



La composición y tipo de empleo de los sustratos determinan su calidad.



Sustratos de cultivo

GERALD SCHMILEWSKI

Klasmann-Deilmann GMBH

Geeste-Groß Hesepe

Germany

Traducción: Enrique Ros

ros@valimex.es

Dpto. Técnico de Valimex S.L.

Las plantas tienen una serie de necesidades que el cultivador debe satisfacer con la ayuda de los modernos medios y técnicas de cultivo, diseñados especialmente para ellas. El cultivador conoce en base a su experiencia como debe estar compuesto el medio de cultivo. Los proveedores de componentes y aditivos para la producción de sustratos enfatizan las principales características de sus productos para la mejora del medio de cultivo. Y los productores de sustratos enfatizan la calidad de sus productos. Pero, ¿cuál es el significado de "calidad" y como se consigue esta calidad.

Pobre, inferior, bueno, adecuado o extraordinario son adjetivos frecuentemente empleados para describir de una forma subjetiva la calidad de un sustrato. Pero estos atributos no tienen gran significado si la calidad del producto no puede ser medida de una forma objetiva. Esta empresa resulta más difícil si en base a las normas de control de calidad nacionales se pretende comparar requisitos, calidades... entre diferentes países. Porque a pesar de existir unas

Bloques de turba rubia en Lituania y fibra de madera.

normas europeas para la determinación de las principales propiedades físicas y químicas, no existe un acuerdo sobre la introducción práctica de estos métodos, aunque éstos pudiesen mejorar la transparencia del mercado de sustratos.

Necesidades culturales y caracterización del medio de cultivo

Calidad e idoneidad de uso son las condiciones requeridas a un sustrato. Así por ejemplo la turba negra (turba altamente descompuesta proveniente de turberas altas) con propiedades adhesivas es apropiada para la producción de tacos prensados y se puede clasificar como de alta calidad para este propósito, sin embargo para el cultivo de orquídeas resulta completamente desaconsejable debido a su fina estructura y baja capacidad de aireación. De esta manera son las necesidades de cultivo las que determinan la calidad del producto.

La horticultura moderna, con todos sus avances (riego controlado por ordenador y programas de

fertilización, enmacetadoras, invernaderos con control climático...) requiere de una calidad asegurada en los medios de cultivo. De hecho, hay empresas que confían en sustratos hechos a medida, bien sean producidos de una manera standard o sean mezclas especiales para ellas. Pero para el desarrollo de una formulación se deben tener en cuenta las características de un gran número de componentes, de manera que el producto final concuerde con las características solicitadas por el productor.

Las principales características a tener en cuenta en un sustrato son:

- Propiedades físicas: estructura y estabilidad, espacio poroso total, capacidad hídrica, capacidad de aireación, densidad y humectabilidad.

- Propiedades químicas: pH, salinidad y contenido en nutrientes, materia orgánica, capacidad tampón y presencia de sustancias nocivas.

- Propiedades biológicas: contenido de semillas de malas hierbas, patógenos, plagas, activi-



Musgo de Sphagnum en Lituania.

dad microbiana y tiempo de almacenamiento.

- Económicos / necesidades del cultivo: características específicas y continuidad, disponibilidad, técnicas de cultivo, necesidades de la planta cultivada y precio.

La turba, el principal componente de los sustratos

Los parámetros mencionados anteriormente, exigen la creación de un medio de cultivo combinando el mayor número de características posible. Además hay que tener en cuenta que el uso de materiales inadecuados provoca un grave riesgo, tanto para el cultivador como para la empresa productora.

El componente de sustratos más importante de las últimas décadas es sin duda la turba procedente de turberas altas (o turba de Sphagnum). La mejora que proporciona, gracias a sus características químicas, físicas y biológicas, en la obtención de los requisitos básicos de un sustrato, es sin duda la razón de su éxito. De hecho, una vez fertilizada y encajada, es usada frecuentemente como el único componente de un sustrato.

Las principales características de la turba de *Sphagnum* se resumen a continuación:

- La estructura celular de la turba rubia o de la moderadamente descompuesta (H1 hasta H5) garantiza una alta capacidad de retención de agua simultáneamente a una alta capacidad de aireación. La turba altamente descom-

puesta (H6 hasta H10) poseen una capacidad de aireación menor, aunque ésta es mejorada considerablemente mediante el proceso de congelación invernal.

- El bajo nivel de pH y de contenido en nutrientes permite elevar éstos hasta los valores óptimos para cada cultivo.

- La turba se encuentra, debido a su origen, libre de organismos patógenos y plagas, y en el caso de producciones controladas también se encuentra libre de semillas de malas hierbas.

- Es un producto manejable y su procesamiento es simple y sin ningún tipo de riesgo para la salud.

- En relación al precio, la turba es altamente competitiva con otros materiales.

- Se encuentra disponible con calidades constantes durante largos periodos de tiempo.

Las extraordinarias características de la turba quedan reflejadas también si se comparan las cantidades de componentes empleadas en la fabricación de sustratos. La importancia relativa de

la turba en este segmento queda claramente reflejada en la figura 1 (hay que destacar que Alemania es el mayor productor de sustratos para profesionales y para el mercado amateur).

¿Qué ventajas presentan el resto de componentes?

Aunque la turba es de lejos el más importante componente de los sustratos, el empleo de otros materiales orgánicos o minerales está siendo introducido gracias al desarrollo y la investigación. Durante años se ha invertido mucho más esfuerzo y fondos en la investigación en estos materiales alternativos que en la propia turba.

La idoneidad de un gran número de estos materiales ya ha sido comprobada. La mayoría de ellos no tienen, o sólo, ligera importancia como componentes de sustratos. Algunos, sin embargo, se han establecido como verdaderos componentes de sustratos. En este artículo nos limitamos únicamente a la discusión sobre los componentes orgánicos como: el compost, fibra de madera, corteza compostada y derivados del coco.

Residuos biodegradables compostados (composts)

Aunque en Alemania se producen alrededor de 4 millones de m³ de residuos compostados, sólo 300.000 m³ se destinan a la producción de sustratos. De ellos una buena parte pasan los controles de calidad RAL. Entonces, ¿por qué no se emplea más cantidad de estos materiales?

Todos los componentes son sólo tan buenos como lo es su material de origen. En el caso de la turba de *Sphagnum* es el musgo *Sphagnum* que crece en la naturaleza, mientras que en el caso del compost hay un gran número de bioresiduos que más o menos separados pueden dar lugar a compost. Por lo que se puede pensar que el compost no es un material orgánico puro, de hecho son materiales orgánico-minerales con porcentajes de materia orgánica inferiores al 25% (m/m). La calidad asegurada por RAL para sustratos de cultivo ha fijado el

■ En Alemania la tendencia a importar turba de otros estados, principalmente de los países bálticos, continúa en alza. En los Países Bajos no se explotan nuevos recursos propios. Sin embargo, la mayor parte de la horticultura comercial está basada en el uso de sustratos elaborados a base de turba

valor mínimo en 15%. (cuadro 1).

Debido a su alta porción mineral, el compost tiene normalmente una alta densidad que - de una manera similar a la adición de arcilla o arena a la turba - puede incrementar de un modo considerable el peso del sustrato, con el consiguiente aumento del coste de transporte y de la dificultad de manejo por parte del cultivador.

Como el valor de pH, salinidad y contenido en K_2O están casi siempre en valores no compatibles con el desarrollo de las plantas, el compost debe ser mezclado normalmente con materiales con menores niveles de estos parámetros con el fin de reducir el riesgo para las plantas. La turba está especialmente indicada para este fin. De forma más clara: incluso el mejor compost puede ser empleado para la elaboración de sustratos si sus negativas características son neutralizadas.

Fibra de madera

Las fibras de madera son madera y residuos que han sido desfibradas mediante métodos mecánicos y/o térmicos. Son parcialmente tratadas con materiales condicionantes (por ejemplo para colorear o con N para compensar el nitrógeno inmovilizado). Para su empleo se permiten únicamente las maderas tratadas mecánicamente, es decir sin que hayan sido pegadas con cola, lacadas, pintadas, etc.

La desfibración de los pedazos de madera se lleva a cabo en un extrusionador compuesto por dos sinfines opuestos. Estos triturarán la madera y debido a la presión de las fuerzas cortantes, los pedazos de madera son desfibrados produciendo calor. Por este motivo se llama al proceso desfibración termo-mecánica. Además, al salir la madera desfibrada del extrusionador el agua contenida se evapora inmediatamente (explosión de vapor).

Las características más importantes de la fibra de madera son: estructura fibrosa, porosa, suelta y elástica, baja densidad, alto número de poros con una muy alta capacidad de aireación (buen drenaje) y muy baja capacidad de re-

Cuadro 1:

Principales criterios de calidad para compost maduros empleados como componentes de medios de cultivo (RAL Quality Assurance for Compost, 1999).

Parámetros de calidad	Valores y/o rango de valores	
	Tipo 1	Tipo 2
Cantidad máx. admitida en un sustrato	40 % (v/v)	20 % (v/v)
Salinidad	≤ 2.5 g/l	≤ 5.0 g/l
Nitrógeno (N)	< 300 mg/l	< 600 mg/l
Fósforo (P_2O_5)	< 1200 mg/l	< 2400 mg/l
Potasio (K_2O)	< 2000 mg/l	< 4000 mg/l
Cloro	< 500 mg/l	< 1000 mg/l
Sodio	< 250 mg/l	< 500 mg/l
Contenido en carbonato	< 10 % ($CaCO_3$) en DS	
Compatibilidad con plantas	Sin N inmovilizado	
Contenido en humedad	Humedad de procesado ≅ 50 - 60 % de la máx. capacidad hídrica	
Tamaño de partícula	> 50 % (v/v) tamaño de partícula 0 - 5 mm	
Materia orgánica	> 15 % (m/m) de DM	
Requerimientos higiénicos	Libres de semillas de malas hierbas y de plántulas viables; libres de <i>Plasmodiophora brassicae</i>	

tención de agua, baja contractibilidad (puede reducir la contracción de la turba en la maceta), buena rehidratación, libre de malas semillas y patógenos y pH entre 4,5 y 6,00 (medido en H_2O).

En la figura 2 se muestra claramente la forma en como pueden cambiar las características de un sustrato a base de turba con la adición de fibra de madera. Algunos sustratos standard cuentan con porcentajes de fibra de madera superiores al 30%. El potencial para el uso de fibras de madera no se ha agotado.

Corteza compostada

La corteza compostada es triturada, fraccionada y fermentada, con o sin la adición de nutrientes. El porcentaje de partículas finas y polvo es particularmente bajo. Otros tipos de cortezas de maderas más blandas se usan también con cierta frecuencia. Para su producción, las cortezas crudas, trituradas y cribadas son sometidas a un proceso de putrefacción en el que las cortezas fermentan en montones apilados a la intemperie. El objetivo de la fermentación es evitar la inmovilización del Nitrógeno que de no

obviarse puede producir serios problemas durante el cultivo. Al principio del proceso de fermentación se aporta Nitrógeno a la corteza, normalmente en forma de urea, con el objetivo de acelerar y favorecer la actividad de los microorganismos. Como resultado de este proceso, la relación C/N disminuye y la inmovilización del Nitrógeno baja.

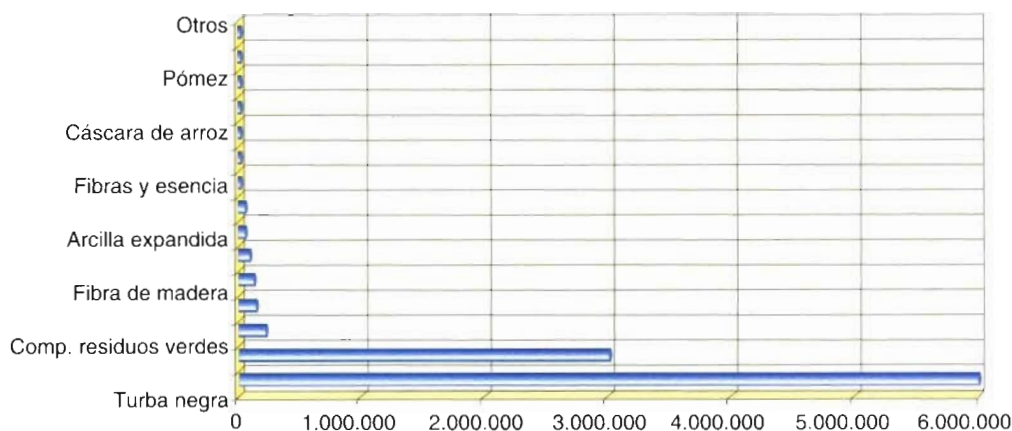
Con la adición de corteza de pino compostada se consigue: incrementar la capacidad de aireación, mejorar el drenaje, en ciertos casos, incrementar la capacidad de cambio catiónico y puede conseguirse un efecto tampón.

En general, los llamados medios de cultivo a base de corteza de pino suelen contener altos porcentajes de otros materiales (particularmente turba y otros) con el objetivo de compensar la baja capacidad de retención de agua. Además el valor del pH y el nivel de sales de las cortezas de pino suelen ser, en muchos casos, elevados.

La corteza de pino compostada es empleada generalmente por los elaboradores de sustratos en cantidades de hasta el 50% en

Figura 1:

Cantidades estimadas de componentes de sustratos empleados en Alemania en 2003 (para mercados profesionales y amateurs).



volumen. En general, el uso de cortezas de pino compostadas en muchos países está estancada o en recesión a medida que las cortezas y otros residuos son empleados como combustible en muchas empresas madereras. Esto lleva a una escasez de corteza y su consiguiente incremento en precio que muchas veces hacen prohibitivo su uso como medio de cultivo.

Acerca de las alternativas a la turba, hay que tener siempre en cuenta que las características biológicas, químicas y físicas de otros componentes de los medios de cultivo difieren considerablemente de los de la turba. La tabla 3 deja claro, por ejemplo, que para obtener una capacidad de aireación del 25 % (en volumen) para un sustrato de enmaletado, solo puede usarse turba y, si acaso, una mezcla de compost verde, corteza compostada y fibra de madera. La capacidad de aireación conseguida es idéntica, mientras que las características químicas varían considerablemente. En esta comparativa no se ha tenido en cuenta la adición de dolomita cocida ni fertilizantes.

Coco y fibras de coco

En el caso de componentes de los medios de cultivo de este grupo, encontramos reiteradamente ambiguas definiciones. Este tipo de productos proceden del fruto del cocotero, Cocos nucife-

ra. Sólo las fibras del mesocarpo (fina y aireada capa de la pared del fruto) deben de ser designadas como fibra de coco. El resto del tejido del mesocarpo se define frecuentemente como polvo de coco. La designación de "Turba de coco" o coco peat para el triturado del resto del mesocarpo es incorrecta ya que, al fin y al cabo, el coco no es turba.

Sri Lanka e India son los principales países que abastecen a Europa de derivados del coco para uso hortícola. Consecuentemente las rutas de transporte son largas, lo que hacen que el coco sea un componente caro de los medios de cultivo europeos. Las fuertes fibras del coco son empleadas para la producción de cuerdas, felpudos, escobas, recubrimientos de tuberías de drenaje, tapicerías de

■ Para la producción de sustratos es importante asegurar un suministro adecuado de la materia prima. Es primordial controlar el grado de descomposición, la composición botánica, el método de extracción y el control de los procesos de producción. De todo ello dependerá que el fabricante explote todas las características de la materia prima adaptándolas a su uso particular

coches, etc. La producción de fibra es precedida de un proceso en el que se ponen los cocos a remojo de forma que las fibras son fácilmente separadas del coco. Antes del uso del coco en la horticultura europea, hacia finales de los 80 principios de los 90, no se garantizaba especialmente que el remojo del coco se realizara en agua fresca y limpia; aguas lacustres salobres, en ocasiones con altos contenidos de cloruro sódico eran empleadas para este propósito. Derivados de la fibra de coco para uso hortícola con altos contenidos de NaCl siguen apareciendo, incluso hoy en días, en el mercado europeo. El proceso de lavado de los cocos lleva varias semanas. A este proceso de lavado le sigue un proceso de abrasión, bien mecánica, bien manual que separa la parte de aspecto granular del coco. Las fibras más largas son posteriormente convenientemente procesadas para obtener los derivados del coco mencionados anteriormente. Los finos y esponjosos tejidos del coco restantes son subproductos de la producción de la fibra.

La parte de aspecto granular obtenida, debido al método de producción empleado, siempre contendrá un pequeño porcentaje de fibras: dependiendo de la intensidad del proceso de abrasión y de cribado, éstas pueden estar presentes entre el 2 y el 20% en volumen.

La fracción granular obtenida del coco, como componente de medios de cultivo, suele enviarse prensada. Las fibras de coco obtenidas, bien son cortadas a la longitud deseada en origen, compactadas y empaquetadas, bien cortadas por los clientes mecánicamente a la longitud deseada y mezcladas con otros materiales para la obtención de medios de cultivo, o procesadas para obtener productos para la industria cordelera.

Dependiendo del origen, grado de envejecimiento y tratamiento empleado, las características físicoquímicas de los materiales derivados del coco varían considerablemente (cuadro 2).

Cuadro 2:**Valores medios de las características de los derivados del coco para uso hortícola.**

Propiedades físicas	Método	Unidades	Fracción fina ¹⁾	Fibra de coco
Humedad Wm	EN 13040	% (mm)	60 - 75	15 - 20
Materia seca Dm	EN 13040	% (mm)	25 - 40	80 - 85
Materia orgánica Wom	EN 13039	% (mm)	90 - 95	94 - 97
Densidad compactada D _p	EN 12580	g/l	200 - 300	30 - 50
Densidad compactada de laboratorio L _p	EN 13040	g/l	250 - 350	70 - 100
Densidad compactada s.m.s D _{pp}	EN 13041	kg/m ³ (g/l)	60 - 90	35 - 45
Capacidad de retención de agua Wv	EN 13041	g/100g m.s.	600 - 800	200 - 270
Espacio poroso tota P _s	EN 13041	% (v/v)	85 - 95	95 - 98
Capacidad de retención de agua Wv	EN 13041	% (v/v)	60 - 70	8 - 12
Capacidad de aireación Av	EN 13041	%(v/v)	15 - 35	83 - 90
Contracción	EN 13041	%	15 - 25	4 - 10

¹⁾ Con un contenido aproximado del 10% (en volumen); después de reconstituir procedente de bloque prensado.

Los derivados de la fibra de coco para uso hortícola han demostrado finalmente su valor, particularmente desde el punto de vista químico, al cumplir con los requerimientos de RHP. Su excelente rehumectación, su extremadamente alta capacidad de aireación junto con la baja capacidad de retención de agua de las fibras, aunque con un buen balance entre ambas capacidades, permiten el uso sistemático de la fibra de coco en todas las áreas de la producción de sustratos de cultivo. La fibra de coco, entendida como a fracción fina o parte granular del coco, que como hemos dicho, inevitablemente contiene un pequeño porcentaje de fibra, cuenta con unas características similares a la turba, de forma que, a pesar de su alto precio, poco a poco va incrementando su presencia en el mercado. La fibra de coco se ha implantado bien como componente de los sustratos de cultivo dedicados a la propagación de planta joven hortícola y sustrato de cultivo para floricultura. Por el contrario, su empleo en plantas en contenedor grande no está muy extendido. A pesar de que en Alemania no ha levantado el mismo interés, por ejemplo que la fibra

de madera, sus posibilidades son considerables.

Aditivos

Los principales componentes de los sustratos de cultivo son mezclados en proporciones volumétricas. Por el contrario los aditivos, como los fertilizantes, correctores de pH, etc., son introducidos en proporción peso/volumen. Hay que decir, que sin la innumerable lista de aditivos existentes, no sería posible el desarrollo y producción de los numerosos sustratos de cultivo que se precisan en cada ámbito de aplicación, diferentes condiciones de cultivo y la totalidad de plantas cultivadas.

Sistemas de aseguramiento de la calidad

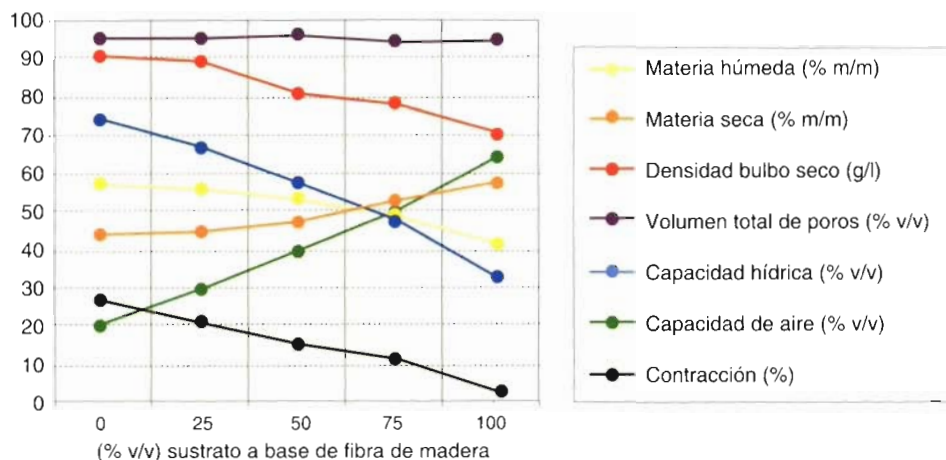
Las cualidades de los sustratos, basadas en requerimientos particulares, tienen una gran influencia en el valor del producto. Bajo la crecientemente constante presión relativa a la maximización de la producción simultáneamente con la exigencia de plantas de alta calidad, hacen que la calidad de los sustratos y demás recursos empleados sean decisivas en la consecución del éxito económico de los cultivadores y de

las empresas fabricantes de sustratos. El control de calidad y el aseguramiento de la misma debe de ser por todo ello la principal prioridad de la actividad empresarial. Sistemas de gestión de la calidad de acuerdo con las normas ISO 9001 pueden ayudar a optimizar los procesos de producción. Los sistemas de aseguramiento de la calidad, como por ejemplo el de la fundación holandesa RHP y el sistema alemán RAL de aseguramiento de la calidad, sirven al propósito de alcanzar altos niveles de calidad. La principal diferencia entre los sistemas de aseguramiento de la calidad RHP y RAL consiste en el hecho de que el control RHP se extiende a todos los eslabones del proceso de producción incluyendo la extracción, la elaboración y el control del producto terminado. De esta manera todas las áreas de extracción de turba certificadas por RHP, como por ejemplo todas y cada una de las turberas de Klasmann-Deilmann, GmbH, tanto en suelo alemán como las que se encuentran fuera de Alemania, están sujetas a inspecciones regulares por expertos de RHP y ECAS (European Certification for the Agrarian Sector).

La implementación práctica de la gestión de la calidad y de los sistemas de aseguramiento de la calidad es costosa desde el punto de vista económico, precisando de un gran esfuerzo de trabajo. Sin embargo, si el éxito económico está garantizado y potenciado por estos sistemas, el esfuerzo y el gasto que suponen quedan más que justificados.

Perspectivas de los sustratos

Como se ha visto anteriormente, el compost, materiales de fibra de madera, la corteza compostada y la fibra de coco son algunos de los componentes orgánicos o minero-orgánicos más empleados junto con la turba. Además de éstos hay un gran número de otros materiales orgánicos, como la cascarilla de arroz, pero poseen menor significación. Tam-

Figura 2:**Propiedades físicas de sustratos a base de turba (H3 - H5) con crecientes cantidades de fibra de madera (Toresa).**

bién hay que destacar que en este artículo no se han tratado importantes productos minerales en la composición de los sustratos como la perlita, arcilla, vermiculita, lana de roca, etc.

Como tendencia a medio y largo plazo se prevé que las compañías productoras de sustratos importen un mayor volumen de turba que en la actualidad. Esto es debido a que estas compañías se encuen-

tran situadas generalmente en países con normas muy restrictivas para la extracción de turba (Alemania, Países Bajos, etc) y a la alta demanda de este producto. Este panorama ya se da desde hace tiempo en Holanda, donde ya no hay reservas propias de donde extraer turba, contando además con una horticultura intensiva con gran demanda de este material. Entre los países exportadores de turba destacan sin lugar a dudas los estados bálticos.

El primer criterio de elección para el cultivador siguen siendo las propiedades para el cultivo del sustrato, siendo seguido por el precio. Con estos criterios, y a pesar del auge de los nuevos componentes orgánicos, la turba sigue teniendo un papel preponderante para la preparación de los medios de cultivo.

Para saber más...

www.valimex.es
www.horticom.com?63942

Plásticos Dngag s.l.

Disseminats, nº 2 · 08929 · TEIÀ
 Oficina: Teléfono, 93 460 76 76 Fax, 93 397 12 53
 Fabrica: Teléfono, 93 540 04 73 Fax, 93 540 03 04

www.plasticosingag.com



Abajo frutos de berenjenas de distintos colores desarrollados para su comercialización conjunta.



La berenjena es una de las hortalizas más importantes a nivel mundial. Su producción total la sitúa en el sexto lugar entre las hortalizas.

Variabilidad en berenjena

JULIO E. MUÑOZ-FALCÓN¹, JAIME PROHENS¹,
ADRIÁN RODRÍGUEZ-BURRUEZO²
Y FERNANDO NUEZ¹

¹Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Universidad Politécnica de Valencia

²Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias

Introducción

La berenjena (*Solanum melongena*), es una de las hortalizas más importantes a nivel mundial. Según datos de la FAO de 2004, la producción total de berenjena fue de 30 x106 toneladas, lo cual la sitúa en el sexto lugar mundial entre las hortalizas, siendo únicamente superada por el tomate, las coles, la cebolla, el pepino y la sandía. De la producción mundial total, el 82.7% corresponde a China e India, que son, con mucha diferencia los principales productores. España ocupa el décimo pue-

En la foto superior frutos de variedades de tipo oriental: Long White (arriba izquierda), Ping Tung Long (arriba centro), Thai Long Green (arriba derecha), Kermit (abajo izquierda) y Purple Ball (abajo derecha).

to a nivel mundial y el segundo en Europa (después de Italia).

Según datos del último Anuario de Estadística Agroalimentaria (MAPA, 2003) en España se cultivan 3.691 ha de berenjena, de las cuales 14 ha son de cultivo en secano, 2.124 ha de regadío al aire libre y 1.553 ha de regadío en cultivo protegido. La producción total es de 154.412 t de las cuales un 47% se destinan para exportación. Las Comunidades Autónomas con una mayor producción son Andalucía, Cataluña, Comunidad Valenciana, Castilla-La Man-

cha, Baleares, Extremadura y Murcia. En las demás Comunidades el cultivo de la berenjena apenas tiene relevancia (MAPA, 2003).

Aunque la mayor parte de la producción de berenjenas se basa en unos pocos tipos varietales, existe una importante diversidad de material vegetal de berenjena, ya sea en forma de variedades tradicionales autóctonas o materiales exóticos. Entre estos materiales existe una amplia diversidad de tamaños, formas, colores y otras características de fruto que pueden ser de utilidad para la mejora



Planta (izquierda)
y fruto (derecha)
de *Solanum incanum*.



**Diversidad
de frutos
de berenjena
(*S. melongena*)
y de especies
relacionadas.**

híbridos entre ambas especies completamente fértiles y con meiosis regular (Anis et al., 1994).

La selección natural y artificial en distintos ambientes y para distintos usos, junto con otras fuerzas microevolutivas, dio lugar a una importante diversidad de formas cultivadas. Asimismo, en el sudeste asiático es posible encontrar formas adventicias espinosas, con características intermedias entre los materiales cultivados y los silvestres.

Los árabes procedieron a la difusión de la berenjena desde su región de origen hasta el Mediterráneo. Fruto de este proceso de migración y la posterior selección y adaptación a condiciones locales, se origina un elevado número de variedades locales en la Península Ibérica. Así, por ejemplo, en el siglo XII Abú-Zacaría describía la existencia de cuatro variedades

en nuestro país y a finales del siglo XIX, Navarro (1880) señalaba la existencia de más de 30 variedades.

El complejo de Berenjena

La especie cultivada *S. melongena*, junto con formas adventicias naturalizadas del sudeste asiático, conocidas como *S. melongena* var. *insanum* y la especie silvestre *S. incanum* forman lo que se denomina el "complejo berenjena" (Pearce y Lester, 1979; Lester y Hasan, 1991; Daunay et al., 1997). Los materiales incluidos en el "complejo berenjena" constituyen el "germoplasma primario" de berenjena, ya que cruzan y dan híbridos fértiles con la berenjena cultivada.

El "complejo berenjena" se encuentra dividido en 8 grupos, identificados por una letra mayúscula, que corresponden a formas distintas (Lester y Hasan, 1991; Daunay et al., 1997). La especie *S. incanum* incluye, en sentido amplio, a los grupos A, B, C y D. Mientras que todas las formas de *S. Melongena* se encuentran recogidas dentro de los grupos E, F, G y H.

Los grupos A y B están integrados por formas de *S. incanum* del Este y Sur de África. Dentro del grupo C se encuentra *S. incanum* en sentido estricto, la cual se encuentra en hábitat no modificados por el hombre como la sabana y en cauces de escorrentía en zonas desérticas del Noreste de África y Oriente Medio. En el grupo D se

genética y la diversificación de tipos en berenjena.

El origen de la berenjena y su diversidad

La berenjena fue probablemente domesticada en la región indo-birmana a partir de la especie silvestre de *Solanum incanum*, la cual guarda muchas similitudes morfológicas con la berenjena y un hábito de crecimiento similar. Además es posible desarrollar

Inyectores venturi Mazzei®

Los únicos venturis fabricados de Kynar con 5 años de garantía y con un sistema patentado para la inyección de aire.

Método económico y exento de problemas para inyectar productos agroquímicos líquidos y gaseosos de forma rápida, cómoda y sencilla.



Apartado de Correos, 140. 08340 - Vilassar de Mar (Barcelona). Tel: 902 10 33 55 * Fax: 937 59 50 08 * E-mail: rlegos@copersa.com * Web: www.copersa.com





incluye a las formas que crecen en ambientes más xerofíticos del Sudeste de África. Dentro de *S. melongena*, el grupo E esta formado por plantas de *S. melongena* var. *insanum* muy espinosas y de poca altura, que crecen de forma adventicia en campos abiertos. El grupo F comprende formas moderadamente espinosas, que crecen como adventicias en huertos, zonas de vegetación modificada y bordes de caminos. El grupo G corresponde a cultivares primitivos, poco vigorosos y de frutos pequeños, pero que todavía se cultivan ampliamente en el Sudeste de Asia. El grupo H corresponde a cultivares modernos de berenjena y se encuentra distribuido por todo el mundo (Lester y Hasan, 1990 y 1991).

Variación y tipos varietales en la berenjena

Aunque la mayor diversidad de berenjena se encuentra en el Centro Indo-birmano, es posible encontrar variación considerable en China y la región mediterránea, por lo que están considerados Centros Secundarios de variación (Vavilov, 1951; Zeven y Zhukovsky, 1975; Prohens et al., 2005).

Si bien existen varias clasificaciones botánicas de la berenjena

Algunas de las variedades españolas más conocidas:

Larga negra (izquierda), de Almagro (centro), Listada de Gandia (derecha).

na, la más habitual que entre los tipos cultivados es la clasificación de Bailey (1947) que distingue tres variedades botánicas, la variedad *esculentum*, que engloba a las formas comunes, la variedad *serpentinum*, que incluye tipos varietales con frutos muy largos, y la variedad *depressum*, constituida por tipos de frutos pequeños y precoces.

Los caracteres más importantes en la clasificación varietal de los frutos de berenjena son: la forma y tamaño del fruto, el color, la uniformidad del color, la presencia de espinas en el cáliz y la longitud de fruto recubierta por el cáliz (Costa, 1978; Marín, 2000; Baixauli, 2001). En nuestro país, es común clasificar los tipos en las siguientes categorías según la forma: larga, semi-larga, ovalada y redonda y dentro de cada una de ellas por el color (negro, morado, verde, blanco) y su distribución (uniforme, listado, reticulado).

Variedades tradicionales españolas de berenjena

La berenjena está profundamente arraigada en la cultura culinaria española. Además, España es un país con una gran diversidad de tipos locales de berenjena (Prohens et al., 2005), diversidad que se está perdiendo debido a

que se ven reemplazadas por nuevas variedades mejoradas que permiten producciones más elevadas. Algunas de las variedades tradicionales de berenjena más conocidas en España son:

- **Larga morada:** muy cultivada en Cataluña. Es una planta con porte alto. Frutos grandes, largos (entre 20 y 45 cm.), morados o violetas y estrechos. La forma varía desde recta hasta muy curvada o serpentiforme. Es una variedad muy adecuada para cortar en rodajas.

- **Larga negra:** muy similar a la anterior pero de color negro.

- **Redonda morada:** tiene frutos grandes, que pueden pesar hasta 2 kg., de color morado y redondeados, aunque algunos frutos presentan irregularidades.

- **Redonda negra:** similar a la anterior, pero los frutos son algo más pequeños y la piel de color negro.

- **Redonda acostillada:** es muy común en algunas zonas de Andalucía y de la Comunidad Valenciana. Fruto de tamaño medio, redondeado y de color morado oscuro, pero con presencia de costillas longitudinales (6-10).

- **Redonda verde:** fruto redondeados, verdes en su madurez comercial, y con un veteado más oscuro en la parte más cercana al pedicelo.

- **Bombilla:** variedad típica de Andalucía. La planta presenta vigor medio. El cáliz, que cubre una parte importante del fruto, no suele tener espinas. El fruto es pequeño, ovado, con color de fondo blanco y con vetas moradas.

- **Blanca:** es un grupo formado por variedades con diferente morfología. Los frutos son blancos o blanquecinos en la madurez comercial. Algunas son más pequeñas mientras que otras son más grandes y alargadas.

- **Listada de Gandía:** es una de las variedades tradicionales españolas más conocidas tanto a nivel nacional como internacional. Es original de la Comunidad Valenciana, concretamente de Gandía, donde es muy popular. Los frutos son ovalados o alargados-ovalados, con piel bicolor morado y blanco con un fino ve-teado. Presenta algunas espinas en cáliz y tiene la carne blanca.

- **De Almagro:** es común en Ciudad Real, concretamente en Almagro y los municipios colindantes del campo de Calatrava. Corresponde a la variedad botánica depressum. Las plantas son bajas y poco vigorosas (60-70 cm.), aunque muy prolíficas. Los frutos son pequeños, redondeados, entre 3 y 6 cm. de diámetro y cubiertos por un cáliz no espinoso en más de 1/3 partes de longitud.

- **Murciana:** plantas robustas, altas y con follaje abundante.

El fruto es oval y de color entre verde claro y casi negro. El cáliz recubre una parte importante del fruto. Tiene pocas semillas.

- **Mallorquina:** típica de Mallorca y algunas zonas de Cataluña. La planta presenta vigor medio, con frutos alargados y algo más anchos en la zona terminal. De color morado a negro.

Otros tipos occidentales

En Europa, Norteamérica y Oriente Medio los tipos varietales suelen corresponder a plantas vigorosas de frutos grandes, pertenecientes al grupo H. Genética y morfológicamente son muy similares a las formas españolas. (Prohens et al, 2005). Entre algunas de las variedades más conocidas se encuentran:

- **Black Beauty (Bellezza Nera):** Variedad introducida en el mercado a principios del siglo pasado. Se caracteriza por ser una planta de porte medio, con frutos

■ Aunque la mayor parte de la producción de berenjenas se basa en unos pocos tipos varietales, existe una importante diversidad de material vegetal de berenjena, ya sea en forma de variedades tradicionales autóctonas o materiales exóticos

INVERCA
TECNOLOGÍA
PRODUCTIVA

INVERCA
GRUPO INVERCA

INTERNADEROS Y TECNOLOGÍA, S.A.
INTERNADEROS DE CASTELLÓN, S.A.
Pol. "El Serrallo", Ctra. Grao-Almazora, Km 1,5
12100 GRAO DE CASTELLÓN (ESPAÑA)
Tel. 0034 964 28 22 32
Fax 0034 964 28 24 40
e-mail: inverca@inverca.es
<http://www.inverca.es>

LA CALIDAD Y EL DISEÑO DISTINGUEN A LOS INVERNADEROS INVERCA

DISEÑAMOS EL INVERNADERO ADAPTÁNDONOS A LAS NECESIDADES DE SU CULTIVO, CON EL FIN DE QUE OBTENGAN LA MÁXIMA RENTABILIDAD



grandes y redondos de 10 a 15 cm de longitud y color púrpura negro. Variedad muy popular, utilizada como material de partida para numerosas variedades modernas.

- **Long Purple:** Planta prolífica, de tamaño medio, de frutos alargados de, aproximadamente 25 cm de largo y 5 a 6 cm de ancho, color violeta oscuro y sabor muy agradable.

- **Dourga:** Atractiva planta que puede servir como ornamental, de frutos cilíndricos de 10 a 15 cm de largo y color blanco, con un sabor delicado de excelente calidad.

- **Florida Market:** Variedad muy extendida por su resistencia a enfermedades y alta producción. Planta grande y erecta. Frutos relativamente estrechos y lisos, de color morado casi negro.

- **Redonda Violeta:** De color oscuro en el tallo, así como en el peciolo y en las nervaduras de la hoja. Frutos muy grandes, más piriformes que redondos y de color morado ligeramente pálido.

- **De Barbentane:** Originaria del Sur de Francia. Produce frutos cilíndricos de forma alargada (30 cm) y color violeta-negro brillante. Planta erecta de crecimiento vigoroso y de producción precoz.

- **Rosa Bianco:** Planta de atractivos frutos de forma globosa

Algunas variedades Occidentales:
Dourga (superior izquierda),
de Barbentane (superior derecha),
Fairy (inferior izquierda) y
Bellezza Negra (inferior derecha).

y color lavanda y blanco cremoso, de 14 a 18 cm de largo, muy buen sabor, y un caliz largo que cubre parte del fruto.

- **Turkish Orange:** Variedad de frutos esféricos y pequeños, de 6 cm de diámetro, color anaranjado a rojizo, pero consumida habitualmente en estado verde.

- **Fairy:** Variedad del tipo Listada Mini, que podría ser utilizada como ornamental, de porte bajo, frutos de 100 g que crecen en ramilletes de 4 a 6, lo que permite su preparación utilizando los frutos enteros.

Tipos orientales

Las variedades del Este y Sudeste asiáticos comprenden una diversidad mucho mayor que la de los tipos occidentales. Mucha de estas variedades corresponden a plantas poco vigorosas, general-

mente más espinosas que las Occidentales y, en muchas de ellas, los frutos son de color verde con estrias o vetas más oscuras (Costa, 1978; Chadha, 1993). Muchas de las variedades orientales cultivadas en la actualidad corresponden a variedades de polinización abierta, con un cierto grado de heterogeneidad genética (Chadha, 1993). No obstante, también se están empezando a extender las variedades híbridas, especialmente en Japón, donde son predominantes (Hallard, 1996). Entre las principales variedades de origen oriental destacan:

- **Long White:** Planta de frutos de color blanco, delgados y largos, de 25 a 30 cm de largo por 4 a 5 cm de ancho, con poca cantidad de semilla, y muy productiva.

- **Thai Long Green:** Variedad muy prolífica y vigorosa, de frutos cilíndricos de 25 a 30 cm de largo y 5 cm de ancho, de color verde, y buen sabor.

- **Ping Tung Long:** Planta de frutos violeta, de 20 a 25 cm de largo por 3 cm de ancho, excelente para rebanar y conservar en vinagre, muy productiva y resistente a condiciones de sequía y alta humedad.

- **Purple Ball:** Planta muy productiva, con frutos medianos redondos y con piel y cáliz de color morado oscuro

- **Kermít:** Variedad de frutos pequeños, de 5 a 7 cm de diámetro, de color verde con vetas blancas, con gran cantidad de semillas, planta muy vigorosa y productiva.

- **Pursa Purple Long:** Planta muy precoz con buena producción y frutos largos de 25 cm de color púrpura intenso.

Las variedades comerciales modernas y posibilidades de diversificación

La mayor parte de las variedades modernas cultivadas en nuestro país son híbridos F1. Así entre las variedades de berenjena presentes en el Vademécum¹ de Variedades Hortícolas (Marín, 2004) aparecen 52 variedades comerciales F1, frente a 17 varietades

■ **Los caracteres más importantes en la clasificación varietal de los frutos de berenjena son: la forma y tamaño del fruto, el color, la uniformidad del color, la presencia de espinas en el cáliz y la longitud de fruto recubierta por el cáliz**



BALADY



THAI LONG

des no híbridas. Ya en 1997, en el ranking de las 10 variedades de berenjena más cultivadas aparecieron 8 variedades FI frente a sólo 2 no híbridas (Anónimo, 1997). Los híbridos FI, además de proporcionar una patente física a las casas de semillas, ya que su integridad genética se pierde en el primer ciclo de reproducción, son heteróticos para caracteres de producción (Chadha, 1993; Choudhury, 1995; Prohens et al., 2005). Las variedades híbridas modernas usualmente no presentan espinas

en el cáliz ni en otras partes de la planta y son muy uniformes (Anónimo, 1997; Marín, 2004).

Existe una diferencia importante en el material vegetal utilizado en cultivo en invernadero y al aire libre. Así, una parte muy importante de la producción española de invernadero va destinada en gran parte a los mercados de exportación. En este tipo de producción se utilizan fundamentalmente híbridos que dan frutos de tipo negro o morado, que son los preferidos en los mercados de

Frutos de las variedades botánicas *esculentum* (izquierda), *depressum* (medio) y *serpentinum* (derecha).

destino. Por lo que respecta a la producción al aire libre, la producción se destina al mercado en fresco y a la industria. En este tipo de producción, la utilización de híbridos no es tan frecuente, siendo común la utilización de variedades no híbridas y de variedades locales. Además de las variedades moradas y negras, en cultivo al aire libre es común encontrar otros tipos de variedades, como las listadas.

Aunque existe un importante número de variedades comerciali-



BULBOS ESPAÑA
MAPI FLORICULTURA, S.L.

c/ Latina, 26 - 1º D
28047 MADRID
Tels.: 91 526 38 22
(4 líneas)
Fax: 91 526 38 54

20 años
suministrando calidad

PARA FLOR CORTADA:

Bulbos de máxima calidad tratados y seleccionados
Gladiolos, Tulipanes, Iris, Liatris, Freesias,... - **LASTO - F.STOOP.**
Lilium asiáticos, orientales, longiflorum e híbridos 1/a - **MONDIAL LELIES.**
Nardos y Callas nacionales.

Esquejes y plantas

Crisantemos, Aster, Alstroemelia - **FLOR ELITE, VALLEFLOR.**
Clavel Italiano
Rosales - **PLANTAS CONTINENTAL.**
Gysophila paniculata - **FLOR ELITE.**
Limonium, Statice, Lisianthus, Alheli, Dragonaria,
Girasol, Minutisa, Campanula, Godetia,... - **H. A. VAN KLINK.**

PARA JARDÍN, MACETA Y VENTA DIRECTA:

Planta joven para maceta
Poinsetia, Geranios, Petunias, Cyclamen, Alegria,... - **FLOR ELITE.**
Rosales en caja, en bolsa y en maceta - Frutales en caja.
Grosella, Arándano, Frambuesa, Frutales, Kiwi,... - **PATIO PLANT.**
Bulbos en bolsas, cofres y Expositores con fotografía.

Bulbos de temporada para jardín
Tulipanes, Jacintos, Narcisos, Dalias, Begonias, Gladiolos, Lilium, etc.

e-mail: info@bulbosespana.com
bulbosespana@telefonica.net
web: <http://www.bulbosespana.com>

zadas en nuestro país, la diversidad genética y morfológica de las mismas es muy baja, especialmente entre los híbridos. Entre todas las variedades que aparecen en el Vademécum de Variedades Hortícolas (Marín, 2004), todas, a excepción de alguna variedad tipo "Listada de Gandia", son de fruto negro o violeta liso.

A pesar de la uniformidad de tipos, en los tiempos actuales existe interés en los mercados europeos por nuevos tipos de berenjena de diferentes colores y características (Guippe, 1996), al igual que ha ocurrido en tomate y pimiento. En otros países, como Estados Unidos, es común encontrar estos tipos de variedades. Como ejemplo de esto hay que nombrar el caso de las variedades "Mini o Baby" las cuales son berenjenas de pequeño tamaño que no alcanzan los 200 g de peso, lo que permite su preparación como un producto entero, y constituyen una

alternativa de comercialización novedosa. Por otra parte, la concienciación por una agricultura respetuosa con el ambiente y que fomente las prácticas tradicionales está incrementando la demanda de variedades tradicionales cultivadas, siguiendo prácticas ecológicas. En este sentido, la labor de selección y mejora de nuestras variedades tradicionales ha sido muy pobre. Únicamente

algunas casas comerciales se han preocupado de realizar algunos trabajos de selección (Marín, 2000).

En definitiva, la berenjena es un cultivo con una amplia diversidad de tipos, los cuales representan una alternativa para la diversificación de la producción, para la producción ecológica y representan unos recursos genéticos de élite para la consecución de objetivos de mejora presente y futuros.

La berenjena está profundamente arraigada en la cultura culinaria española. Además, España es un país con una gran diversidad de tipos locales de berenjena, diversidad que se está perdiendo debido a que se ven reemplazadas por nuevas variedades mejoradas que permiten producciones más elevadas

Agradecimientos:

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (AGL 2003-03949), INIA (RF 2004-00002-00-00) y Generalitat Valenciana (GV04A/356).

Bibliografía

Bibliografía completa en:
www.horticom.com?62338.



Condiciones ideales para el crecimiento

Nuestro objetivo es crear y mantener las condiciones perfectas para el crecimiento y el desarrollo de cualquier producto dentro de un invernadero. El concepto Munters está formado por los paneles evaporativos CELdek®, la gama de ventiladores de Euroemme®, los sistemas Munters de distribución de agua, sistemas de control climático, calefactores y otros accesorios como persianas y filtros de luz que ayudan a crear un clima ideal y controlado.



Ventiladores
Euroemme®



Paneles evaporativos
CELdek®



Calefactores



Sistemas de control
climático CLIMATEline®

Munters Spain S.A.

Europa Empresarial, Ed. Londres C/ Playa de Liencres N° 2 28290 Las Matas - Madrid
Tfno.: 91 640 09 02 Fax.: 91 640 11 32
Email.: marketing@munters.es
www.munters.es www.munters.com



Clima Controlado.