aplicar 5 quintales por cuerda de un abono con formulación 10-10-10 para proveer 50 libras de nitrógeno, 50 libras de  $P_2O_5$  y 50 libras de  $K_2O$ .

El programa de fertilización a través del riego (fertigación) se inicia una semana después que se establece la siembra por trasplante y se distribuye hasta una o dos semanas antes de la última cosecha. La frecuencia de aplicación del nitrógeno puede ser cada 7, 10 ó 14 días, de acuerdo a las limitaciones de la finca y la conveniencia para el agricultor. Es importante recordar que las diferentes formas en que el nitrógeno puede estar disponible a las plantas se pierden por los efectos de lixiviación, volatilización o desnitrificación, lo cual reduce la cantidad que puede ser utilizada por el cultivo.

El agricultor debe ajustar la cantidad de nitrógeno para cada intervalo de aplicación tomando como referencia el tiempo que espera tener la siembra en el campo. Usualmente el tiempo desde el trasplante hasta el primer cosecho en la berenjena es de 70 a 80 días. Se pueden dar de 8 a 10 cosechos adicionales a intervalos de unos 7 días, dependiendo de las condiciones de la siembra y el precio de venta. Bajo condiciones normales la plantación de berenjena puede permanecer entre 120 y 180 días en el campo. Utilizando estos valores el agricultor calcula el número de días que debe durar el programa de fertigación. Como el período de fertigación comienza una semana después de la siembra y termina una o dos semanas antes del último

cosecho de berenjena, se deben restar de 14 a 21 días al tiempo que estará la siembra en el campo, por lo que el período de fertigación ajustado puede fluctuar entre 104 y 166 días. El periodo de fertigación ajustado se divide entre la frecuencia de aplicación del fertilizante para determinar el número de fertigaciones durante el ciclo de producción.

La cantidad de nitrógeno que se va a aplicar por cuerda se divide entre el número de fertigaciones para determinar la cantidad que se aplicará. Este valor se divide entre el porcentaje de nitrógeno que posee la fuente que se utilizará para obtener la cantidad en libras que se va a aplicar, ya sea de urea, sulfato de amonio u otra fuente nitrogenada. Una vez se obtiene la cantidad necesaria por aplicación por cuerda, se multiplica por el número o fracción de cuerdas para obtener el valor ajustado para cada área sembrada.

### *Aplicación mediante el riego por goteo*

En suelos de textura arenosa o predios donde se riega frecuentemente es recomendable aplicar el nitrógeno en pequeñas cantidades y con más frecuencia durante la etapa de crecimiento del cultivo. La inyección de fertilizantes al sistema de riego se puede hacer utilizando un tanque de fertilización, un inyector tipo “venturi” o mediante el método de bombeo a presión. La aplicación de fertilizantes por cualquiera de estos métodos se debe realizar después de la primera mitad pero antes del último cuarto del periodo de riego. Si se aplica el fertilizante durante la primera mitad del riego hay mayor riesgo de pérdida de nutrientes con mucha movilidad (como el nitrato) que se muevan fuera de la zona de las raíces en respuesta al movimiento lateral y vertical del agua a través del suelo. Por el contrario, si se aplica en el último cuarto se corre el riesgo de que permanezcan en el sistema de riego residuos de fertilizantes que puedan ocasionar problemas de obstrucción al reaccionar con sales y compuestos orgánicos presentes en el agua.

Es recomendable hacer análisis periódicos al agua de riego para determinar el pH y los elementos que hay en solución. De este modo se evita el uso de fuentes que puedan reaccionar formando compuestos insolubles. Es igualmente importante determinar la cantidad de nitrógeno que puede estar supliendo el agua de riego (principalmente nitratos) y reducir esa cantidad en el fertilizante a aplicar.

Entre las fuentes de nitrógeno de uso común en los sistemas de microriego están el sulfato de amonio, la urea, el nitrato de amonio y la formulación 33-0-0 líquida. Las compañías de fertilizantes se mantienen buscando alternativas de fuentes de abono nitrogenadas que puedan utilizarse en los sistemas de microriego. Los suplidores locales de fertilizantes le pueden mantener informado de nuevas fuentes de abono y las fluctuaciones en el precio de cada producto. En el Cuadro 2 se indica el contenido de nutrientes y la solubilidad de algunas materias primas utilizadas como fertilizantes.

## **Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena<sup>1</sup>**

### **RIEGO<sup>2</sup>**

*Prof. Luis Ernesto Rivera<sup>3</sup>*

#### ***Importancia***

El agua del suelo es uno de los factores más importantes en la producción de las cosechas. El agua constituye la fase líquida del suelo, la cual es requerida por las plantas en pequeñas cantidades para los procesos de metabolismo y translocación de los nutrientes, y en grandes cantidades en el proceso fisiológico de la transpiración.

El riego es la aplicación suplementaria de agua con el objetivo principal de suplir la humedad adecuada a las plantas. Además, el riego puede tener otros propósitos:

- Asegurar un abasto suficiente de agua durante sequías de corta duración o clima variable
- Disolver sales del suelo
- Como medio para aplicar agroquímicos
- Mejorar las condiciones ambientales para el desarrollo vegetal
- Activar ciertos agentes químicos

Hay muchos factores que influyen en el manejo del riego, entre los cuales están el sistema utilizado, las características del suelo, el cultivo y su estado de desarrollo y las condiciones ambientales. Cada uno de estos factores debe ser tomado en consideración al determinar la frecuencia del riego y la cantidad de agua que se debe aplicar. Cada cultivo tiene sus requisitos de agua particulares y cada suelo sus propiedades específicas que afectan en una forma u otra la disponibilidad de agua a las plantas.

#### ***Agua disponible en el suelo***

El balance de agua que permanece en el suelo en un tiempo dado es un valor sumamente dinámico, ya que es el resultado neto de la cantidad recibida (ya sea por lluvia o riego) menos la cantidad perdida en los procesos que se indican y definen a continuación:

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena* (Publicación 165. Mayo 2006).

<sup>3</sup> Investigador, Departamento de Agronomía y Suelos, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

- **Intercepción:** Agua interceptada directamente por la cubierta vegetal (se estima entre un 5 a 20% de la lluvia total).
- **Escorrentía:** Agua que se mueve en la superficie del suelo luego de su aplicación.
- **Infiltración:** Cantidad de agua que penetra en el perfil del suelo en un intervalo dado de tiempo. (La velocidad de movimiento vertical de agua en un suelo bajo condiciones donde la fuerza de gravedad es el factor principal que mueve el agua se conoce como conductividad hidráulica del suelo.)
- **Redistribución y percolación profunda:** Al terminar la infiltración comienza el desagüe de los horizontes superiores del suelo. El agua perdida es retenida por los horizontes inferiores más secos (redistribución), o pasa a formar parte de las aguas subterráneas (percolación profunda).
- **Retención de agua disponible:** Agua disponible para las plantas que es retenida entre la capacidad de campo (0.33 bar de tensión) y el punto de marchitez permanente (15 bares de tensión).
- **Evaporación:** Agua que se pierde por evaporación a través de la superficie del suelo. La cantidad de agua perdida depende de la magnitud y frecuencia de las aplicaciones y la fracción de superficie de suelo expuesta. Aplicaciones bajas y frecuentes de agua generalmente resultan en altas pérdidas por evaporación, inclusive en el caso de riego por goteo.
- **Transpiración:** Agua que se evapora del suelo a través del sistema vascular de la planta. El volumen de agua transpirada dependerá de muchos factores como la demanda evapotranspirativa (evapotranspiración potencial), la etapa de desarrollo del cultivo y la cantidad de agua disponible en la zona de las raíces. La disponibilidad de esta agua para las plantas depende a su vez del sistema de raíces presente y de propiedades hidráulicas del suelo tales como porosidad, conductividad hidráulica y capacidad de retención de agua.

La humedad que contiene un suelo pocas veces es la adecuada para el mejor desarrollo de los cultivos. Algunos suelos son muy húmedos y otros carecen de suficiente humedad, por lo cual hay que regarlos para obtener buenos rendimientos de las cosechas. Cuando el suelo se humedece por efecto de la lluvia o riego, el agua llenará todos los espacios porosos creando una película gruesa alrededor de las partículas de suelo. Bajo estas condiciones se establece un estado de saturación y por ello el agua no está fuertemente adherida o retenida a las partículas del suelo. Si existen condiciones adecuadas para desagüe, comenzarán a vaciarse los poros de mayor tamaño en respuesta a la fuerza gravitacional. Cuando se vacían todos los macroporos, pero aún continúan llenos los poros capilares, se alcanza el punto denominado 'capacidad de campo'. El agua contenida en el suelo entre su punto de saturación (tensión de 0 bar) y de capacidad de campo (tensión de 0.33 bar) se denomina agua gravitacional.

El agua gravitacional es indeseable desde el punto de vista agrícola, ya que ocupa la fracción del espacio poroso del suelo que bajo condiciones óptimas de labranza debe ser ocupada por aire. Esta agua es retenida a tensiones bajas por lo cual puede ser rápidamente dispuesta en respuesta a la fuerza de gravedad si no lo impide alguna característica indeseable del suelo.

Cuando el suelo alcanza su capacidad de campo, el componente gravitacional deja de ser el factor principal del movimiento del agua siendo reemplazado por otros factores tales como la absorción por las raíces de las plantas y la evaporación. A medida que se extrae humedad, disminuye el espesor de la película de agua alrededor de las partículas de suelo y aumenta la fuerza o tensión de retención. La tensión de humedad expresa la fuerza con la cual las partículas de suelo retienen el agua. La tensión de humedad es medida en bares, lo que equivale a una unidad de presión negativa. También se mide en atmósferas o en centímetros de agua. Existe una relación inversa entre la tensión y el porcentaje de humedad del suelo.

Cuanto mayor sea el valor de tensión, menor será el porcentaje de humedad retenida en el suelo. Al aumentar la retención las plantas no son capaces de absorber suficiente agua a un ritmo lo suficientemente rápido para reponer la pérdida por transpiración por lo que comienzan a marchitarse. Se dice que las plantas están en un estado de marchitez incipiente cuando son capaces de recuperarse de la marchitez al colocarse en una atmósfera saturada de humedad. Sin embargo, se puede alcanzar un punto en que el contenido de agua del suelo es tan bajo que las hojas de la planta no se recuperan de la marchitez aún cuando se colocan en una atmósfera saturada de humedad. El contenido de agua del suelo en este punto se denomina marchitez permanente y representa una tensión de 15 bares. Este punto se considera una constante del suelo y varía ligeramente con la habilidad de la planta para absorber agua. El agua que permanece en el suelo cuando ocurre la marchitez permanente no está disponible a las plantas. Las plantas morirán si se mantienen bajo estas condiciones por cierto tiempo.

En términos prácticos, se debe evitar que el potencial de agua en el suelo alcance el punto de marchitez. Por esto es aconsejable conocer la cantidad o el contenido de agua por volumen de suelo que puede ser extraído antes de alcanzar este valor de tensión. La curva de retención de agua nos provee esta información, ya que describe la relación entre la tensión hidrostática y la cantidad (o porcentaje de humedad) presente en el suelo. Existe una curva de retención para cada tipo de suelo, lo que va a depender de variables tales como: la cantidad de poros (porosidad), la superficie específica de las partículas del suelo, la textura y la estructura del suelo. El Cuadro 3 presenta los valores típicos de humedad para diferentes tipos de textura de suelo. Los valores se expresan en pulgadas de agua por pie de suelo; al lado de cada valor se expresa entre paréntesis el porcentaje volumétrico de humedad. El Servicio de Conservación de Recursos Naturales (USDA-NRCS) ha publicado un documento de clasificación de los suelos de Puerto Rico (Soil Survey) que indica las propiedades físicas y químicas de las distintas series de suelo e incluye información sobre la capacidad de retención de agua disponible ('available water capacity') en pulgadas por pulgadas de suelo. Al multiplicar este valor por la profundidad del sistema de raíces de un cultivo dado se obtiene la cantidad de agua que puede estar disponible al cultivo en cada serie de suelo en particular.

**CUADRO 3.** *Valores típicos de humedad para diferentes tipos de textura de suelo.*

<i>Textura del suelo</i>	<i>Capacidad de campo (0.33 bares de tensión)</i>	<i>Punto de marchitez permanente (15 bares de tensión)</i>	<i>Contenido de humedad disponible al cultivo</i>
<i>Valores en pulgadas por pie de suelo</i>			
Arena (Sand)	1.2 (10)*	0.5 (4)	0.7 (6)
Arena francoso (Loamy sand)	1.9 (16)	0.8 (7)	1.1 (9)
Franco arenoso (Sandy loam)	2.5 (21)	1.1 (9)	1.4 (12)
Franco (Loam)	3.2 (27)	1.4 (12)	1.8 (15)
Franco limoso (Silt loam)	3.6 (30)	1.8 (15)	1.8 (15)
Franco arcilloso limoso (Sandy clay loam)	4.3 (36)	2.4 (20)	1.9 (16)
Arcilla arenosa (Sandy clay)	3.8 (32)	2.2 (18)	1.7 (14)
Franco arcilloso (Clay loam)	3.5 (29)	2.2 (18)	1.3 (11)
Franco arcillo limoso (Silty clay loam)	3.4 (28)	1.8 (15)	1.6 (13)
Arcilla limosa (Silty clay)	4.8 (40)	2.4 (20)	2.4 (20)
Arcilla (Clay)	4.8 (40)	2.6 (22)	2.2 (18)
* número entre paréntesis indica el porcentaje de humedad por volumen Fuente de la información: Ratliff, L.F., J.T. Ritchie y D.K. Cassel, 1983. Field measured limits of soil water availability as related to laboratory-measured properties. Soil Sci. Soc. Am. 47:770-775.			

### ***Absorción de agua***

La capacidad de absorción de agua de las plantas disminuye a medida que aumenta la profundidad del suelo debido a que el sistema radical de las plantas no es homogéneo. El mismo es ramificado y ancho en la capa superior del suelo y va raleando y estrechándose a medida que penetra en el suelo.

La absorción de agua por la raíz compensa la pérdida de agua por transpiración en la planta. En días calurosos y secos la planta necesita absorber agua rápidamente para reponer el agua perdida. Si hay poca agua disponible en el suelo o la superficie de absorción de las raíces es reducida, ocurrirá un marchitamiento temporal de la planta. Esta condición por lo general desaparece al atardecer si el ritmo de absorción es suficiente para abastecer la cantidad de agua

determinada por el ritmo de transpiración. Por tal razón, se debe regar la zona de raíces antes de que se agote toda el agua disponible. De esta forma se evita la disminución en la producción causada tanto por la inversión de energía necesaria para absorber las últimas porciones de agua disponible como por el marchitamiento temporal, que limitan la actividad fisiológica de las plantas.

### ***Momento de aplicar riego***

Se han desarrollado métodos e instrumentos para programar el riego. Uno de los métodos más sencillos utilizados para este propósito es la apreciación visual y táctil del suelo en combinación con indicadores del cultivo, como cambios en color, turgencia o ángulos de las hojas. Este método en particular tiene la desventaja de que los síntomas o señales para iniciar el riego aparecen muy tarde, cuando es difícil evitar que el rendimiento y la calidad de la cosecha se afecten por el déficit de humedad en el suelo.

En términos prácticos hay dos métodos que se pueden utilizar para determinar cuándo regar. Uno de estos métodos consiste en aplicar el riego cuando la tensión de humedad en el suelo ha alcanzado un valor recomendado, dependiendo del tipo de cultivo. La necesidad de aplicar riego se determina por medio de tensiómetros, bloques de resistencia eléctrica u otros dispositivos que nos indicarán, en forma relativa, si hay suficiencia o deficiencia de agua en el suelo. Las investigaciones en manejo de riego en el cultivo de berenjena indican que los mayores rendimientos se obtienen cuando se riega a base de lecturas de tensiómetros colocados a 12 pulgadas de profundidad en el suelo, manteniendo las lecturas en el instrumento entre los 0 y 45 centibares. Al utilizar tensiómetros, bloques de resistencia u otros sensores de humedad es recomendable preparar una curva de calibración para conocer el porcentaje de humedad del suelo que corresponde a la escala de medidas del instrumento.

El otro método recomendado es regar cuando el contenido de humedad del suelo se ha agotado hasta un valor permisible. Los valores permisibles de agotamiento de humedad se expresan en términos de porcentaje de agua disponible. En la mayoría de los cultivos, incluyendo la berenjena, se recomienda iniciar el riego cuando el 50% de la humedad disponible del suelo se ha agotado. Por medio de ecuaciones y modelos matemáticos se puede determinar la cantidad de agua que ha utilizado el cultivo, lo que nos indica la cantidad de agua que se necesita reponer al suelo. Los métodos anteriormente indicados tienen como objetivo mantener niveles adecuados de humedad en el suelo y garantizar su disponibilidad al cultivo. Es deseable que el agricultor, técnico o empresario se familiarice con el uso de estos instrumentos y procedimientos para guiar las operaciones de riego y mejorar la eficiencia en el uso del recurso agua.

La cantidad de agua evaporada desde la superficie del suelo y la que se pierde por transpiración del cultivo se conoce en conjunto como evapotranspiración (ET). La función del riego es reponer la pérdida por evapotranspiración con base al tiempo. Si se conoce la cantidad de agua que se pierde por evapotranspiración en un período de tiempo dado, se puede reponer al suelo la cantidad de agua perdida.

En los sistemas de microriego la pérdida atribuible a la evaporación puede ser en algunos casos relativamente baja, particularmente en sistemas de producción bajo cubierta plástica, lo que indica que la transpiración de las plantas es el componente más importante en la pérdida de agua. Hay muchos factores que influyen en la pérdida de agua por evapotranspiración, principalmente la radiación solar, tipo de suelo, contenido de humedad, temperatura del aire, humedad relativa, viento, y el tipo de cultivo, etapa de desarrollo, tamaño, y condición de salud. Se han desarrollado distintas fórmulas matemáticas para calcular la evapotranspiración. Muchas de estas fórmulas resultan ser de limitado uso práctico debido al gran número de variables, a la dificultad de asignar un valor promedio a cada variable y a la incertidumbre de cómo cada variable pueda interactuar y afectar el consumo de agua por la planta. Dada esta limitación, algunas de estas fórmulas son solamente aplicables a ciertos cultivos y a unas áreas geográficas o zonas climáticas específicas.

El método del evaporímetro es un procedimiento que puede ser utilizado para estimar las pérdidas que ha tenido el cultivo por efecto combinado de la evaporación y la transpiración para un periodo de tiempo dado. Para utilizar este método en el campo, es necesario que el agricultor tenga disponible los datos de evaporación, precipitación, humedad relativa y velocidad del viento de una estación meteorológica ubicada en la misma región climática que la finca. De no haber estas facilidades disponibles para obtener datos meteorológicos representativos, el agricultor puede establecer en su finca una pequeña estación para tomar los datos.

El tanque de evaporación o evaporímetro es un instrumento de tamaño estándar comúnmente utilizado para estimar la evaporación o razón diaria de uso de agua. El tanque, con un diámetro de 47.5 pulgadas y una altura de 10 pulgadas, tiene un calibrador por medio del cual se mide el cambio en el nivel de agua debido a la evaporación o lluvia. La evaporación en el tanque se mide en décimas de pulgada. El tanque de evaporación se coloca en el campo para que esté expuesto a las mismas condiciones climáticas que el cultivo. Estudios han demostrado que la razón de evaporación registrada en el tanque es proporcional a la razón de uso de agua de un cultivo dado cuando el suelo no está en déficit de humedad. La razón de evapotranspiración puede variar de una especie a otra, aún cuando ambas especies sean sometidas a condiciones similares de clima y humedad. El método del evaporímetro no predice directamente las diferencias en el uso de agua para diferentes especies o prácticas de cultivo, pero los valores de evaporación del tanque pueden ser ajustados o relacionados a los requisitos de riego de un cultivo dado utilizando unos factores o coeficientes del tanque ( $K_p$ ). Los valores del coeficiente del tanque ( $K_p$ ) varían con la ubicación, la humedad relativa, la velocidad del viento, y el tipo y extensión del área que rodea el tanque. El Cuadro 4 presenta los valores  $K_p$  recomendados para condiciones variables de los factores anteriormente indicados (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24). También debemos utilizar un factor (coeficiente) de evapotranspiración de la cosecha ( $K_c$ ) para relacionar la pérdida de agua con el tipo, etapa de desarrollo, resistencia estomatal y otros factores genéticos de la planta o cultivo.

En Puerto Rico no se ha realizado investigación de campo para validar los valores del coeficiente del tanque ( $K_p$ ) y los coeficientes de evapotranspiración de la cosecha ( $K_c$ ) para la berenjena. Los trabajos realizados se han limitado a desarrollar mediante modelos matemáticos los coeficientes de evapotranspiración de la cosecha ( $K_c$ ) tomando en consideración el estado de crecimiento y el periodo que permanecerá la siembra en el campo (Goyal, M.R., 1989).

Estimation of Monthly Water Consumption by Selected Vegetable Crops in the Semiarid and Humid Regions of Puerto Rico. AES Monograph 99-00, Agricultural Experiment Station, University of Puerto Rico. 431 pp).

**CUADRO 4.** *Coefficientes del tanque (Kp) para el Evaporímetro Clase A bajo condiciones variables de ubicación, ambiente, humedad relativa y velocidad del viento (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24).*

Evaporímetro Clase A	Caso A : Bandeja de evaporación rodeada por área verde (grama)				Caso B : Bandeja de evaporación rodeada por tierra seca y descubierta (sin cultivo)				
	Movimiento del viento (km/día)	A barlovento: Distancia del área verde (metros)	Humedad Relativa (%)			A barlovento: Distancia del área seca (metros)	Humedad Relativa (%)		
			Baja < 40	Mediana 40 - 70	Alta > 70		Baja < 40	Mediana 40 - 70	Alta > 70
<175	Suave	1	0.55	0.65	0.75	1	0.70	0.80	0.85
		10	0.65	0.75	0.85	10	0.60	0.70	0.80
		100	0.70	0.80	0.85	100	0.55	0.65	0.75
		1000	0.75	0.85	0.85	1000	0.50	0.60	0.70
Moderada 175 – 425		1	0.50	0.60	0.65	1	0.65	0.75	0.80
		10	0.60	0.70	0.75	10	0.55	0.65	0.70
		100	0.65	0.75	0.80	100	0.50	0.60	0.65
		1000	0.70	0.80	0.80	1000	0.45	0.55	0.60
Fuerte 425 – 700		1	0.45	0.50	0.60	1	0.60	0.65	0.70
		10	0.55	0.60	0.85	10	0.50	0.55	0.65
		100	0.60	0.65	0.70	100	0.45	0.50	0.60
		1000	0.65	0.70	0.75	1000	0.40	0.45	0.55
Muy Fuerte > 700		1	0.40	0.45	0.50	1	0.50	0.60	0.65
		10	0.45	0.55	0.60	10	0.45	0.50	0.55
		100	0.50	0.60	0.65	100	0.40	0.45	0.50
		1000	0.55	0.60	0.65	1000	0.35	0.40	0.45

En teoría se puede determinar el consumo de agua de un cultivo o evapotranspiración del cultivo (Etc) multiplicando la evapotranspiración potencial o de referencia (Eto) por un coeficiente de evapotranspiración de la cosecha (Kc):  $Etc = Eto \times Kc$ . Utilizando esta fórmula se determina el valor del coeficiente de evapotranspiración de la cosecha (Kc):  $Kc = Etc/Eto$ . El Cuadro 5 presenta los coeficientes de evapotranspiración de la cosecha para la berenjena, determinados mediante el método Blaney-Criddle. Estos valores no han sido validados en el campo, por lo que deben ser utilizados como valores de referencia. Para determinar el valor que mejor se ajuste a cada caso en particular, es recomendable colocar tensiómetros a diferentes profundidades en el suelo para tener un cuadro general de la distribución de humedad en la zona de raíces. Las lecturas del tensiómetro nos indicarán si hay humedad adecuada o si hay necesidad de aumentar o reducir el valor del coeficiente. Es deseable que las lecturas del tensiómetro se mantengan entre 10 y 20 centibares. Luego del riego se observa la tendencia en las lecturas del instrumento.

Si las lecturas de los tensiómetros comienzan a aumentar esto indica que el nivel de humedad en el suelo disminuye, por lo cual se debe aumentar el valor del coeficiente. Si por el contrario las lecturas de los tensiómetros comienzan a descender, el nivel de humedad en el suelo aumenta y se debe reducir el valor del coeficiente hasta que las lecturas se mantengan entre los 10 a 20 centibares de tensión.

**CUADRO 5.** *Coefficientes de evapotranspiración de la cosecha (Kc) para la berenjena (Método Blaney-Criddle).*

Etapa de crecimiento (días)	Kc para berenjena		
	Duración de la cosecha en el campo		
	120 días	150 días	180 días
0-30	0.52	0.51	0.51
31-60	0.73	0.61	0.57
61-90	1.02	0.91	0.80
91-120	0.96	1.05	0.99
121-150	-	0.96	1.03
151-180	-	-	0.96

Fuente: Goyal, 1989. AES Monografía 88-90, Junio-1989.

Utilizando el método del evaporímetro o tanque de evaporación se puede determinar el requisito de riego de la berenjena mediante la siguiente fórmula:

$$L = (E_{to} \times K_c) - E_r$$

$$E_{to} = E_p \times K_p$$

En donde:

**L** = lámina de agua que debemos aplicar (requisito de riego en pulgadas)

**E<sub>to</sub>** = evapotranspiración de referencia o evapotranspiración potencial, medida en pulgadas de agua perdida. Se refiere a la pérdida de agua de una superficie cubierta completamente de vegetación, cuando el suelo no está en déficit de humedad.

**E<sub>r</sub>** = Lluvia efectiva (medida en pulgadas). Se consideran solamente los valores de precipitación mayores a 0.15 pulgadas. Precipitación menor a esta cantidad por lo general se pierde por efecto de evaporación sin infiltrar a través del suelo.

**E<sub>p</sub>** = Evaporación registrada en un tanque de evaporación (medida en pulgadas de agua perdida para el número de días desde el último riego).

**K<sub>p</sub>** = Coeficiente del tanque. Ver los valores para cada caso en particular dependiendo de la ubicación, la humedad relativa, la velocidad del viento y el tipo y extensión del área que rodea al tanque.

**K<sub>c</sub>** = Coeficiente de evapotranspiración de la cosecha. (Dado que no tenemos disponibles los coeficientes de evapotranspiración de la cosecha para la berenjena, podemos utilizar como valores de referencia los coeficientes de crecimiento anteriormente indicados. En este caso debemos utilizar tensiómetros para conocer la condición de humedad en el suelo luego del riego y poder determinar los valores que mejor se ajustan a nuestro caso en particular.)

Una vez se obtiene el valor de la evapotranspiración se calculan los galones de agua que hay que aplicar utilizando la siguiente fórmula:

Galones de agua =  $0.623 \text{ gal /pulg-pie cuadrado} \times L \text{ en pulgadas} \times \text{Área del cultivo en pies cuadrados}$

- **0.623** es un factor de conversión: Un pie cuadrado equivale a 144 pulgadas cuadradas (12 pulgadas x 12 pulgadas = 144 pulgadas cuadradas). Un galón de agua ocupa un volumen de 231 pulgadas cúbicas. Por lo tanto, 144 pulgadas por pie cuadrado divididas entre 231 pulgadas cúbicas/galón = 0.6233 galones/pulg- pie cuadrado.
- **L** = lámina de riego (requisito de riego de la berenjena medida en pulgadas)
- **Área de cultivo** = área que ocupa el cultivo con relación al área de siembra. En la mayoría de las siembras de berenjena en la costa sur se utiliza una distancia entre bancos de 6 pies (unas 72 pulgadas de separación de banco a banco). Cuando se utiliza el sistema de goteo se humedece una faja de unas 24 a 40 pulgadas de ancho a lo largo del banco y se mantiene el área restante seca. Al determinar en la fórmula el área del cultivo se utiliza como referencia el porcentaje del banco que será humedecido, por ejemplo, 40 pulgadas de un total de 72 pulgadas = 0.55. Este valor (0.55) lo multiplicamos por 42,305 (pies cuadrados en una cuerda) para obtener el área que será humedecida en una cuerda de terreno (= 23,267.75 pies cuadrados). Esto indica que de una cuerda de terreno solamente se humedecerá un área equivalente a 23,267.75 pies cuadrados.

Los sistemas de riego no son del todo eficientes en la distribución del agua, por lo que se debe tomar este factor en consideración al determinar los galones de agua a ser aplicados. Se estima que la eficiencia de aplicación de agua en los sistemas de microriego es de un 90 por ciento. Dado esto, para determinar los galones de agua que se deben aplicar, se dividen los galones de agua obtenidos mediante la fórmula entre la eficiencia del sistema.

En el campo se utiliza un medidor de flujo (metro) o una válvula volumétrica para medir la cantidad de agua que se va a aplicar a cada área sembrada. Si se conoce la descarga de la línea de goteo (en términos de galones por minuto o galones por hora) se puede determinar el tiempo

que se debe mantener el sistema operando para aplicar los galones de agua calculados anteriormente. La frecuencia de riego la determina el agricultor teniendo en consideración la capacidad de retención de agua del suelo y otras condiciones o limitaciones presentes en el área sembrada. En la costa sur de Puerto Rico por lo general se hacen de uno a tres riegos por predio por semana dependiendo del cultivo, etapa de crecimiento, condiciones de clima, tipo de suelo e infraestructura de riego de cada finca en particular. El agricultor debe planificar las operaciones de riego para suplir la necesidad de humedad del cultivo, haciendo uso eficiente del agua y energía.

Al utilizar el tanque de evaporación para programar el riego se necesita saber tanto la cantidad de agua perdida (por evapotranspiración) como la ganancia de agua en el suelo (por riego o lluvia). Como punto de partida se necesita aplicar riego suficiente para humedecer toda la zona de raíces del cultivo. Al determinar la cantidad de agua que se aplicará (pulgadas de agua) se debe tener en consideración la profundidad del sistema radicular del cultivo y la capacidad de retención de agua del suelo. La frecuencia y cantidad de cada nuevo riego estarán dirigidas a reponer la pérdida debido a la evapotranspiración. En los periodos donde haya lluvia efectiva, la misma debe ser restada de la evapotranspiración. Cuando el valor de la lluvia (precipitación) es suficiente para reponer la pérdida por evapotranspiración no hay necesidad de aplicar riego. En el caso de eventos de mucha precipitación, se debe registrar solamente el valor máximo de humedad que puede retener el suelo en la zona radical. Para facilitar este procedimiento y poder determinar la cantidad de riego que se debe aplicar en cada caso se utiliza el formato presentado en el Cuadro 6:

**CUADRO 6.** *Formato para determinar el requisito de riego utilizando el tanque de evaporación.*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fecha	Evaporación del tanque (pulg)	Evaporación total para el periodo (Ep)	Coefficiente del tanque (Kp)	ETo potencial (referencia ) (Eto)	Valor Kc	ETc ajustada al cultivo	Lluvia registrada (pulg)	Lluvia efectiva (pulg)	Requisito de riego (pulg)

- **Columna 1=** Fecha (mes/día/año)
- **Columna 2=** Evaporación registrada en el tanque durante cada fecha
- **Columna 3=** Suma de la evaporación para el número de días desde el último riego
- **Columna 4=** Coeficiente del tanque. Determinar el valor dependiendo de la ubicación, la humedad relativa, la velocidad del viento y el tipo y extensión del área que rodea al evaporímetro.
- **Columna 5=** Evapotranspiración potencial o de referencia. Se obtiene multiplicando la evaporación del tanque (Ep) por el coeficiente del tanque (Kp) (columna 3 x 4).

- **Columna 6** = Valor del coeficiente de evapotranspiración de la cosecha. Se recomienda utilizar como referencia el Cuadro 5 y ajustar el valor con la ayuda de tensiómetros.
- **Columna 7**= Valor de la evapotranspiración del cultivo. Se obtiene multiplicando el valor de la evapotranspiración potencial por el coeficiente de evapotranspiración de la cosecha (columna 5 x 6).
- **Columna 8**= Lluvia diaria registrada (se mide utilizando un pluviómetro)
- **Columna 9** = Lluvia efectiva: es igual a la suma de los valores de precipitación (se suman solamente los valores mayores de 0.15 pulgadas).
- **Columna 10** = Requisito de riego del cultivo en pulgadas. Se obtiene restando la lluvia efectiva al valor de la evapotranspiración del cultivo (columna 7 - 9). Si el valor es negativo no hay que aplicar riego.

Una vez determinada la cantidad (pulgadas) se calculan los galones de agua que se deben aplicar a cada predio. Para facilitar este procedimiento se utiliza el Cuadro 7:

**Cuadro 7.** Procedimiento para determinar los galones de agua a ser aplicados a la berenjena

1	2	3	4	5	6	7
Fecha	Requisito de riego (pulgadas)	Area a ser regada (pies cuadrados)	Factor de conversión	Galones de agua	Factor de eficiencia	Total de galones de agua (Valor ajustado tomando en consideración la eficiencia de aplicación del sistema.)
			<b>0.623</b>		<b>0.90</b>	

- **Columna 1**= Fecha (mes/día/año)
- **Columna 2**= Requisito de riego de la berenjena determinado en el Cuadro 6
- **Columna 3**= Área que ocupa el cultivo con relación al área de siembra.
- **Columna 4**= Factor de conversión para cambiar de pulgadas a galones de agua.
- **Columna 5**= Galones de agua (columna 2 x 3 x 4)
- **Columna 6** = Factor de eficiencia (Se utiliza para tomar en consideración la eficiencia del sistema de riego. El riego por goteo se estima que tiene un 90 por ciento de eficiencia en la aplicación de agua.)
- **Columna 7**= Total de galones de agua (columna 5 ÷ 6 )

Además del método del tanque de evaporación, hay otros procedimientos que pueden ser utilizados para determinar la evapotranspiración. Como se indicó anteriormente, algunas de estas fórmulas son solamente aplicables a ciertos cultivos y a unas áreas geográficas o zonas

climáticas específicas. El personal técnico del Servicio de Extensión Agrícola y del Servicio de Conservación de Recursos Naturales puede orientarles sobre este particular.

El sistema radicular de la planta de berenjena es moderadamente profundo (entre 36 a 48 pulgadas). La mayoría de las raíces de absorción están a una profundidad entre 6 a 18 pulgadas. Se debe manejar el riego de modo tal que se mantenga humedad adecuada en la zona de raíces, especialmente durante los periodos críticos del trasplante, la florecida y fructificación. Es importante mantener un programa de riego adecuado guiado por tensiómetros y otros métodos alternos. El exceso de agua en la berenjena puede ser tan detrimental como un déficit de humedad. Condiciones de saturación en el suelo por un periodo largo de tiempo interfieren con el intercambio de gases en la zona de la raíz y favorecen el desarrollo de enfermedades en el cultivo. El agricultor debe manejar las operaciones de riego haciendo uso eficiente del recurso agua y reduciendo, hasta donde sea posible, los costos de energía.

## Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena<sup>1</sup>

### MALEZAS<sup>2</sup>

*Dra. María de L. Lugo<sup>3</sup>*

La presencia de malezas y la falta de un control adecuado de éstas en un cultivo de ciclo corto como la berenjena causarán una reducción en rendimiento y calidad del fruto que se reflejará en pérdidas económicas para el agricultor. Las malezas compiten con la planta de berenjena principalmente por agua, nutrimentos y luz, además, son hospederas de plagas y enfermedades. La reducción en rendimiento a causa de las malezas dependerá de las especies presentes, de la densidad poblacional de éstas y de la etapa en el ciclo del cultivo en que interfieren con el mismo.

Las especies de gramíneas más comunes presentes en la zona sur de la isla, donde se concentra la mayor producción de berenjena, son arrocillo (*Echinochloa colona*), pata de gallina (*Eleusine indica*), pendejuelo o pata de gallina fina (*Digitaria sanguinalis*) y yerba de hilo (*Leptochloa filiformis*). Entre las especies de hoja ancha están bledo (*Amaranthus dubius*), peseta (*Thrianthema portulacastrum*), belladona del pobre (*Datura stramonium*), cardo santo (*Argemone mexicana*) y platanito (*Cleome gynandra*). El coquí (*Cyperus rotundus*) también es muy común. Para mayor información y fotografías sobre éstas y otras malezas vea la publicación *Guía para el reconocimiento de malezas comunes en zonas agrícolas de Puerto Rico* de la Estación Experimental Agrícola.

El manejo de las malezas a través del año en los predios donde se planifica sembrar berenjena es la alternativa más adecuada para reducir el problema de la competencia de las malezas con el cultivo. El primer paso del manejo consiste en incorporar al suelo los residuos del cultivo anterior y las malezas existentes en el predio mediante un arado profundo. El segundo paso consiste en mantener el suelo libre de malezas durante el periodo entre cultivos, lo que se puede lograr con una combinación de prácticas: a) incorporar las malezas recién brotadas con un pase de rastra (la frecuencia de esta práctica dependerá del tipo de malezas, el tipo de suelo y la cantidad de lluvia) y b) aplicación de herbicidas de tipo sistémico (que se translocan) o de herbicidas de contacto. El agricultor debe tomar en consideración el costo de estas prácticas.

Un buen manejo del predio a ser sembrado resultará en una reducción notable en la competencia de las malezas con el cultivo después de la siembra. Luego de preparar el terreno para sembrar, preparar los bancos, y colocar las líneas de riego, se coloca la cubierta plástica. Cuando se utiliza la cubierta plástica usualmente no se utilizan herbicidas preemergentes o pre-siembra incorporados. Las malezas entre los bancos se controlan ya sea con cultivo mecánico,

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena* (Publicación 165. Mayo 2006).

<sup>3</sup> Investigadora, Departamento de Protección de Cultivos, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

con la aspersión de herbicidas de contacto aplicados con campana y dirigidos a las malezas, o por medio de una combinación de estos métodos. Dos herbicidas posemergentes en uso son paraquat y glifosato. Existen en el mercado, y con permiso de uso en Puerto Rico, varios herbicidas que son eficientes en el combate del coquí, gramíneas y malezas de hoja ancha. Consulte un agente agrícola del Servicio de Extensión Agrícola para decidir el herbicida a aplicar.

Aunque la mayor parte de la berenjena se produce en la zona sur del país, también se produce en otras regiones de la isla donde comúnmente se utiliza el método de trasplante sin el uso de la cubierta plástica; en estos casos se depende del control manual de malezas y el uso de herbicidas. En el caso de los herbicidas preemergentes, éstos se aplican al suelo después de preparar los bancos. Estos son efectivos contra las malezas antes de que éstas emerjan.

Al seleccionar herbicidas hay que considerar factores de la planta, suelo y condiciones ambientales. Las especies presentes determinan cuál herbicida se utilizará. Hay herbicidas que solo controlan malezas de hoja ancha o gramíneas; otros son de mayor espectro. El tamaño de la maleza determina la dosis a utilizarse; las plántulas generalmente son más fáciles de controlar que las plantas adultas. Debemos recordar que las plantas que crecen rápidamente generalmente son más susceptibles a los herbicidas posemergentes, ya que pueden translocar más rápido los herbicidas que aquellas de crecimiento más lento. El mejor momento de aplicar los herbicidas es cuando las malezas están en crecimiento activo.

Por otro lado, el tipo de suelo puede determinar la dosis de herbicida que se debe utilizar. En general, la dosis más baja se recomienda en suelos arenosos. El contenido de materia orgánica (MO) influye en la decisión del herbicida a escoger. La MO puede adsorber algunos herbicidas tal como lo adsorben las partículas de arcilla del suelo, también la MO puede inactivar algunos herbicidas. Cuando prepare su tanque para aspersión de herbicidas asegúrese que el agua que utiliza esté libre de partículas de suelo, por ejemplo, el paraquat pierde efectividad en agua con alto contenido de coloides del suelo. Para que los herbicidas preemergentes sean efectivos, es necesario que haya humedad en el suelo (lo ideal es 1/2" de agua). Los herbicidas posemergentes y los incorporados al suelo no la necesitan. Hay algunos herbicidas que se lixivian en suelos arenosos cuando ocurren fuertes lluvias. De igual manera hay herbicidas de uso posemergente que se afectan con la lluvia. La persistencia de los herbicidas también determina la selección de éstos. Algunos herbicidas tienen corta vida, mientras que otros persisten por más tiempo. Esto es muy importante a la hora de seleccionar cultivos de rotación. En el cultivo de berenjena hay registro de herbicidas presiembra incorporado, éstos hay que incorporarlos para evitar que se volatilicen o se descompongan por la luz solar. El comportamiento de los herbicidas se afecta por el viento, principalmente por el acarreo. El acarreo puede causar daño a siembras cercanas y puede reducir el control de las malezas que queremos controlar.

Aunque no pretendemos cubrir todo lo relacionado al comportamiento de los herbicidas, no podemos ignorar el aspecto de calibración de equipo. Si se quiere un buen control de malezas, es importante que el equipo de aplicación (boquillas, cedazos, relojes de presión, etc.) esté en buen estado y que se haya calibrado el mismo, por ejemplo, si se va a utilizar un brazo ("boom") de 24 boquillas, éstas tienen que ser iguales. Finalmente, aplique los herbicidas

solamente como se especifica en la etiqueta. La información contenida en la etiqueta es importante para el uso eficiente y seguro del producto.

## Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena<sup>1</sup>

### INSECTOS Y SU MANEJO INTEGRADO<sup>2</sup>

Prof. Arístides Armstrong y Prof. Irma Cabrera<sup>3</sup>

Son varios los insectos que afectan el follaje y fruto de la berenjena. En esta sección sólo se mencionan aquellos insectos que atacan más frecuentemente y que más daño ocasionan a este cultivo en Puerto Rico.

Algunos de estos insectos son:

<b>Español</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Inglés</b>	<b>Nombre Científico</b>
trípido del melón		melon thrip	<i>Thrips palmi</i>
mosca blanca		whitefly	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>B. argentifolii</i>
áfido del melón		cotton or melon aphid	<i>Aphis gossypii</i>
áfido verde		green peach aphid	<i>Myzus persicae</i>
gusano de otoño		fall armyworm	<i>Spodoptera frugiperda</i>
gusano alfiler		tomato pinworm	<i>Keiferia lycopersicella</i>
agrimensor de la soya		soybean looper	<i>Pseudoplusia includens</i>
gusano cornudo del tomate		hornworm	<i>Manduca sexta</i>
minador de la hoja		leafminer	<i>Liriomyza</i> spp.

#### ***Trípido del melón***

El trípido del melón, *Thrips palmi* (Karny), es un insecto que pertenece al orden Thysanoptera familia Thripidae. El insecto deposita los huevos en el tejido de las hojas y tallo de la planta; éstos usualmente eclosionan a las dos o tres semanas de ovipositados. Las ninfas, de color amarilloso, completan su desarrollo en dos semanas. El adulto es de color marrón claro y mide aproximadamente 0.13 pulgadas de largo y puede producir varias generaciones por año. Ambas etapas se pueden localizar en renuevos de hojas, flores y frutas. Tanto en su etapa ninfal como adulta ocasionan daño a la fruta y a las hojas. Aunque el daño principal es a la fruta, el insecto es más abundante en las hojas. Con su aparato bucal (raspador-chupador) produce

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena* (Publicación 165. Mayo 2006).

<sup>3</sup> Investigador e Investigadora Asociada, Departamento de Protección de Cultivos, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

raspaduras y cicatrices que deforman la corteza de la fruta y disminuyen la calidad de la misma. Otros hospederos de *T. palmi* son la sandía, calabaza, pepinillo, tomate, batata, aguacate, cítricas, habichuela, lechuga y bejuco de puerco.

### ***Mosca blanca***

Las moscas blancas pertenecen al orden Homoptera, familia Aleyrodidae. En la berenjena se pueden encontrar las dos especies de *Bemisia* reportadas en Puerto Rico, *B. tabaci* (Bellows & Pening) y *B. argentifolii* (Gennadius). Por lo general, las poblaciones de *B. tabaci* son más abundantes que las de *B. argentifolii*. Las hembras de ambas especies depositan sus huevos en el envés de las hojas, donde pueden poner un promedio de 160 huevos en su vida adulta. Todas las etapas de estos insectos pueden localizarse en el envés de las hojas. Los adultos de estos insectos pueden medir hasta 0.09 pulgadas de largo y son de color blanco. Su ciclo de vida puede durar de 13 a 16 días. Tanto los adultos como las ninfas se alimentan succionando la sabia del tejido de las hojas provocando clorosis en las mismas, pero las ninfas producen el mayor daño. Estos insectos tienen un rango amplio de hospederos entre los que se encuentran algunas plantas ornamentales, tomate, batata, sandía y calabaza.

### ***Áfido del melón y áfido o pulgón verde***

Los áfidos del melón y los áfidos verdes, *Aphis gossypii* (Glover) y *Myzus persicae* (Sulzer), respectivamente, pertenecen al orden Homoptera, familia Aphididae. El adulto de *A. gossypii* es amarillo y mide hasta 0.09 pulgadas de largo. La hembra puede producir, por partenogénesis, de 20 a 140 ninfas. Su ciclo de vida, de huevo a adulto, puede completarse en 8 a 20 días. El adulto de *M. persicae* es color verde olivo y mide aproximadamente 0.125 pulgadas de largo. Su ciclo de vida se completa en 6 a 20 días. Ambas especies se alimentan en los renuevos y en el envés de las hojas, causando enrizamiento en las hojas y clorosis en las plantas. Ambas especies pueden ser vectores de virus. Algunos hospederos alternos son la habichuela, calabaza, sandía, ají, pimiento, tomate, repollo, gandul, yautía, salvia, cohítre y malva.

### ***Gusano de otoño***

El gusano de otoño, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), del orden Lepidoptera, familia Noctuidae, es la especie de lepidóptero que se observa con más frecuencia en el cultivo de la berenjena. La hembra deposita sus huevos de color blanco cremoso en masas en la superficie de distintas partes de la planta. Las larvas varían de color verde olivo a gris y tienen franjas oscuras en los costados. Además, se pueden observar cuatro puntos negros en la parte dorsal de cada segmento abdominal. Otra característica de este insecto es una marca en la cabeza parecida a una Y invertida. El adulto es una alevilla gris con manchas negras y blancas. Con sus alas extendidas puede medir hasta 1.37 pulgadas. El ciclo de vida (huevo a adulto) puede completarse en aproximadamente 39 días. El daño principal es ocasionado por las larvas, las mismas se alimentan y perforan las flores, los renuevos y las frutas. Se ha observado hasta un 75% de pérdidas en las frutas por daño de *S. frugiperda*. Otros hospederos de este insecto son el maíz,

cebolla, pimiento, algodón, repollo, tomate, guineo, habas, habichuela, caña, grama San Agustín, zoysia, peseta, malojillo, eucalipto y gladiolas.

### ***Gusano alfiler del tomate***

El gusano alfiler del tomate, *Keiferia lycopersicella* (Walsingham), pertenece al orden Lepidoptera, familia Golenchiidae. La hembra deposita los huevos en las hojas y en los tallos, individualmente o en grupos de dos o tres. Los huevos son de color amarillo y cuando van a eclosionar se tornan anaranjados. Las larvas miden alrededor de 0.3 pulgadas de largo y son de color gris con la cabeza marrón. El insecto tiene cuatro etapas larvales. Las primeras dos etapas larvales forman minas irregulares en las hojas y la tercera y cuarta etapa puede hacer daño al fruto. En el follaje las larvas pueden enrollar parcialmente el área de la hoja donde estaba la mina y permanecer ahí hasta tirarse al suelo para pupar. El adulto es una alevilla gris de 0.02 pulgadas de largo. Otro hospedero es el tomate.

### ***Agrimensor de la soya***

El agrimensor de la soya, *Pseudoplusia includens* (Walker), pertenece al orden Lepidoptera, familia Noctuidae. El insecto deposita los huevos en el envés de las hojas, especialmente en las hojas nuevas. La larva es de color verde con propatas abdominales de color marrón oscuro. Al caminar, la larva dobla parte del cuerpo formando una curvatura que origina el nombre de agrimensor o medidor. Las larvas se alimentan de las hojas, donde dejan sólo la venación central. Las pupas se pueden encontrar en el envés de las hojas envueltas en un capullo sedoso. El adulto es una alevilla nocturna de color marrón grisáceo; con sus alas cerradas mide 0.98 pulgadas de largo. En el primer par de alas tiene una mancha plateada parecida al número ocho. Este insecto puede tener un ciclo de vida (huevo-adulto) de aproximadamente 52 días. Otros hospederos alternos pueden ser el tomate, pimiento, repollo, habichuela, sandía, melón y calabaza.

### ***Gusano cornudo del tomate***

El gusano cornudo, *Manduca sexta* (L.), pertenece al orden Lepidoptera, familia Sphingidae. El insecto deposita los huevos en las hojas. Los huevos son de color verde claro y por su tamaño se pueden observar a simple vista. La larva es de color verde, con líneas blancas transversales a lo largo del cuerpo y con una protuberancia en el final de su cuerpo en forma de un cuerno. Puede medir hasta 3.93 pulgadas. Debido al tamaño grande de las larvas su daño es significativo, éstas son muy agresivas y se alimentan vorazmente del follaje. La larva pupa en el suelo. El adulto es una alevilla nocturna de color gris con manchas anaranjadas en las alas y manchas amarillas en el abdomen. El ciclo de vida (huevo-adulto) se completa en alrededor de 54 días. Otros hospederos alternos pueden ser el tomate, ají, pimiento, ajonjolí, berenjena cimarrona y laurel rosado.

## ***Minador de la hoja***

El minador de la hoja, *Liriomyza* spp., pertenece al orden Diptera, familia Agromyzidae. El insecto deposita los huevos en la epidermis de la hoja. Al eclosionar, las larvas de color amarillo se van alimentando del tejido entre la epidermis, dejando unos caminos o minas en el haz de la hoja. Pueden ocurrir ataques severos cuando se trasplantan las plántulas al campo. El adulto es una mosca diminuta amarilla y negra que mide 0.04 a 0.01 pulgadas de largo. El ciclo de vida (huevo-adulto) se completa en aproximadamente 13 días. Otros hospederos alternos son el brécol, habichuela, tomate, pepinillo, sandía, melón, calabaza y cebolla.

## **MANEJO INTEGRADO**

En estos momentos no existe un grupo de prácticas para el manejo integrado de insectos en el cultivo de berenjena. Sin embargo, algunas prácticas de manejo ayudan a controlar los insectos en el cultivo o a minimizar su daño. Para implementar un manejo integrado, se debe determinar la presencia del insecto y establecer el daño que está causando. Se debe conocer el ciclo de vida del insecto plaga y saber cuál etapa es la causante del daño. Esta información ayudará a realizar muestreos más efectivos e implementar las prácticas de control necesarias.

### **Control cultural**

Antes de sembrar se debe arar y pasar discos o rastras que corten y volteen el suelo. Esta práctica entorpece el desarrollo o supervivencia de los insectos del suelo (ej., al exponer las pupas de los lepidópteros). Utilice un plan de riego y de fertigación adecuado (ver sección de riego y de fertigación) para tener una planta más vigorosa que pueda recuperarse mejor de los ataques causados por los insectos. Rote con otros cultivos que no sean solanáceas, como cucurbitáceas, brassicáceas (crucíferas), habichuelas y cebolla.

### **Control mecánico**

Remueva del predio todo residuo de cosecha, especialmente si ha tenido poblaciones altas de insectos. Utilice la cubierta de plástico en los bancos como barrera física. Algunas cubiertas plásticas pueden impedir que aumenten las poblaciones de algunos insectos, por ejemplo, las cubiertas plateadas impiden que la población de trips aumente. Puede utilizar trampas pegajosas para tomar muestras de los insectos presentes en los predios.

### **Control biológico**

No hay información específica sobre cómo utilizar enemigos naturales para los insectos antes mencionados en el cultivo de berenjena. Sin embargo, se conoce que la chinche pirata (*Orius* spp.) es un depredador de trips. Se han reportado al león de áfidos (*Chrysopa* spp.) y a las mariquitas (lady bugs) como depredadores de áfidos. La avispa *Polistes* spp. es un buen depredador de *M. sexta*. El uso de insecticidas biológicos, como aquellos con B.t. (*Bacillus thuringiensis*), es una buena herramienta para controlar los lepidópteros; sin embargo, se deben usar adecuadamente para evitar crear resistencia de las poblaciones de insectos.

---

## Control químico

Los insecticidas son elementos claves en cualquier programa de manejo integrado de plagas. La aplicación correcta de cualquier insecticida ayudará a minimizar sus efectos adversos al ambiente. La tolerancia que desarrollan los insectos a los insecticidas es un problema creciente. Cuando se utilice cualquier insecticida, incluso los biológicos, se deben realizar muestreos semanales para determinar la presencia de insectos. Se debe identificar en cuál etapa del ciclo de vida se encuentran los insectos plagas y verificar cuáles insecticidas son los adecuados para controlar el insecto en esa etapa. Solo se pueden utilizar aquellos insecticidas que tienen registro para el cultivo de berenjena en Puerto Rico, asegurándose que el nombre del insecto que se desea controlar aparezca en la etiqueta. Se debe conocer y entender la etiqueta del insecticida, de no ser así consulte al agente agrícola de su área. Si es posible, seleccione insecticidas que no tengan informes de resistencia de los insectos plaga (consulte al agente agrícola de su área). Se debe revisar constantemente la eficacia de los insecticidas de tal manera que se pueda detectar tolerancia en los insectos. Para evitar el desarrollo de ésta se aconseja usar los insecticidas en forma alternada. Además, se pueden usar productos sinérgicos para aumentar la efectividad de una dosis dada de un insecticida, los agentes agrícolas y suplidores pueden darle más información. Tan pronto se observe algún signo de resistencia se debe reemplazar el producto y volver a usarlo sólo después de un período de tiempo razonable.

Antes de aplicar cualquier insecticida se debe calibrar el equipo de aspersión. Para el cultivo de berenjena utilice un equipo de aspersión mecanizado que levante 100 psi aproximadamente. El calibrar el equipo adecuadamente ayudará a tener una mayor efectividad del insecticida en la planta. Utilice papel sensitivo a agua y aceite para detectar si la aspersión de insecticidas es adecuada. Coloque el papel sensitivo en varias partes de la planta. Aplique el insecticida y verifique como fue la aspersión, de esta forma sabrá si está cubriendo bien la planta con el insecticida. Estas medidas le ayudarán a tener un mejor manejo y control de los insecticidas aplicados.

Universidad de Puerto Rico  
 Recinto Universitario de Mayagüez  
 Colegio de Ciencias Agrícolas  
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA**

**Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena<sup>1</sup>**

**ENFERMEDADES<sup>2</sup>**

*Prof. Evelyn Rosa<sup>3</sup>*

Los hongos y bacterias son organismos causantes de un gran número de enfermedades en la berenjena y pueden afectarla en cualquier etapa de su desarrollo. Un diagnóstico rápido de la causa de la enfermedad y la implementación de un manejo adecuado de la misma son pasos esenciales para asegurar la protección y el desarrollo del cultivo. A continuación se describen los síntomas de las enfermedades más comunes que pueden afectar a la berenjena y las posibles prácticas de control. Aunque en Puerto Rico no se han reportado virus afectando la berenjena, en otros países se han reportado varios. Algunos de éstos se han reportado en Puerto Rico afectando otras solanáceas, entre ellos el virus del mosaico del pepinillo (CMV), el virus Y de la papa (PVY) y el virus del mosaico del tabaco (TMV).

**CUADRO 8.** *Enfermedades más comunes que pueden afectar a la berenjena en Puerto Rico.*

<i>NOMBRE COMÚN</i>		<i>NOMBRE CIENTÍFICO</i>
Español	Inglés	
<b>POR HONGOS</b>		
sancocho	damping-off	<i>Rhizoctonia solani, Pythium sp., Phytophthora spp.</i>
tizón por Phomopsis	Phomopsis blight	<i>Phomopsis vexans</i>
tizón temprano	early blight	<i>Alternaria solani</i>
tizón sureño	southern blight	<i>Sclerotium rolfsii</i>
añublo polvoriento	powdery mildew	<i>Leveillula taurica</i>
podrición por Phomopsis	Phomopsis rot	<i>Phomopsis vexans</i>
podrición por Alternaria	Alternaria rot	<i>Alternaria tenuis</i>
podrición por Rhizopus	Rhizopus soft rot	<i>Rhizopus stolonifer</i>
podrición del moho gris	gray mold rot	<i>Botrytis cinerea</i>
<b>POR BACTERIAS</b>		
marchitez bacteriana	bacterial wilt	<i>Ralstonia solanacearum</i>
podrición blanda bacteriana	bacterial soft rot	<i>Erwinia carotovora</i>

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena* (Publicación 165. Mayo 2006).

<sup>3</sup> Investigadora Auxiliar, Departamento de Protección de Cultivos, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

Las estrategias de control de enfermedades incluyen la implantación de prácticas que propician el vigor y la salud de la planta, y el uso de plaguicidas. Al aplicar plaguicidas es importante leer la etiqueta en su totalidad, utilizar las dosis recomendadas para la enfermedad y el cultivo, calibrar el equipo y utilizar las libras de presión apropiadas para la aspersión, de manera que se obtenga una buena cobertura y penetración del plaguicida. Además, se debe considerar la velocidad y dirección del viento, y el pH y la calidad del agua. Consulte un agente agrícola del Servicio de Extensión Agrícola para decidir los plaguicidas a aplicar.

## ***Enfermedades causadas por hongos***

### **Enfermedades de la raíz:**

#### **Sancocho (“damping-off”)**

Esta enfermedad es producida por varios géneros de hongos habitantes del suelo tales como: *Fusarium*, *Rhizoctonia*, y *Pythium*. Los síntomas son pudrición de la semilla, pudrición y muerte de las plántulas antes de emerger, pudrición de los tallos a nivel del suelo después de emerger, y pudrición de las raíces y canchales en la parte baja del tallo en plantas adultas. Los hongos que causan el sancocho sobreviven en residuos de cosecha o formando estructuras especializadas que se conocen como esclerocios y clamidosporas. Se diseminan por la semilla, el suelo infectado, las gotas de lluvia al salpicar, por aguas de escorrentías, por las herramientas y por los trabajadores. La enfermedad se favorece por condiciones de alta humedad en el suelo, temperaturas moderadas, pobre aireación, alta densidad de plántulas y suelos de pobre drenaje.

*Manejo de la enfermedad:* Se debe sembrar en bancos para evitar la acumulación de agua después de cada riego. Utilice semillas de alta calidad y siembre superficialmente para promover una emergencia rápida. De ser necesario aplique los fungicidas registrados siguiendo las dosis recomendadas.

### **Enfermedades foliares y del tallo:**

#### **Tizón por *Phomopsis* (*Phomopsis blight*)**

Esta enfermedad es causada por el hongo *Phomopsis vexans* y puede afectar las partes aéreas de la planta en cualquier etapa de su desarrollo. Las plántulas infectadas con este hongo presentan lesiones de color marrón oscuras con centros grisáceos en los tallos y en las ramas principales. Eventualmente las lesiones desintegran el tallo ocasionando la muerte de la planta. En los tallos, pecíolos y pedúnculos de las plantas adultas se pueden observar unas manchas alargadas y canchales de color marrón. En las hojas, los síntomas iniciales son manchas circulares pequeñas claramente definidas, que pueden variar en color desde gris hasta marrón con centros más claros. Estas manchas luego se agrandan, tornándose elípticas y alargadas con un margen marrón definido. A medida que la enfermedad progresa, en las lesiones iniciales se observan unas estructuras negras que son los picnidios donde se encuentran las esporas. Las hojas se tornan amarillas y se caen prematuramente. Este hongo puede sobrevivir en los residuos de las

cosechas como también en la semilla y se puede dispersar por el viento, insectos, herramientas de trabajo y el agua al salpicar. La enfermedad se ve favorecida por ambientes húmedos y cálidos.

*Manejo de la enfermedad:* Se recomienda eliminar toda fuente de inóculo como son los residuos de cosecha y las plantas enfermas. Utilice trasplantes o semillas sanas. De ser necesario, aplique los fungicidas registrados siguiendo las dosis recomendadas.

### **Tizón temprano (early blight o *Alternaria leaf spot*)**

Esta enfermedad se conoce también como mancha foliar de *Alternaria* y es causada por el hongo *Alternaria solani*. Este patógeno puede causar la muerte descendente en etapa de plántula. El follaje se puede afectar en cualquier etapa de su desarrollo; sin embargo, las lesiones generalmente comienzan en las hojas adultas como pequeñas manchas irregulares y claras que van aumentando en tamaño creando grandes áreas necróticas a medida que la enfermedad progresa. Cuando las manchas son numerosas, se afecta toda la hoja y puede ocurrir defoliación, lo que expone la fruta al sol, ocasionándole escaldadura. Este hongo puede sobrevivir de uno a dos años en residuos de cosechas, malezas y otros cultivos. Este patógeno se disemina por el viento y por las gotas de la lluvia al salpicar, y se favorece por condiciones húmedas y temperaturas de 60° a 90° F.

*Manejo de la enfermedad:* Para reducir la incidencia de la enfermedad mantenga las plantas vigorosas; se ha demostrado que si éstas están en estrés nutricional son más susceptibles. Se recomienda remover los residuos de cosecha infectados o arar profundo para incorporarlos. Se debe rotar por lo menos por dos años con otro cultivo que no sea hospedero. Utilice el sistema de riego por goteo para reducir la humedad en las hojas. De ser necesario, realice aspersiones regulares con los fungicidas registrados para el control de esta enfermedad en la berenjena.

### **Tizón sureño (southern blight)**

Los síntomas principales de esta enfermedad, causada por el hongo *Sclerotium rolfsii*, se caracterizan por la pudrición de las raíces y la corteza de la base del tallo. Las plantas afectadas muestran marchitez progresiva, clorosis y necrosis en el follaje, y eventualmente mueren. A medida que la enfermedad progresa se observa la presencia de una abundante masa de micelio algodonoso blanco y de esclerocios color marrón alrededor de la base del tallo y en el suelo adyacente. Este hongo, que tiene una amplia gama de hospederos, se disemina como micelio en la materia orgánica descompuesta y como esclerocios en el suelo infectado. La enfermedad se favorece por condiciones de alta humedad en el suelo, temperaturas de 85° F o más, pobre aireación, y suelos de pobre drenaje.

*Manejo de la enfermedad:* Se recomienda arar profundo para enterrar los residuos de cosecha y esclerocios. Siembre en lugares con buen drenaje y suficiente aireación para evitar la humedad excesiva en el suelo. Evite sembrar berenjenas en un predio donde el cultivo anterior haya sido afectado por el tizón sureño.

## **Añublo polvoriento (“powdery mildew”)**

Esta enfermedad, producida por el hongo *Leveillula taurica* (anamorfo *Oidiopsis taurica*), no es común en el cultivo de berenjena; sin embargo, puede afectarlo si hay siembras cercanas de cultivos susceptibles y si existen las condiciones adecuadas para su desarrollo. Los síntomas varían de acuerdo al cultivo que afectan. Los síntomas iniciales se pueden manifestar en ambos lados de la hoja, en los brotes y raras veces en las flores y los frutos, como manchas blancas de apariencia polvoriento. Estas manchas gradualmente se dispersan por toda la hoja cubriendo grandes áreas. Las hojas afectadas gradualmente se tornan completamente amarillas causando defoliación y como consecuencia las frutas quedan expuestas al sol y sufren escaldadura. Este hongo puede afectar la planta en cualquier etapa de crecimiento, pero es más común al momento de la cosecha. En plantas severamente afectadas se puede reducir el rendimiento, acortar el periodo de producción y la fruta perder sabor. Este hongo requiere de tejido vegetal vivo para crecer. La principal fuente de inóculo son las esporas, las cuales se diseminan por el viento. No se necesita la presencia de agua para que éstas germinen e infecten. Temperaturas moderadas de 60° a 80° F y la presencia de sombra son las condiciones más favorables para el desarrollo del patógeno y de la infección. Este hongo es sensitivo a temperaturas altas (sobre 90° F) y luz solar directa.

*Manejo de la enfermedad:* El mejor método de control es la prevención. Se recomienda no sembrar variedades susceptibles y, de estar disponibles, usar variedades resistentes. Establezca un programa de buenas prácticas culturales tales como sembrar a pleno sol, usar las densidades poblacionales recomendadas para que circule el aire, utilizar un fertilizante de liberación lenta y eliminar los residuos de cosecha enfermos para así reducir el inóculo primario. El control químico con productos con permiso de uso es recomendable en épocas secas cuando las condiciones ambientales son altamente conducentes a que la enfermedad sea más severa.

## **Enfermedades de la fruta causadas por hongos (antes y después de la cosecha):**

### **Pudrición por *Phomopsis* (*Phomopsis rot*)**

Esta enfermedad, causada por el hongo *Phomopsis vexans*, se considera una de las más comunes y destructivas de la berenjena. Las manchas producidas en la fruta son similares a las observadas en las hojas, pero de mayor tamaño. Generalmente, la infección inicial ocurre debajo o en el borde del cáliz, pero puede ocurrir en cualquier parte de la fruta. Los primeros síntomas en la superficie de las frutas afectadas son pequeñas depresiones circulares color marrón claro con apariencia acuosa y blanda. Estas lesiones eventualmente se agrandan y se tornan color marrón oscuro en el centro, con un margen pronunciado y más claro, pueden afectar toda la fruta. En la cáscara se observa una decoloración marrón clara, mientras que el tejido interno presenta una pudrición blanda y textura esponjosa. En la parte externa de la fruta se pueden distinguir fácilmente los bordes del área afectada, contrario a la parte interna donde el tejido afectado no se puede distinguir claramente del sano. Este hongo crece bien a temperaturas cerca de los 80 a 86 °F, puede ser transmitido por la semilla y puede diseminarse por el salpicado del agua y residuos de cosecha infectados.

*Manejo de la enfermedad:* Se recomienda eliminar toda fruta afectada, los residuos de cosecha y las plantas enfermas. Se debe refrigerar la fruta rápidamente luego de la cosecha. Utilice trasplantes o semillas sanas.

### **Pudrición por *Alternaria* (*Alternaria rot*)**

Esta enfermedad es ocasionada por el hongo *Alternaria tenuis* (sin. *A. alternata*). Las lesiones en las frutas maduras se caracterizan por numerosas manchas circulares de 3 a 13 mm de diámetro, color marrón con márgenes definidos y ligeramente hundidas. Las manchas pueden aparecer en cualquier parte de la superficie de la fruta, incluyendo el cáliz. Estas manchas pueden eventualmente unirse, formando grandes áreas necróticas de forma irregular con márgenes definidos. La superficie de las primeras lesiones podría cubrirse con una masa de esporas verde olivo y con apariencia lanosa. La pudrición interna tiene una textura firme y seca, pero si la infección es profunda puede tornarse esponjosa. Este patógeno puede penetrar por la parte floral, por daños ocasionados por insectos y por escaldadura o congelación. Sobrevive en residuos de cosechas y en el suelo, y crece bien en condiciones cálidas y húmedas. Las esporas se diseminan por el viento o por el agua al salpicar.

*Manejo de la enfermedad:* Esta pudrición puede ser minimizada con un manejo y empaque adecuado para prevenir heridas en la fruta. Se recomienda establecer un programa de rotación de cultivos de por lo menos tres años. Debe destruir inmediatamente el material enfermo después de la cosecha para así reducir el inóculo primario. Para ayudar a reducir la diseminación de la enfermedad, mantenga la planta vigorosa y evite la humedad en el follaje utilizando riego por goteo.

### **Pudrición por *Rhizopus* (*Rhizopus soft rot*)**

La pudrición causada por el hongo *Rhizopus stolonifer* (sin. *R. nigricans*) afecta ocasionalmente a las frutas de berenjena después de su cosecha. El área afectada adquiere una tonalidad color marrón. A medida que la pudrición progresa, el tejido se ablanda creando una lesión húmeda que penetra profundamente en la fruta. A diferencia de la pudrición causada por el hongo *Phomopsis*, en la pudrición producida por *R. stolonifer* el tejido enfermo tiene apariencia blanda y acuosa; a su vez se distingue de la pudrición bacteriana por la presencia abundante de crecimiento micelial en el área de las lesiones. Usualmente las primeras infecciones ocurren por heridas o raspaduras en la cáscara de la fruta. Este hongo es común en el suelo y se pueden encontrar numerosas esporas en el aire. *Rhizopus stolonifer* crece rápidamente a temperaturas entre 75 y 85° F, favoreciéndose la enfermedad.

*Manejo de la enfermedad:* Una forma efectiva de reducir la incidencia de la enfermedad es usar buenas prácticas sanitarias en el campo y en el centro de empaque. Se deben manejar las frutas con cuidado para evitar el daño mecánico. Las frutas con lesiones causadas por este hongo se deben descartar inmediatamente de manera que no se diseminen las esporas. Se recomienda refrigerar a temperaturas entre 55 y 65° F tan pronto se cosechan las frutas.

## **Pudrición del moho gris (gray mold rot)**

La pudrición causada por *Botrytis cinerea* puede ocurrir en cualquier lugar donde la berenjena se cultiva, sin embargo, las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad son pocas durante el mercadeo. El tejido afectado en la fruta cambia de color púrpura a color marrón intermedio, y por lo general, tiene un margen claramente definido color púrpura-rojizo. Las lesiones son de consistencia relativamente firme y aquellas de 2 a 3 pulgadas en diámetro pueden penetrar la cáscara afectando el tejido interno. Este hongo puede penetrar por heridas y raspaduras. *Botrytis cinerea* puede persistir en el suelo y en residuos de cosecha. Las condiciones de ambiente fresco y de humedad, favorecen el desarrollo del hongo, el cual puede diseminarse por el viento.

*Manejo de la enfermedad:* Se recomienda tener un buen manejo durante la cosecha y el mercadeo para evitar los daños mecánicos. Se debe eliminar todo residuo de cosecha en el cual el hongo pueda proliferar.

## ***Enfermedades causadas por bacterias***

### **Enfermedades bacterianas foliares y del tallo:**

#### **Marchitez bacteriana (bacterial wilt)**

Las plantas afectadas por *Ralstonia solanacearum* (sin. *Pseudomonas solanacearum*) muestran síntomas de marchitez que se inicia generalmente en los extremos de las ramas afectando rápidamente todo el follaje. Las plantas afectadas no necesariamente muestran síntomas de amarillamiento antes de la muerte. En las plantas afectadas se observa un decaimiento del tejido externo en la base del tallo, a nivel del suelo. Al hacer un corte transversal de esa área, el tejido vascular del tallo infectado muestra una decoloración parda y oscura. Si el área donde se hizo el corte se sumerge en un envase con agua, se puede observar como un exudado bacteriano de apariencia viscosa saliendo del tallo. Esta bacteria puede sobrevivir en el suelo por largos períodos de tiempo, también en residuos de cosecha y en malezas. La enfermedad se ve favorecida por temperaturas de 86 a 95 °F y suelos con alta humedad, condiciones bajo las cuales se liberan al suelo altas cantidades de inóculo de la bacteria según la planta se va marchitando. El patógeno puede estar presente en el agua de riego.

*Manejo de la enfermedad:* Evite sembrar en suelos con historial de la enfermedad. Se recomienda la rotación con cultivos no hospederos por un período de 3 a 5 años. Destruya todo material infectado. Utilice buenas prácticas sanitarias y desinfecte las herramientas de trabajo.

**Enfermedades bacterianas de la fruta (antes y después de la cosecha):****Pudrición blanda bacteriana (bacterial soft rot)**

La pudrición blanda, causada por *Erwinia carotovora*, afecta ocasionalmente la fruta de la berenjena. Las lesiones iniciales son de color marrón grisáceo. A medida que la enfermedad progresa, el tejido adyacente a las lesiones se arruga y decolora, formando bolsas de agua que en estado de descomposición despiden mal olor. Esta enfermedad puede ser confundida con la pudrición por *Rhizopus*; sin embargo, puede distinguirse por la apariencia acuosa de las lesiones y por la ausencia de filamentos del hongo dentro y fuera del tejido afectado. Esta bacteria puede penetrar por lesiones en la cáscara y puede crecer rápidamente durante periodos de lluvia. Sobrevive en el suelo, en el agua de riego y en las raíces de las malezas.

*Manejo de la enfermedad:* Se recomienda la rotación de cultivos, utilizar riego por goteo, y adoptar densidades de siembra que favorezcan la aireación de las plantas. Se deben desinfectar las herramientas que hayan sido utilizadas en siembras afectadas por la bacteria. Durante la recolección y almacenamiento se deben evitar las heridas o golpes en las frutas. Se recomienda mantener las frutas a temperaturas entre 50 y 54 °F durante la transportación y almacenamiento.

## **Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena<sup>1</sup>**

### **NEMATODOS<sup>2</sup>**

*Prof. Nydia Vicente<sup>3</sup>*

#### ***Introducción***

Los nematodos fitoparasíticos son pequeños animales, parecidos a gusanos, de forma redonda, microscópicos, que habitan el suelo, y atacan las raíces y otras partes de las plantas. Dependiendo de la especie, la alimentación ocurre dentro o fuera de los tejidos. Algunos nematodos, como el nematodo nodulador, se establecen permanentemente dentro de la raíz donde completan su ciclo de vida. El desarrollo de estos organismos ocurre bastante rápido y bajo condiciones ambientales favorables pueden completar más de una generación en un cultivo.

Los nematodos que atacan la berenjena tienen una amplia gama de hospederos dentro del grupo de las hortalizas. Usualmente el daño por nematodos ocurre como consecuencia de la combinación de varias especies de éstos. Los problemas causados por nematodos en berenjena son similares a aquellos encontrados en pimiento y tomate. El daño ocasionado a la planta es consecuencia de la penetración, parasitismo y del efecto del organismo al alimentarse en la raíz.

Los síntomas y la reducción en los rendimientos en este cultivo están directamente relacionados con los niveles de infestación del suelo y otros factores ambientales, según aumenta la infestación así también aumenta el nivel de daño y las pérdidas en el cultivo. Los síntomas típicos del ataque de nematodos se presentan tanto en la raíz como en la parte aérea de la planta, observándose enanismo, marchitez, clorosis y otros síntomas característicos de deficiencias de nutrientes. Debido a que la dispersión de los nematodos en el suelo es irregular, no es frecuente observar síntomas en un predio completo, generalmente se encuentran manchas o grupos de plantas mostrando los síntomas característicos. En casos en los que el predio no ha sido evaluado antes de la siembra, y que haya nematodos en el suelo, los síntomas causados por éstos se notarán con mayor o menor rapidez dependiendo de factores como susceptibilidad de la variedad sembrada, densidad poblacional, y condiciones ambientales, además de la temperatura, textura y humedad del suelo. Suelos con alto contenido de arena, humedad adecuada y temperatura tibia favorecen grandemente el desarrollo y dispersión de la mayoría de los nematodos que atacan ésta y otras hortalizas. Predios altamente infestados pueden presentar síntomas severos como pobre desarrollo o muerte de las plántulas, causando la pérdida de la siembra.

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena* (Publicación 165. Mayo 2006).

<sup>3</sup> Investigadora Asociada, Departamento de Protección de Cultivos, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

### *Nematodos asociados al cultivo de berenjena en Puerto Rico*

<i>Nombre científico</i>	<i>Nombre común (español - inglés)</i>
<i>Meloidogyne</i> spp.	nematodo nodulador – root-knot nematode
<i>Pratylenchus</i> spp.	nematodo lesionador – lesion nematode
<i>Belonolaimus</i> spp.	nematodo de agujón – sting nematode

La información sobre el daño ocasionado por los nematodos en la berenjena en Puerto Rico y su importancia económica es escasa. Los géneros *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., y *Belonolaimus* spp. son los más frecuentes e importantes en el cultivo de berenjena. Este último es más común en suelos más arenosos. Otros nematodos como *Helicotylenchus* spp., *Trichodorus* spp. y *Rotylenchulus reniformis* han sido reportados en asociación con la berenjena; sin embargo, el efecto sobre el cultivo no ha sido ampliamente estudiado. Desde el punto de vista económico, *Meloidogyne* spp. es el nematodo más importante en el cultivo de la berenjena, siendo *M. incognita* la especie más común en la isla. Este nematodo se encuentra comúnmente atacando un amplio grupo de cultivos hortícolas en las zonas agrícolas.

### *Síntomas*

El **nematodo nodulador** (*Meloidogyne* spp.) causa síntomas notorios tanto en las partes aéreas como subterráneas de la planta. Este nematodo induce la formación de agallas o hinchazones en la raíz, que varían en tamaño y forma, dependiendo del nivel poblacional. A veces se pueden observar agallas de tamaño considerable, lo cual es indicativo de la exposición a múltiples infecciones del nematodo nodulador. Un análisis exhaustivo de la nodulación puede confirmar la severidad de la infección y el daño potencial al cultivo. Se ha demostrado que este daño puede predisponer la planta a la infección por otros organismos como hongos y bacterias.

El **nematodo lesionador** (*Pratylenchus* spp.) es considerado el segundo en importancia en todas las hortalizas por su vasta distribución y amplia gama de hospederos. Afecta la corteza de la raíz, causa lesiones necróticas, desprendimiento de los tejidos corticales y pudrición de la raíz. Las partes aéreas de las plantas se presentan raquíticas, sin vigor y los rendimientos del cultivo se reducen. Al igual que el nematodo nodulador, este nematodo se puede asociar con otros organismos y producir complejos etiológicos. Se ha reportado que este nematodo es el de mayor importancia en los complejos etiológicos en los que participa el hongo *Verticillium*. La presencia del nematodo aumenta la marchitez ocasionada por el hongo en berenjena, incluso el nematodo se reproduce mejor en raíces infectadas con el hongo.

El **nematodo de agujón** (*Belonolaimus* spp.) atrofia las raíces, las cuales toman la apariencia de un muñón. En altas concentraciones puede destruir las raicillas nuevas, un síntoma que puede asociarse con el efecto de fertilizantes. Este nematodo puede resultar muy dañino a los retoños y a los trasplantes, deteniendo el desarrollo de raíces tiernas y ocasionando la muerte de la planta.

## ***Control***

La identificación correcta de los organismos es el primer paso cuando se sospecha de un problema de nematodos en un predio. En segundo lugar se debe determinar si las poblaciones son lo suficientemente altas como para amenazar al cultivo. La Clínica de Diagnóstico del Servicio de Extensión Agrícola de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, provee servicio de análisis de muestras de suelo o raíces para determinar la presencia de nematodos. Lo ideal es evaluar el predio antes de la siembra y después de la cosecha. De este modo se tiene una idea más clara de las fluctuaciones poblacionales en el mismo. Tome muestras de suelo al azar, a 6 a 8 pulgadas de profundidad. Manténgalas en un lugar fresco y envíelas a la clínica lo más pronto posible.

En los pasados años los agricultores han podido controlar la presencia de nematodos por medios químicos, sin embargo, el uso futuro de los productos químicos es incierto debido a su toxicidad y a sus efectos ambientales detrimentales. Se debe tomar en consideración el uso y combinación de otras prácticas que pueden resultar en un control adecuado y económico de los nematodos.

- **Preparación del terreno** – La preparación adecuada del predio, en donde se incluya la eliminación de residuos de cosechas anteriores, contribuye a eliminar posibles focos de infección de nematodos u otros organismos perjudiciales.
- **Adición de materia orgánica al suelo** - La materia orgánica provee un ambiente favorable para el desarrollo de organismos que pueden competir o que resultan perjudiciales para los nematodos.
- **Uso de plásticos o solarización** - Esta práctica, particularmente en zonas de baja precipitación y elevada exposición a luz solar y en época de verano, reduce las poblaciones de nematodos y mantiene un control efectivo de las malezas, lo que resulta en un aumento en los rendimientos.
- **Control químico** - El uso de fumigantes en el suelo es la práctica de control químico más utilizada para combatir los nematodos en este cultivo, especialmente en el estado de Florida (Estados Unidos). Para información adicional sobre nematicidas registrados en berenjena en Puerto Rico consulte un agente agrícola.

## Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena<sup>1</sup>

### COSECHA Y MANEJO POSTCOSECHA<sup>2</sup>

*Prof. Guillermo J. Fornaris<sup>3</sup>*

#### *Momento para cosechar*

Las primeras frutas de berenjena pueden estar listas para cosecharse de 65 a 80 días después de la fecha de trasplante. Luego de que la flor de berenjena abre completamente y se poliniza, tomará de 25 a 40 días para que la fruta que se forme de ella esté lista para ser cosechada. Estos períodos de tiempo dependen de la variedad que se siembre y de las condiciones prevalecientes durante su crecimiento y desarrollo, tales como condiciones ambientales (especialmente temperatura), época del año, manejo de la siembra, y la disponibilidad de nutrimentos y humedad. No se debe esperar a tener un gran número de frutas comerciales para realizar el primer cosecho, ya que si las primeras frutas producidas por la planta comienzan a madurar se podría limitar el potencial de la planta para continuar produciendo nuevas frutas.

Las frutas de berenjena se cosechan inmaduras, poco antes de que se desarrollen completamente (alrededor de 3/4 de su desarrollo pleno). Cuando han alcanzado el desarrollo óptimo para el mercado, la fruta debe sentirse firme, pesada en relación a su tamaño, de un color típico de la variedad, brillante y sin ningún signo de amarillamiento, y con las semillas aún tiernas. El tamaño de la fruta al momento de la cosecha varía dependiendo de la variedad (ej., en la variedad 'Rosita' - el tamaño fluctúa entre 5 y 8 pulgadas de largo y entre 3 y 4½ pulgadas de ancho). Si se deja que la fruta continúe creciendo, ésta puede aumentar un poco en su peso y tamaño pero su calidad se reduce porque eventualmente la pulpa se oscurece, comienza a amargar, adquiere una textura desagradable (dura y esponjosa), y las semillas se oscurecen y endurecen. El color externo de la fruta se deteriora, pierde brillo y eventualmente presenta signos de amarillamiento. El cosechar frecuentemente aumenta la fructificación de la planta, incrementando el rendimiento al aumentar el número de frutas comerciales cosechadas. Por otro lado, las frutas cosechadas muy tiernas (ej., con un tamaño de 1/4 a 2/3 de su desarrollo pleno) pueden ser consumidas, pero los rendimientos disminuyen notablemente por ser frutas de menor peso y por perder humedad más rápidamente.

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena* (Publicación 165. Mayo 2006).

<sup>3</sup> Investigador Asociado, Departamento de Horticultura, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

## *Proceso de la cosecha*

En una siembra comercial se realizan alrededor de 8 a 10 cosechos o pases. Como las frutas de berenjena crecen bastante rápido, se debe cosechar el predio cada cuatro a siete días (uno o dos cosechos a la semana). Si durante la cosecha se detecta alguna fruta que se pasó del tamaño comercial, la misma debe ser eliminada de la planta. De no hacerlo, se reduciría la capacidad de la planta para continuar produciendo nuevas frutas. También se debe descartar cualquier fruta considerada no-comercial por no cumplir con los requisitos mínimos de calidad del mercado, aunque haya alcanzado la etapa óptima de desarrollo para la cosecha.

Las berenjenas se cosechan a mano. En ocasiones se utilizan guantes de tela de algodón. Se puede desprender de la planta cortando el pedúnculo (unión de la fruta con el tallo de la planta) alrededor de media a una pulgada sobre el pezón o cáliz de la fruta. Se debe tener cuidado de no desgarrar la fruta al desprenderla de la planta, por lo que se recomienda usar una cuchilla o tijera afilada. Si se usan estas herramientas, las mismas deben desinfectarse en varias ocasiones durante cada cosecho para prevenir la transmisión de algunas enfermedades (principalmente bacterianas y virales). No debe halar la fruta porque podría causarle daño tanto a la fruta como a la planta. Si la fruta sufre un desgarre, el tejido en el área dañada se arrugará por la pérdida de agua a través de la herida, lo que puede permitir la entrada y crecimiento de patógenos.

Durante la cosecha se debe evitar causar daño a las plantas para no afectar el desarrollo de las frutas pequeñas, y así continuar cosechando frutas por más tiempo. De ser posible, se debe cosechar cuando el follaje de las plantas no esté húmedo para prevenir la diseminación de enfermedades. Como práctica preventiva de saneamiento, las frutas descartadas durante la cosecha se deben remover del predio. Para evitar contaminar la fruta cosechada con algún organismo patógeno al ser humano, es recomendable que los cosechadores tengan acceso a alguna facilidad de servicio sanitario, permanente o portátil, que esté bien mantenida y donde se provea agua limpia, jabón y toallas desechables para que se laven bien las manos antes de regresar a cosechar.

Cuando las frutas se empacan en el campo, se colocan directamente en las cajas en que se van a mercadear según se van cosechando o se colocan en algún tipo de envase plástico (ej., pailas o baldes plásticos, cajas plásticas) antes de pasarlas a las cajas de empaque. Si se van a empacar en otro lugar, las frutas se transportan en los mismos envases plásticos o se pasan de estos envases a cajones de madera (field bins), carretones u otros tipos de envases grandes antes de ser transportadas. Éstos deben ser llanos, ya que la fruta de berenjena se considera susceptible a daños por compresión cuando recibe mucho peso sobre ella. Si el tamaño de las siembras y los costos de cosecha lo justifican, se podría utilizar algún tipo de ayuda mecánica durante la cosecha. Ésta puede consistir de un equipo que se va moviendo lentamente en el predio, con brazos mecánicos extendidos sobre las hileras donde se colocan las frutas de berenjena en una corredera con una correa sin fin (conveyer belt). Esta correa las mueve hasta una plataforma móvil donde se van empacando las frutas, o hasta envases grandes o carretones en donde se transportarán a granel al centro de clasificación y empaque. Las frutas se deben proteger del sol en todo momento, incluyendo durante su transporte. Al transportarlas, tanto los caminos como el sistema de suspensión del medio de transporte deben estar en buenas condiciones.

Independientemente del sistema de cosecha que se utilice, es necesario adiestrar y supervisar al personal que participa en esta operación en cuanto al manejo adecuado de las frutas de berenjena para evitar que sufran daños por impacto, compresión, cortaduras o magulladuras. Por ejemplo, las frutas se ‘colocan’ y no se ‘tiran’ en las cajas o envases utilizados. Como la berenjena tiene una piel delicada, hay que tomar en cuenta que una fruta puede dañar a otras con el pedazo de pedúnculo que se le deja a ésta cuando se cosecha. La presencia de espinas en el cáliz de la fruta en algunas variedades o selecciones también podría causar daños. Muchas veces el efecto perjudicial de los diferentes tipos de daño a las frutas no se observa hasta después de varios días, lo que puede afectar la aceptación del producto por parte de los que participan en la cadena de mercadeo.

Se debe evitar cosechar las frutas en horas de intenso calor o sol, y tan pronto se cosechen se deben colocar en un área bajo sombra y con buena ventilación. Estas medidas ayudan a proteger las frutas de quemaduras del sol y a evitar que se calienten. Para mantener la calidad de las frutas por más tiempo, lo ideal es que poco después de cosechadas se les baje la temperatura de forma rápida a unos 50 a 54° F. Mientras más alta la temperatura de la fruta al cosecharla, más crítico es enfriarla lo antes posible. Una buena producción de frutas de alta calidad se puede echar a perder si éstas no se manejan con cuidado durante y después de la cosecha.

### ***Clasificación***

La primera clasificación se realiza durante la cosecha, descartando en ese momento las frutas consideradas como no-mercadeables por no cumplir con las exigencias mínimas de calidad del mercado, bien sea por madurez excesiva, deformidades u otros tipos de daños o defectos severos, o por pudrición. La clasificación que se realiza al momento de la cosecha es mucho más importante en las frutas que se van a empacar directamente en el campo, ya que éstas no volverán a ser clasificadas posteriormente. Por esta razón, este proceso debe ser uno más completo, con personal más adiestrado y con mayor supervisión. La clasificación inicial durante la cosecha también es importante para las frutas que se van a llevar a un centro de clasificación y empaque, para reducir la cantidad de frutas transportadas que luego tendrían que ser descartadas en dicho lugar como frutas no-comerciales (culls). También se reduce la posibilidad de transportar frutas con daños por enfermedades que puedan contaminar las frutas sanas.

Aunque se tomen estas medidas preventivas, cuando se use un tanque de flotación para recibir las frutas en la línea de clasificación y empaque, es necesario que el agua recirculada se mantenga continuamente clorinada (75 a 100 ppm de cloro) y con un pH de 6.8 a 7.2, al igual que el agua que se utilice en cualquier otra forma para el lavado de las frutas (i.e., rociadores o duchas, paños húmedos, etc.). Se requiere un sistema de monitoreo de estos dos parámetros en el agua mediante un muestreo periódico, ya sea de forma manual o automatizado. Se recomienda que el agua que entre en contacto con las frutas sea una de calidad potable para evitar la contaminación con algún microorganismo patógeno al ser humano. El agua también debe ser analizada para determinar la presencia de este tipo de microorganismos (ej., bacterias, protozoarios y virus).

Cuando la clasificación de las frutas se completa en un centro de clasificación y empaque, la misma se puede realizar de forma más minuciosa que si se efectúa totalmente en el campo. El tamaño de las facilidades y el equipo varían, pero en este lugar siempre se llevan a cabo algunas prácticas básicas en el proceso de clasificación. Entre éstas se encuentran el descartar frutas consideradas no-comerciales para luego clasificar las comerciales de acuerdo a su calidad y tamaño. El proceso de clasificación de las frutas de berenjena se realiza mayormente de forma visual, por lo que es importante que el personal cuente con buena iluminación sobre las áreas donde se lleva a cabo esta labor. La clasificación por tamaño, de ser requerida por el mercado, se puede realizar de forma visual o mecánica. Una versión de esta última es clasificar o dividir mecánicamente las frutas en cuanto a su diámetro, lo cual dependerá de la variedad que se está clasificando. Para esto se pueden utilizar rolos giratorios paralelos, que se encuentran separados a los diámetros deseados y sobre los cuales se moverá cada fruta paralelamente a ellos hasta llegar a un punto donde caerá si tiene un diámetro menor a la separación entre los rolos, quedando así las frutas divididas por diámetro. Se deben evitar daños físicos a las frutas como los causados por superficies muy duras, bordes filosos o caídas altas al recibirse o al pasar de una sección a otra en la línea de clasificación y empaque.

De ser necesaria la limpieza de las frutas, la misma se puede llevar a cabo en el centro de empaque usando agua clorinada (75 a 100 ppm de cloro), ya sea en un tanque de flotación o mediante rociadores y duchas. Se debe remover inmediatamente el exceso de agua sobre las frutas pasándolas sobre una serie de rolos de esponjas y/o aplicándoles aire a presión. Aunque no es una práctica común en berenjena, allí también se podrían encerar las frutas con una capa fina de cera de un grado comestible (food grade) dispersa en agua. La rigurosidad del proceso de clasificación que se utilice y de otras prácticas que se puedan llevar a cabo, dependerá de las exigencias del mercado donde se planifica vender el producto y del precio de venta. Todos estos parámetros deberán ser considerados, junto a un estimado de la cantidad de frutas a ser manejadas cada día, al momento de seleccionar o diseñar la línea de clasificación y empaque requerida para una operación en particular.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) tiene establecidos estándares para la clasificación de las frutas de berenjena en grados de calidad. Los grados en que actualmente se clasifican (efectivos desde el 29 de octubre de 1953) son: “U.S. Fancy”, “U.S. No.1” y “U.S. No.2”. A las frutas de berenjena no clasificadas de acuerdo a ninguno de los grados de calidad anteriores se les conoce por el término “Unclassified”, lo cual no es un grado y solamente indica que ningún grado ha sido aplicado sobre ese lote de frutas. Para clasificar las frutas de berenjena en grados de calidad, usando como ejemplo las del grado “U.S. Fancy”, las características que se toman en consideración son que las frutas en el lote muestren características similares de la variedad (i.e., en cuanto a tipo, color y características de crecimiento de la fruta), y que estén bien coloreadas, firmes, limpias, bien formadas, libres de pudrición y agujeros por gusanos, y libres de daños causados por cicatrices, congelamiento, enfermedades, insectos, causas mecánicas u otras.

En cuanto a su tamaño, éste se podría especificar en términos del número de frutas en una caja, diámetro mínimo de las frutas, o un rango en diámetro para ellas. Las berenjenas empacadas bajo el grado “U.S. Fancy” o el grado “U.S. No. 1” siempre deben ser por lo menos

razonablemente uniformes en tamaño, excepto cuando ya se especifica para ellas un rango de diámetro en particular.

Además de los grados del USDA, la industria del mercadeo de productos frescos en ocasiones usa sus propios sistemas de grados para la clasificación de berenjena (ej., “Fancy”, “Large”, “Choice”). La clasificación por grados de calidad provee un lenguaje común entre vendedores y compradores. Independientemente de cuál sea el sistema de grados que se utilice para clasificar las frutas mercadeables, es de esperar que éstas tal vez sean clasificadas en dos o más grados de calidad, por lo tanto, en algunos casos podría ser necesario considerar diferentes mercados para su venta porque algunos de éstos sólo interesan frutas de un grado de calidad en particular.

Para información más detallada sobre los diferentes aspectos del proceso de clasificación de la frutas de berenjena, pueden comunicarse con las oficinas del “USDA Agricultural Marketing Service” o con la Oficina de Inspección de Mercado del Departamento de Agricultura de Puerto Rico.

### ***Empaque***

La mayoría de las berenjenas producidas en Puerto Rico se empaican en cajas de cartón corrugado, con capacidad para 1 1/9 “bushel” (1 “bushel” = 32 cuartillos = 2,150 pulgadas cúbicas). La práctica más común al empaicar las frutas de berenjena consiste en colocarlas al azar dentro de la caja, sin ningún orden en específico. Algunos mercados sí requieren que éstas se coloquen en forma ordenada con un patrón específico, considerando, entre otras cosas, que la sección del pedúnculo que quedó adherido a la fruta no dañe otras frutas en la caja. En ocasiones las frutas se envuelven individualmente en papel bien delgado, muchas veces cuando todavía están mojadas luego de lavarlas, para así mantener una humedad relativa bien alta alrededor de las frutas. Otra práctica de empaque, pero que casi no se utiliza comercialmente, consiste en envolverlas individualmente (o como grupo) con plástico perforado, lo cual también ayuda a reducir la pérdida de humedad de las frutas.

No es recomendable llenar cada caja más arriba de su borde superior, ya que, de estar sobre-llena, al colocarles otras cajas encima el peso recaerá sobre las frutas dentro de ella, causándoles daño por compresión. Por otro lado, cuando las cajas no se llenan completamente las frutas dentro podrían moverse durante su transporte y sufrir daños por abrasión, especialmente en las cajas colocadas en la parte de arriba de las estibas. Para cerrar las cajas es preferible que se utilice pegamento y no grapas de metal, ya que éstas podrían causarle daño a las frutas. Las cajas más utilizadas localmente se cierran mediante un diseño en el dobléz de sus tapas que no requiere el uso de grapas o pegamento.

Las cajas utilizadas deben ser lo suficientemente fuertes como para que se puedan estibar unas sobre otras durante el transporte y almacenamiento, sin que se afecte su fortaleza estructural, necesaria para la protección de las frutas dentro de ellas. Cuando las cajas se almacenan bajo condiciones de humedad relativa alta, es recomendable que el cartón del cual están hechas esté recubierto con una capa de cera (por lo menos en la parte interior) para que su

fortaleza estructural no se afecte. Esto evita que el cartón absorba humedad proveniente de las frutas y del ambiente.

En el mercado de berenjena existen además otros tipos de empaque, como las cajas de madera y alambre, y otros tipos de cajas de cartón con distintas capacidades o volúmenes para acomodar diversos pesos o números de frutas. Independientemente del tipo de caja que se utilice para empacar las frutas, la misma debe tener las aperturas necesarias que permitan la ventilación que requieren las frutas empacadas. Si al estibarse las cajas se unen sin dejar espacio entre ellas, las aperturas de unas deben coincidir con las de las otras para que se mantenga la ventilación entre y en cada una de ellas.

Por lo menos en dos de los cuatro lados de una caja se debe proveer información sobre el producto empacado; esta información le será de utilidad a los que participan en la cadena de mercadeo. Entre la información que se acostumbra proveer se encuentra la clase de producto que contiene (en este caso, berenjena), variedad o tipo, marca bajo la cual se mercadea, empacador/productor, dirección, país de origen, tamaño o número de frutas, grado de calidad, y peso neto aproximado. Se recomienda incluir un número de identificación asignado al lote de frutas empacadas, mediante el cual se pueda identificar en un momento dado el predio de origen y la fecha de empaque de las frutas en la caja.

Una ventaja que tiene el empacar en el campo al momento de la cosecha es que se reduce la manipulación de las frutas, lo que a su vez reduce los daños que sufren las frutas y aumenta el porcentaje de frutas empacadas del total cosechado. El costo total de manejar las frutas hasta ser vendidas también se reduce. Sin embargo, para mantener constante la calidad del producto empacado, se requiere tener un personal más capacitado y mayor supervisión durante este proceso.

Se debe evitar colocar las cajas directamente sobre el suelo para prevenir que éstas se contaminen con posibles microorganismos, algunos de los cuales podrían causarles enfermedades postcosecha a las frutas y otros podrían causarles enfermedades a los consumidores. Se recomienda colocar las cajas sobre paletas de madera o algún tipo de plataforma disponible en el campo. Esta práctica también evita que se ensucien con tierra y se afecte la apariencia. Las cajas que no se estén utilizando deben mantenerse protegidas para evitar la posible contaminación por parte de aves, roedores y otros animales que pueden ser portadores de microorganismos patógenos al ser humano.

### ***Condiciones para almacenamiento o transporte***

**Temperatura y humedad relativa** – Temperaturas de 50 a 54° F y humedad relativa de 90 a 95% son las condiciones óptimas para almacenar o transportar la berenjena. Bajo estas condiciones podrían mantenerse en buen estado por 10 a 14 días. Es importante bajar la temperatura de la fruta lo antes posible después de la cosecha y evitar que la fruta pierda humedad por la susceptibilidad de ésta a marchitarse y arrugarse.

La remoción rápida del *calor de campo* (field heat) de la fruta, poco después de ésta ser cosechada, se puede lograr mediante diferentes métodos de *pre-enfriamiento* (precooling). El más efectivo en berenjena es el *pre-enfriamiento* mediante aire frío forzado, pero los métodos más comúnmente utilizados son el enfriamiento en un almacén refrigerado después del lavado (método más lento) y el enfriamiento mediante el uso de agua fría (poco recomendado). Lo ideal es tener acceso a unas facilidades donde se tengan disponibles dos o más salones refrigerados para que en uno de ellos se puedan colocar las frutas que acaban de llegar del campo sin que se afecte la temperatura de las frutas que ya estaban refrigeradas. El salón donde se reciben se podría utilizar para el *pre-enfriamiento* de las frutas mediante el método de aire frío forzado, realizando algunas modificaciones en el salón (ej., instalación de abanicos especiales y sistema de refrigeración con mayor capacidad).

Si se mantienen las frutas de berenjena a temperaturas menores de los 50° F durante varios días, dependiendo de cuán baja sea la temperatura, la fruta sufrirá *daño por frío* (chilling injury) (ej., a 41° F durante 6 a 8 días). El daño por frío en la berenjena es acumulativo y se manifiesta con síntomas de depresiones y color bronceado en la superficie de la fruta, el oscurecimiento de las semillas y la pulpa, la decoloración del cáliz, el desarrollo de olor atípico y el posterior desarrollo de pudrición. Estos síntomas mayormente se manifiestan en las frutas después de colocarlas bajo condiciones típicas de venta al detal, donde las temperaturas son un poco más altas que en almacenamiento y transporte. La sensibilidad al frío varía con el grado de madurez de la fruta, su tamaño y la variedad, y las temperaturas prevalecientes durante la época de cosecha. A temperaturas más altas de los 55° F se acelera significativamente la maduración de la fruta, observándose marchitez, pérdida de brillo, y cambio de color a uno amarillento, culminando en deterioro y senescencia.

Para calcular los requisitos de refrigeración durante su almacenamiento y transporte, es importante saber que el *calor de respiración* (heat of respiration) producido por las propias frutas de berenjena es de 13,200 a 17,160 BTU/tonelada/día cuando éstas tienen una temperatura interna de 55° F. Este valor es para la berenjena tipo americana, similar a la nuestra pero de otro color, siendo todavía más alto para los tipos “White Egg” y “Japanese”. Aún después de haber bajado inicialmente la temperatura a las frutas, hay que considerar que las propias frutas continuarán generando constantemente esta cantidad de calor para que sus tejidos se mantengan vivos, esto como parte del proceso natural de respiración que ocurre en ellas de forma continua. Si se van a transportar en un furgón o vehículo refrigerado, es importante bajar previamente la temperatura de las frutas a unos 50 a 54° F y que el propio vehículo de transporte también esté frío antes de comenzar a cargarlo. Los sistemas de refrigeración de estos transportes están diseñados para mantener la temperatura de la carga pero no tienen la capacidad de bajarle la temperatura a frutas que no han sido previamente enfriadas. Ya sea un almacén, salón, o transporte refrigerado no sobrecargue las facilidades de enfriamiento y estibe las cajas de tal forma que se permita una buena circulación de aire.

Cuando la fruta de berenjena pierde humedad, ésta se marchita, pierde brillo, su cáliz se oscurece y la pulpa se torna esponjosa. Se recomienda que la humedad relativa del aire sobre la superficie de la fruta se mantenga de 90 a 95% para evitar que ésta pierda humedad, ya que la humedad relativa del aire que se encuentra entre las células de los tejidos dentro de la fruta se estima en cerca del 100%. Mientras menor sea la humedad relativa del aire externo, mayor será

la cantidad de humedad que la fruta perderá al moverse la humedad desde su interior hacia el lugar de menor concentración. También se puede ayudar a reducir la pérdida de humedad al usar cajas de cartón enceradas (por lo menos en la parte interior) para que las cajas no absorban humedad de las frutas. En algunos lugares envuelven cada fruta con papel bien delgado (tissue paper) húmedo. Aunque no es una práctica común, se les podría aplicar una capa bien fina de cera o envolverlas (individualmente o como grupo) utilizando plástico perforado. El enfriar las frutas de forma rápida lo antes posible después de cosechadas también ayuda a reducir la pérdida de agua en ellas.

**Gas etileno** – La berenjena es de moderada a altamente sensitiva a la presencia de gas etileno en el ambiente, por lo que no se debe almacenar junto a productos que generan mucho etileno (ej., guineos, melones “cantaloupe”, manzanas, tomates) ni debe estar expuesta a otras fuentes de este gas. La exposición de las frutas de berenjena durante su transporte o almacenamiento a concentraciones de gas etileno mayores de 1 ppm puede causar deterioro del cáliz de la fruta, el cual adquiere un color marrón y eventualmente puede sufrir abscisión o desprendimiento. La propia berenjena genera etileno, pero a una tasa considerada baja (0.1 – 0.7  $\mu\text{L}/\text{kg}/\text{hr}$ , a 55° F). Esta información se debe considerar cuando se almacena o transporta berenjena con otros productos. En las áreas de almacenamiento y transporte es preferible usar levanta-cargas (forklifts) eléctricos porque los de motores de combustión interna generan etileno. Siempre ventile las áreas de almacenamiento para reducir los niveles de etileno en el aire.

**Atmósfera controlada** - El almacenamiento o transporte de las frutas de berenjena bajo condiciones de atmósfera controlada (ej., 3 a 5% de oxígeno y hasta 10% de dióxido de carbono) no se realiza comercialmente. En estos momentos esta práctica ofrece poco beneficio en el mantenimiento de la calidad de la fruta, considerando el costo de la misma.

### ***Manejo general de enfermedades postcosecha***

Las enfermedades postcosecha de la fruta de berenjena, como las causadas por bacterias y hongos patógenos, ocasionan importantes pérdidas en la cantidad y calidad de las frutas durante el transporte, almacenamiento y una vez adquiridas por el consumidor. Algunos de los desórdenes patológicos postcosecha que pueden afectar las frutas son:

- Pudrición blanda bacteriana (bacterial soft rot), causada por la bacteria *Erwinia carotovora*, subsp. *carotovora*
- Pudrición del moho gris (gray mold rot), causada por el hongo *Botrytis cinerea*
- Pudrición por Alternaria (Alternaria rot), causada por el hongo *Alternaria tenuis*
- Pudrición por Phomopsis (Phomopsis rot), causada por el hongo *Phomopsis vexans*
- Pudrición por Rhizopus (Rhizopus rot), causada por el hongo *Rhizopus stolonifer*

En la sección de **ENFERMEDADES** de esta publicación, se presenta información específica sobre los síntomas, condiciones que las favorecen y el manejo de cada una de las enfermedades antes mencionadas. De surgir algún problema con enfermedades postcosecha es

necesario identificar las mismas para saber cuáles son las prácticas de manejo a usar y así evitar que en un futuro vuelvan a ocurrir.

La contaminación de la fruta de berenjena por el organismo causal de una enfermedad puede ocurrir en el campo, antes o durante la cosecha, o en cualquier momento de su manejo posterior. En algunos casos estos organismos contaminan la superficie de la fruta pero no se desarrollan hasta que las condiciones les sean favorables. Hay organismos que tienen la capacidad de disolver el tejido para penetrar la fruta y otros que necesitan de aperturas para poder invadir el interior de ésta. Las aperturas pueden ser naturales o causadas en la superficie de la fruta como los daños por insectos, cortaduras, magulladuras, daño por frío, impactos, compresión u otras condiciones que debilitan el tejido.

Las prácticas de manejo pueden ser similares o variar de una enfermedad a otra, pero existen algunas de tipo general que ayudan a reducir la incidencia de muchas de estas enfermedades. En el manejo preventivo de las enfermedades postcosecha, es necesario:

**I. Realizar prácticas sanitarias que reduzcan la presencia de los *organismos patógenos*–**

- Manejar adecuadamente las enfermedades en el campo hasta terminar los cosechos.
- Eliminar del predio frutas enfermas, no transportarlas junto a las demás frutas cosechadas.
- Limpiar diariamente los equipos y herramientas utilizados en la cosecha (ej., tijeras, baldes, cajones, carretones). Lavarlos con agua para eliminar residuos de cosecha y luego desinfectarlos con una solución de cloro.
- Mantener los niveles adecuados de cloro (75-100 ppm) y de pH (6.8-7.2) del agua utilizada para el lavado de las frutas, cuya calidad debe ser la de agua potable.
- Mantener las frutas que ya han sido lavadas y empacadas en un área separada de las frutas que llegan sucias del campo.
- Limpiar adecuadamente cada día las facilidades de clasificación y empaque, y mensualmente las facilidades de almacenamiento. Lavarlas con agua para eliminar residuos de plantas, frutas u otras posibles fuentes de contaminación, y luego desinfectarlas con una solución de cloro u otro desinfectante.
- Inspeccionar el medio de transporte (ej., camión o furgón refrigerado) y, de ser necesario, limpiarlo antes de cargarlo.
- Descartar, durante el manejo postcosecha, toda fruta que presente síntomas de pudrición o condiciones que la predispongan a desarrollar pudrición posteriormente.
- Considerar el uso del control químico postcosecha del patógeno (ej., fungicidas, bactericidas y otros productos además del cloro), de ser necesario y estar disponible.

**II. Manejar con cuidado *las frutas* para evitar causarle daños físicos que facilitarían su contaminación –**

- Evitar desgarrar las frutas al cosecharlas.
- Evitar rasguños a las frutas por uñas largas (usar guantes).
- Usar envases sin bordes filosos o superficies ásperas que puedan lastimar las frutas.
- Colocar las frutas con cuidado en los envases o cajas, no tirarlas.

- Evitar quemaduras del sol a las frutas cosechadas, colocarlas lo antes posible a la sombra.
- Evitar exponer las frutas a bordes filosos, superficies ásperas o caídas altas durante el movimiento de las frutas en el área de recibo y en la línea de clasificación y empaque.
- Llenar completamente la caja para que las frutas dentro de ella no se puedan mover durante su transporte y así evitar que sufran daños por abrasión, especialmente en las cajas colocadas en la parte de arriba de las estibas.
- No llenar cada caja más arriba de su borde superior, ya que de estar sobre-llena, al colocarle otras cajas encima el peso recaerá sobre las frutas dentro de ella, causándoles daño por compresión.

### III. Mantener *condiciones ambientales* después de la cosecha que no favorezcan el desarrollo de las enfermedades –

- Entre los métodos utilizados para el control de las enfermedades postcosecha, el manejo de la *temperatura* es extremadamente importante. Aunque las temperaturas consideradas como óptimas para el transporte y almacenamiento de las frutas de berenjena (50 a 54° F) permiten el crecimiento de muchos de los patógenos, su razón de crecimiento se minimizará comparada con aquella que generalmente ocurriría a temperaturas más altas que éstas. Por lo tanto, es importante bajarle la temperatura a las frutas de berenjena hasta aquellas consideradas óptimas, lo antes posible después de su cosecha, para luego mantenerlas a esas mismas temperaturas en una ‘cadena de frío’ de forma continua durante su almacenamiento, transporte y venta al consumidor.
- La *humedad relativa* alta puede favorecer tanto a que la fruta de berenjena se mantenga túrgida como al desarrollo de muchos de los patógenos. Lo ideal para beneficio de la fruta es una humedad relativa entre 90 y 95%, manteniendo seca la superficie de la fruta, mientras que lo ideal para el desarrollo de la mayoría de los patógenos es una humedad relativa entre 95 y 100%, donde la superficie de la fruta está húmeda por la presencia de agua libre. Cuando ocurre algún tipo de daño a la superficie de la fruta, como una cortadura o magulladura, aunque el resto de la fruta esté seca habrá presencia de agua libre en el área donde ocurrió el daño a las células.
- El uso de *atmósfera modificada o controlada*, actualmente poco utilizado en berenjena, puede tener efectos directos o indirectos sobre las enfermedades postcosecha. Al igual que los tejidos de la fruta, el patógeno lleva a cabo el proceso de respiración para mantenerse vivo, y el bajar la concentración de oxígeno o subir la de dióxido de carbono podría suprimir el crecimiento del patógeno, como también ocurre cuando se baja la temperatura atmosférica.

## Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena<sup>1</sup>

### PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES AL CONSUMIDOR<sup>2</sup>

*Prof. Guillermo J. Fornaris<sup>3</sup>*

Además de los organismos patógenos que le causan enfermedades a las frutas de berenjena antes y después de su cosecha, existen otros organismos patógenos causantes de enfermedades al ser humano con los cuales estas frutas también podrían contaminarse. Para prevenir que se afecte la salud de las personas que consumen berenjena, es necesario evitar su contaminación con estos organismos. Se deben conocer las posibles fuentes de contaminación a las cuales podrían estar expuestas las frutas de berenjena durante todo el proceso de producción, cosecha, manejo y mercadeo, desde el campo hasta la mesa del consumidor. El enfoque principal debe ser el lograr mantener unas buenas prácticas de limpieza durante todas las etapas del proceso.

La prevención de enfermedades al consumidor es un tema que ha adquirido mayor relevancia durante los últimos años. En los Estados Unidos de América se ha detectado un aumento en el número de casos de enfermedades transmitidas por algunas frutas y hortalizas contaminadas, las cuales han afectado la salud del consumidor. Entre los organismos causantes de estas enfermedades se encuentran las bacterias *Salmonella* (varias especies) y *E. coli* (principalmente la 0157:H7), y otras bacterias como *Shigella* y *Bacillus cereus*. Otros organismos, como los parásitos *Cryptosporidium* y *Cyclospora*, y los virus hepatitis A y Norwalk, también han sido identificados como agentes causales en algunos brotes.

Las prácticas previamente mencionadas en esta publicación bajo el tema ***Manejo General de Enfermedades Postcosecha***, aunque van dirigidas principalmente a la prevención del deterioro de las frutas de berenjena, también pueden ayudar a prevenir que estas frutas se contaminen por los organismos patógenos al consumidor. En este caso las fuentes de contaminación pueden ser distintas, como son el uso de enmiendas al suelo que estén contaminadas, el uso de agua proveniente de fuentes contaminadas, animales portadores de enfermedades y seres humanos portadores de enfermedades.

---

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena* (Publicación 165. Mayo 2006).

<sup>3</sup> Investigador Asociado, Departamento de Horticultura, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

### *Posibles fuentes de contaminación y algunas prácticas de prevención:*

- **Enmiendas al suelo contaminadas**

1. Evitar el uso de estiércol que no esté bien curado o transformado.
2. Evitar el uso de cieno sanitario con microorganismos patógenos.

- **Fuentes de agua contaminadas**

No utilizar como fuente de agua pozos, charcas, quebradas o ríos que puedan estar contaminados por descargas de aguas usadas con heces fecales de animales o de humanos. Toda agua que entre en contacto directo con las frutas de berenjena debe estar libre de patógenos, y ser considerada agua potable.

Estos criterios aplican a:

1. El agua utilizada para las aspersiones con productos químicos o biológicos en las plantas y frutas de berenjena (especialmente a partir de las dos semanas antes de comenzar la cosecha).
2. El agua utilizada en el regadío (ej., en un sistema de riego aéreo u otro tipo de sistema de riego donde el agua entra en contacto directo con las frutas al mojarlas, o en un sistema de riego por goteo o riego por gravedad cuando algunas frutas entran en contacto con el suelo mojado).
3. El agua con que se limpien las frutas de berenjena después de ser cosechadas (ej., en un tanque de flotación, duchas, paños húmedos).
4. El agua con que se lavan las manos las personas que tocan las frutas durante la cosecha y su posterior manejo.

- **Animales portadores de enfermedades**

Evitar que animales portadores de algunas enfermedades que afectan al ser humano, como los roedores y las aves, contaminen con sus heces fecales las superficies que van a entrar en contacto directo con las frutas de berenjena. Algunos ejemplos de estas superficies son:

1. Los envases utilizados en la cosecha o los utilizados para transportar las frutas desde el campo.
2. Todas las superficies de la línea de clasificación y empaque por donde las frutas de berenjena se moverán.
3. Las cajas en las que serán empacadas.
4. El área de almacenamiento.
5. El interior de los vehículos en donde serán transportadas. Es necesario inspeccionarlos y conocer cuál fue la carga anterior.

Excepto las cajas de empaque de cartón corrugado, las cuales se recomiendan sean utilizadas en una sola ocasión, las demás superficies que van a volver a entrar en contacto directo con las frutas deben ser lavadas y desinfectadas periódicamente.

- **Seres humanos portadores de enfermedades**

1. Evitar que cualquier miembro del personal que se encuentre enfermo entre en contacto directo con las frutas de berenjena, ya sea durante la cosecha, transporte, lavado, clasificación o el empaque de éstas. De ser posible, a este personal se le debe asignar temporalmente otras funciones.
2. Que el personal que participa de la cosecha, o en la clasificación y empaque, tenga acceso a facilidades de servicio sanitario limpias, con inodoros y lavamanos en buenas condiciones (portátiles en el área de cosecha), con agua limpia, jabón de un solo uso (jabón líquido) y toallas de un solo uso (papel toalla). Enfatizarles la importancia de lavarse bien las manos antes de volver a estar en contacto directo con las frutas.

Al conocer las posibles fuentes de contaminación, usted podrá comenzar a implantar algunas prácticas preventivas específicas enfocadas principalmente en la limpieza. Las mismas tendrán el propósito de evitar que las frutas de berenjena se contaminen con estos organismos patógenos capaces de afectar la salud de los consumidores. Además de los esfuerzos dirigidos a evitar que los patógenos estén presentes, se debe evitar que la propia fruta esté susceptible o favorezca el ser contaminada (ej., evitar que la fruta sufra daños físicos o mecánicos), y se debe promover que las condiciones ambientales no favorezcan el desarrollo del patógeno (ej., bajarle la temperatura a la fruta cosechada lo antes posible). Atendiendo estos aspectos en esta misma publicación, bajo el tema previamente mencionado de *Manejo General de Enfermedades Postcosecha* se presentan tres áreas las cuales agrupan las prácticas generales necesarias para el manejo preventivo de enfermedades:

- I. Realizar prácticas sanitarias que reduzcan la presencia de los *organismos patógenos*.
- II. Manejar con cuidado las *frutas* para evitar causarle daños físicos que facilitarían su contaminación.
- III. Mantener *condiciones ambientales* después de la cosecha que no favorezcan el desarrollo de las enfermedades.

Para mayor información sobre prácticas específicas en la prevención de enfermedades transmitidas por hortalizas contaminadas que podrían afectar la salud del consumidor, o para una evaluación de las prácticas que se están llevando a cabo en su operación agrícola e identificar posibles fuentes de contaminación, favor de comunicarse con el Agente Agrícola adscrito a la oficina del Servicio de Extensión Agrícola de su municipio y solicitarle asesoramiento sobre el programa educativo de ‘Buenas Prácticas Agrícolas’, conocido en inglés por las siglas GAPs (Good Agricultural Practices). De tener acceso a la Internet, el “Manual de GAPs” se encuentra actualmente en inglés y español en el portal electrónico <http://www.jifsan.umd.edu/gaps.html>

Universidad de Puerto Rico  
 Recinto Universitario de Mayagüez  
 Colegio de Ciencias Agrícolas  
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA**

**Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena<sup>1</sup>**

**PRESUPUESTO MODELO (berenjena tipo Rosita)<sup>2,3</sup>**

*Prof. Myrna Comas y Prof. Melvin Irizarry<sup>4</sup>*

PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/ UNIDAD	VALOR \$
<b>INGRESOS</b>				
Venta de berenjena	1,000	caja/30 lb	10.00	10,000.00
Subsidio salarial	179	hora	2.12	379.48
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>				<b>10,379.48</b>
<b>GASTOS</b>				
<b>GASTOS DE MATERIALES</b>				
Semilla <sup>5</sup>				750.00
Propagación de semilla <sup>6</sup>	4,800	plántula	0.045	216.00
Abono pre siembra 7-16-16 <sup>7</sup>	7	quintal	17.75	124.25
Abono foliar <sup>8</sup>	10	libras	1.30	13.00
Urea (fertigación)	2	quintal	17.65	35.30
Carbonato calizo <sup>9</sup>	2	ton	10.00	20.00
Herbicida <sup>10</sup>				50.00
Plaguicidas <sup>11</sup>				1,500.00
Plástico negro	3	rollo	63.00	189.00
Mangas de riego <sup>12</sup>	1	rollo de	150.00	150.00

<sup>1</sup> Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

<sup>2</sup> Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena* (Publicación 165. Mayo 2006).

<sup>3</sup> Para un ciclo de producción en una cuerda con riego por goteo.

<sup>4</sup> Especialista en Economía Agrícola y Especialista en Hortalizas, Departamento de Economía Agrícola y Departamento de Horticultura, Servicio de Extensión Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

<sup>5</sup> El costo de la semilla varía de acuerdo al tipo de semilla utilizado, ya sea una variedad local o un híbrido.

<sup>6</sup> Cuando se utilizan plántulas. Basado en una distancia de siembra de 6' entre bancos por 18" entre plantas en hilera sencilla.

<sup>7</sup> Muchos agricultores utilizan esta fórmula de abono. La fórmula que se utilizará dependerá del análisis de suelo y de la disponibilidad en el mercado.

<sup>8</sup> De ocurrir algunas deficiencias foliares se recomienda aplicar algunas soluciones de elementos menores. El abono foliar se aplica a base de 3 a 5 libras en 100 galones de agua como solución iniciadora, al momento del trasplante. Las restantes 5 libras se diluyen en 100 galones de agua y se aplican foliarmente al mes y medio de la siembra. El agricultor puede hacer aplicaciones adicionales.

<sup>9</sup> Se recomienda el uso de cal en zonas montañosas o en zonas con pH menor que el recomendado para el cultivo. La cantidad estará determinada por un análisis de suelo.

<sup>10</sup> El costo del herbicida es mínimo porque se utilizarán plásticos y riego por goteo para la siembra. Este costo puede variar por las condiciones climatológicas y la eficiencia con que el agricultor maneje su sistema de riego.

<sup>11</sup> El valor de los plaguicidas varía de acuerdo a la incidencia de plagas y enfermedades en el área. Los plaguicidas que utilice el agricultor deben tener registro de uso para este cultivo. El agricultor debe leer la etiqueta de los mismos para utilizarlos adecuadamente, tomando en consideración la protección del ambiente.

		7,500 <sup>7</sup>		
Agua de riego				75.00
Cajas de empaque <sup>13</sup>	1,000	caja	0.95	950.00
<b>TOTAL DE GASTOS DE MATERIALES</b>				<b>4,072.55</b>
<b>GASTOS DE MANO DE OBRA</b>				
Trasplante	15	hora	5.15	77.25
Resiembra	2	hora	5.15	10.30
Abonamiento	48	hora	5.15	247.20
Control de malezas	24	hora	5.15	123.60
Riego y fertilización	30	hora	5.15	154.50
Combate de plagas	60	hora	5.15	309.00
Cosecha <sup>14</sup>	1,000	caja	1.25	1,250.00
Beneficios marginales <sup>15</sup>				434.37
<b>TOTAL DE GASTOS DE MANO DE OBRA</b>				<b>2,606.22</b>
<b>GASTOS DE ALQUILER DE MAQUINARIA<sup>16</sup></b>				
Preparación de terreno <sup>17</sup>	6	hora	23.50	141.00
<b>TOTAL DE GASTOS DE ALQUILER DE MAQUINARIA</b>				<b>141.00</b>
<b>OTROS GASTOS</b>				
Uso del terreno <sup>18</sup>				55.00
Electricidad				120.00
Disposición de plásticos, mangas de riego y recipientes de plaguicidas <sup>19</sup>				165.00
Seguros				250.00
Seguridad				50.00
Administración y Supervisión				100.00
Gastos misceláneos				100.00
Interés sobre los gastos				306.39
<b>TOTAL DE OTROS GASTOS</b>				<b>1,146.39</b>
<b>TOTAL DE GASTOS</b>				<b>7,966.16</b>
<b>INGRESO NETO</b>				<b>2,413.32</b>

<sup>12</sup> Se presume que la finca posee la infraestructura de riego incluyendo tanques y dosificadores para los fertilizantes. El costo de infraestructura varía de acuerdo a la fuente de agua disponible en la finca, la topografía y otros factores.

<sup>13</sup> La caja que se utiliza es la recomendada por la Junta Ordenadora que tiene una capacidad de 1 y 1/9 "bushels".

<sup>14</sup> La cosecha comienza aproximadamente de 65 a 80 días después del trasplante, dependiendo de la variedad de berenjena sembrada. Se realizan de 8 a 10 pases por ciclo de producción. A partir del sexto pase de cosecha, si la siembra ha sido afectada por plagas se pueden podar las plantas y obtener una segunda cosecha con la inversión inicial. Incluye costo de empaquetar, ya que se cosecha y empaqueta en el campo. En este caso la cosecha se paga por ajuste, a \$1.25 por caja cosechada y realizando el empaque en el campo al momento de la cosecha.

<sup>15</sup> Los beneficios marginales incluyen pagos al Internal Revenue Service (Seguro Social), Fondo del Seguro del Estado (seguro de obreros), Departamento del Trabajo (seguro por desempleo) y Seguro Social Choferil (seguro choferil).

<sup>16</sup> Los gastos de alquiler de maquinaria incluyen el costo del operador y del combustible.

<sup>17</sup> La preparación del terreno incluye arado, rastrillado, banqueo, aplicación de abono, instalación de mangas de riego y plástico.

<sup>18</sup> Representa un costo de arrendamiento por cuatro meses, incluyendo las contribuciones.

<sup>19</sup> Para recoger el plástico y las mangas se pasa la taladora sobre el banco, luego se corta y se despegan el plástico con el tractor, finalmente se recoge el plástico y las mangas manualmente. Incluye costo de recipiente para disposición de plásticos, mangas y recipientes de plaguicidas.