

UN PRODUCTO



[www.corpoica.org.co](http://www.corpoica.org.co)



## SELECCIÓN DE CULTIVARES COMPETITIVOS DE BERENJENA PARA LOS MERCADOS NACIONALES Y DE EXPORTACIÓN, CON ADAPTACIÓN A LAS CONDICIONES DEL CARIBE COLOMBIANO

Resumen de resultados





# SELECCIÓN DE CULTIVARES COMPETITIVOS DE BERENJENA PARA LOS MERCADOS NACIONALES Y DE EXPORTACIÓN, CON ADAPTACIÓN A LAS CONDICIONES DEL CARIBE COLOMBIANO

## RESUMEN DE RESULTADOS



JORGE CADENA TORRES, GILBERTO GÓMEZ, FREDDY MARTÍNEZ NAAR  
KETTY IBÁÑEZ MIRANDA, OMAR CASTILLO NUÑEZ, ENDER MANUEL CORREA  
HERMES ARAMÉNDIZ T.

2011 - Cereté, Córdoba, Colombia

Jorge Cadena Torres, Gilberto Gómez Barros, Freddy Martínez Naar, Ketty Ibáñez, Omar Castillo Nuñez, Ender Manuel Correa y Hermes Araméndiz Tatis. / Selección de Cultivares Competitivos de Berenjena para los Mercados Nacionales y de Exportación, con Adaptación a las Condiciones del Caribe Colombiano: Resumen de resultados. Corpoica, Cereté, Córdoba, Colombia. 2011. 48 p.

Palabras clave: BERENJENA, BANCO DE GERMOPLASMA, GENOTIPOS, SELECCIÓN PARTICIPATIVA, CULTIVOS, ANÁLISIS ECONÓMICO.



Esta publicación es posible gracias a los recursos de cofinanciación aportados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la Asociación Hortifrutícola de Colombia, administradora del Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola, al proyecto "Selección de cultivares competitivos de berenjena para los mercados nacionales y de exportación, con adaptación a las condiciones del Caribe colombiano." Este proyecto se ejecutó entre los años 2007 y 2010 por investigadores de CORPOICA y la Universidad de Córdoba, con el apoyo de la Gobernación de Sucre, la Gobernación de Córdoba y la participación de pequeños productores de hortalizas adscritos a la Asociación Agroecológica de Productores, Transformadores y Comercializadores de Hortalizas del Sinú (HORTISINÚ).

Participaron en la ejecución de este proyecto los siguientes investigadores:

**CORPOICA:** Jorge Cadena Torres, Gilberto Gómez Barros, Hamilton Gómez, Jorge Romero, Judith Martínez Atencio.  
**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA:** Hermes Araméndiz T., Miguel Espitia Camacho, Carlos Cardona Ayala, Omar Castillo Nuñez, Mónica María Simanca, Ketty Ibáñez, Ana Isabel Escobar Otero, Ender Manuel Correa, Alfredo Enamorado.  
**GOBERNACIÓN DE SUCRE:** Freddy Martínez Naar.



© Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA  
CI, Turipaná

ISBN: 978-958-740-067-0  
CA: PR02100126  
CUI: 1275  
Primera edición: Agosto de 2011  
Tiraje: 420 ejemplares

Línea de atención al cliente: 018000121515  
atencionalcliente@corpoica.org.co  
www.corpoica.org.co

Producción editorial:  
Diagramación, impresión y encuadernación



www.produmedios.org

Diseño gráfico: Dannahite


Impreso en Colombia  
Printed in Colombia



# CONTENIDO

1. RESUMEN .....	5
2. INTRODUCCIÓN.....	7
3. <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 1:</b> Seleccionar genotipos de berenjena con estabilidad agronómica para mejorar la producción en diferentes ambientes de la región .....	9
4. <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 2:</b> Zonificar los cultivares de acuerdo a su comportamiento en las áreas productoras .....	22
5. <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 3:</b> Determinar la densidad óptima de población de acuerdo al cultivar de mejor comportamiento en las áreas productoras .....	31
6. <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 4:</b> Producir y entregar semillas de los cultivares seleccionados en cada región.....	35
7. <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 5:</b> Determinar las mejores condiciones de empaque y almacenamiento para el aumento de la vida útil de la berenjena en fresco .....	39
8. <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 6:</b> Determinar retornos económicos y financieros de los resultados del proyecto .....	44
9. CONCLUSIONES .....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52





**L**a Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –CORPOICA– contribuye con el bienestar de la población colombiana, mediante la generación y transferencia de tecnologías, para hacer más eficiente y rentable la producción agropecuaria con criterios de competitividad, equidad, sostenibilidad y desarrollo científico y tecnológico.

Esta es una publicación de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria y la Universidad de Córdoba, con el apoyo de la Asociación Agroecológica de Productores, Transformadores y Comercializadores de Hortalizas del Sinú (HORTISINÚ), la Gobernación del departamento de Sucre, la Gobernación del departamento de Córdoba; y la financiación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la Asociación Hortifrutícola de Colombia, administradora del Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola.

## RESUMEN

# 1

La berenjena es una hortaliza que ha ido adquiriendo a través de los años importancia económica y social en la Región Caribe, donde se ha incorporado fuertemente en la dieta alimenticia de sus habitantes. Los genotipos utilizados para su siembra son los mismos que originalmente llegaron a Colombia con los inmigrantes árabes y que han sido conservados y multiplicados durante años por los agricultores de dicha región.

En Colombia han sido débiles los esfuerzos y escasos los recursos destinados a la investigación en berenjena. Dada la importancia social que tiene este cultivo para los pobladores rurales de la Región Caribe, se diseñó un programa de investigación denominado *“Producción Competitiva del Cultivo de Berenjena: Una Opción para Mejorar la Calidad de Vida de los Productores Hortícolas de la Región Caribe”*, el cual se inscribió ante el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. En un primer proyecto, titulado *“Selección de Cultivares Competitivos de Berenjena para los Mercados Nacionales y de Exportación, con Adaptación a las Condiciones del Caribe Colombiano”* y adscrito a este programa, se adelantó por parte de investigadores de CORPOICA y la Universidad de Córdoba la caracterización de los productores y comercializadores de berenjena en la Región Caribe; se realizó la recolección, estudio y caracterización de los genotipos utilizados por sus campesinos; y se seleccionaron los genotipos de mejor productividad y calidad de fruto, las densidades de población, la conservación del fruto de la berenjena y los retornos económicos de la inversión en investigación.

Igualmente, después de superar las pruebas regionales de rendimiento y adaptabilidad, se seleccionaron dos genotipos para multiplicar y entregar la semilla a los productores: C015 y C029. Estos genotipos fueron escogidos por presentar los mejores atributos de calidad de fruto para el mercado y presentar rendimientos de campo superiores a las 30 ton/ha en las zonas productoras de los departamentos de Córdoba, Sucre, Atlántico y Magdalena. Los materiales no han sufrido procesos de transformación o mejoramiento genético en este proyecto; por tanto, pertenecen a los agricultores que los han conservado durante años, preservando las características de sus ancestros árabes, su productividad y la calidad de sus frutos.



Como resultado de dicho proyecto, se presenta en esta cartilla un resumen de los principales resultados obtenidos en las investigaciones adelantadas durante tres años, en donde –a instancias del Ministerio de Agricultura y el Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola– por primera vez se propicia la experiencia de adelantar investigaciones mediante la constitución de alianzas con el sector productivo; en este caso representado por la Asociación Agroecológica de Productores, Transformadores y Comercializadores de Hortalizas del Sinú (HORTISINÚ).



# INTRODUCCIÓN



La berenjena es una hortaliza que ingresó a Colombia con la migración de los árabes en el siglo pasado y que ha ido adquiriendo importancia económica y social, especialmente en la Región Caribe, donde se cultivan anualmente alrededor de 173 hectáreas. A través de los años esta hortaliza se ha incorporado poco a poco en la dieta alimenticia de los habitantes de dicha región, en donde los pobladores le confieren, además, efectos benéficos sobre la salud. Con los frutos cosechados de las plantas de berenjena se preparan allí una gran variedad de platos, muchos de los cuales conservan aún las recetas de origen árabe.

Con el fin de sentar las bases para el inicio de un programa de mejoramiento genético de esta especie, se adelantó durante un periodo de tres años el proyecto **“Selección de Cultivares Competitivos de Berenjena para los Mercados Nacionales y de Exportación, con Adaptación a las Condiciones del Caribe Colombiano”**, el cual tuvo como objetivo seleccionar nuevos cultivares de berenjena con características deseables para el mercado nacional e internacional con adaptación a las zonas agroecológicas de la Región Caribe colombiana.

Fueron objetivos específicos de este proyecto los siguientes:

- **Objetivo específico 1:** Seleccionar genotipos de berenjena con estabilidad agronómica para mejorar la producción en diferentes ambientes de la región.
- **Objetivo específico 2:** Zonificar los cultivares de acuerdo a su comportamiento en las áreas productoras.
- **Objetivo específico 3:** Determinar la densidad óptima de población de acuerdo al cultivar de mejor comportamiento en las áreas productoras.
- **Objetivo específico 4:** Producir y entregar semillas de los cultivares seleccionados en cada región.
- **Objetivo específico 5:** Determinar las mejores condiciones de empaque y almacenamiento para el aumento de la vida útil de la berenjena en fresco.
- **Objetivo específico 6:** Determinar retornos económicos y financieros de los resultados del proyecto.



Es así como en esta cartilla se presentan los resultados obtenidos en cada uno de los objetivos mencionados, desde la caracterización de los productores y comercializadores de la fruta en la región, hasta la colecta, caracterización y selección participativa de los mejores genotipos y su entrega final a los agricultores de la Región Caribe.

Participaron en este proyecto investigadores de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria y la Universidad de Córdoba, con el apoyo de la Asociación Agroecológica de Productores, Transformadores y Comercializadores de Hortalizas del Sinú (HORTISINÚ), la Gobernación del departamento de Sucre, la Gobernación del departamento de Córdoba; y la financiación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la Asociación Hortifrutícola de Colombia, administradora del Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola.



# OBJETIVO ESPECÍFICO 1:

## Seleccionar genotipos de berenjena con estabilidad agronómica para mejorar la producción en diferentes ambientes de la región



### CARACTERIZACIÓN DE PRODUCTORES DE BERENJENA

Teniendo en cuenta la experiencia y conocimiento de la empresa del sector productivo socia de la alianza (HORTISINÚ), y la información disponible en la Mesa Hortofrutícola de Córdoba, a través de encuestas se determinó que los agricultores que siembran berenjena en la Costa Caribe colombiana se encuentran dispersos en los departamentos de Córdoba, Sucre, Magdalena y Atlántico; siendo Córdoba y Sucre los departamentos que concentran la mayor producción y número de productores. En estos dos departamentos se han identificado al menos nueve municipios con áreas importantes de producción, con relevancia de Cereté, Montería y San Carlos en el departamento de Córdoba; y Corozal, Morroa y Sampedra en el departamento de Sucre.

Con el fin de obtener un mayor conocimiento del manejo del sistema productivo, así como de las características sociales, económicas y tecnológicas de los productores, se realizó igualmente a través de encuestas la caracterización de los productores de berenjena en los dos departamentos de mayor producción: Córdoba y Sucre. Para la aplicación de las encuestas se hicieron entrevistas individuales y a grupos de agricultores en sus fincas o parcelas. Una vez analizados los datos, se obtuvo la siguiente información:

Las áreas dedicadas al cultivo de berenjena en estos dos departamentos son en general muy pequeñas (oscilan entre los 1.000 y 5.000 m<sup>2</sup>); estableciéndose el cultivo en parcelas muy pequeñas, huertas y patios de las casas, cerca a fuentes de agua para riego. En el departamento de Córdoba, por ejemplo, el área aproximada de una parcela dedicada a la producción de berenjena tiene 2,9 hectáreas en promedio, de las cuales se dedican al cultivo de la berenjena 0,38 hectáreas. El resto del área



lo disponen a la siembra de otros cultivos como maíz, algodón, yuca, frutales y otras hortalizas como habichuela, ají, pepino y tomate, entre otros (Figura 1).

Los genotipos utilizados por los agricultores para la siembra de berenjena son los mismos que originalmente llegaron con los inmigrantes árabes y que han sido conservados y multiplicados por años por los productores. Existen tantos genotipos como productores hay, con distintos colores, formas y tamaño de fruto, los cuales reciben distintos nombres y clasificaciones. Anualmente los agricultores seleccionan algunos frutos en las plantas más destacadas en su cultivo, por su producción, tamaño y color del fruto, y de allí obtienen la semilla para el siguiente año, conservando de esta forma la variedad original. Los colores de fruto preferidos para el mercado son el lila, morado y el negro, y la producción tiene como destino los mercados de Montería, Sincelejo, Cartagena y Barranquilla. Aunque existen otros colores y formas de fruto, el mercado prefiere estos tres colores y las formas alargadas u ovaladas.



**Figura 1.** Parcela típica de producción de berenjena en Cereté, departamento de Córdoba.

Los agricultores de berenjena son en general propietarios de la tierra; muy pocos la cultivan en tierras arrendadas. La principal razón por la que se dedican a este cultivo es la generación de recursos semanales para su subsistencia y la de su familia, pues la berenjena les brinda la posibilidad de obtener ingresos semanales perma-

nentes durante un periodo de nueve meses. La mayor parte de los agricultores llevan entre 1 y 10 años dedicados a este cultivo, aunque se encuentran agricultores con más de 30 años de tradición en el mismo. La administración de los cultivos es realizada por el propio agricultor, y muchas de las labores de campo son realizadas por él y su familia.

Las principales labores de cultivo son las siguientes:

- **Siembra:** las siembras de berenjena en el departamento de Córdoba se realizan tanto en el primer como en el segundo semestre del año, en tanto que en el departamento de Sucre se realizan preferencialmente en el primer semestre del año. Las siembras del primer semestre se realizan al inicio de la temporada de lluvias, en los meses de abril y mayo; mientras que las siembras del segundo semestre se realizan en los meses de septiembre y octubre.
- **Genotipos:** la semilla utilizada para la siembra de berenjena es obtenida de cultivos anteriores propios o de los vecinos. No es tradición en este cultivo el uso de semilla certificada, aunque se encuentran genotipos importados en tiendas agropecuarias de la región. En cuanto a los genotipos, se usa una gran variedad de genotipos con diversas denominaciones, que en general se refieren al color del fruto. Se mencionan entre ellos el Lila, Lila color carne, Lila larga, Lila criolla, Lila morada larga, Lila morada, Lila clara, Lila oscura, Lila caballuna grande, Violeta, Morada, Morada lila, Morada lila larga, Morada lila gruesa, Negra y Negra linda, etc.
- **Semilleros:** para la siembra de la berenjena se preparan semilleros, los cuales son contruidos en forma artesanal con materiales que se encuentran en los alrededores de la parcela y que son establecidos en un área cercana a su vivienda y sin ningún tipo de desinfección del medio de cultivo. La semilla utilizada para esta siembra no es certificada, y en general proviene de los cultivos anteriores, por lo tanto la transmisión de enfermedades por este medio es bastante frecuente. En el semillero, la semilla germina en un periodo de cinco días y la plántula permanece por espacio de 45 días para posteriormente trasplantarse al sitio definitivo, cuando ésta tiene una altura aproximada de entre 10 y 20 cm.
- **Distancias de siembra:** para la siembra del cultivo de berenjena en el sitio definitivo, los agricultores utilizan distancias de siembra variables que van desde los 0,9 hasta los 2 metros de distancia entre surcos y desde 0,5 hasta 2 metros de distancia entre plantas. Esto arroja una población muy variable, que va desde las 2.500 hasta las 10.000 plantas por hectárea. En general, para referirse a las áreas de siembra los agricultores no mencionan su tamaño en hectáreas o metros cuadrados, sino el número de plantas que poseen.
- **Problemas fitosanitarios:** los principales problemas fitosanitarios en el cultivo de berenjena son las enfermedades, especialmente las pudriciones radicales y el marchitamiento causado por *Fusarium*, que causan una pérdida gradual de la población establecida. Las enfermedades en su conjunto son la principal limitante y causa de la deserción y/o desmotivación para la siembra o ampliación del área del cultivo de berenjena. Otros problemas fitosanitarios son: la mosca blanca



(*Bemisia tabaci*), araña roja (*Tetranychus urticae*), chinche de encaje (*Corythaica cyathicollis*); pulgones, áfidos, hormigas y conchillas, entre otros. Estos artrópodos plaga obligan al uso de productos químicos para su control e incrementan los costos de producción.

- **Control de malezas:** en lo relacionado con el control de malezas, la mayor parte de los agricultores prefieren la realización de labores manuales de deshierbe. La deshierba se hace con machete, a ras de suelo, acumulando los residuos vegetales alrededor de la planta de berenjena. Una menor proporción de agricultores usan productos químicos en combinación con las labores manuales. En este caso, los productos utilizados son a base de glifosato y paraquat, en dosis de 100 a 250 mL/bomba.
- **Riego:** la mayoría de agricultores utilizan el riego suplementario, obteniendo el agua de los caños circundantes, canales de riego, ríos o riachuelos vecinos, pozos y represas. La disponibilidad de agua es el principal factor en la localización de los cultivos de berenjena. El sistema de riego más común en Córdoba es el riego por aspersión, mientras que en Sucre es el riego por gravedad. El equipo de riego de los agricultores está conformado por una electrobomba conectada a mangueras negras que distribuyen el agua hacia los surtidores.
- **Cosecha:** la cosecha de la berenjena se inicia entre los 60 y los 65 días del trasplante; los frutos se cosechan inmaduros (sin semilla viable), manualmente, en tarros o recipientes plásticos que probablemente vienen de agroquímicos, y son apilados en el suelo, bajo la sombra, donde una persona los clasifica por color en tres categorías: primera, segunda y desecho. Los frutos de primera categoría son los más grandes y los que alcanzan el mayor precio en el mercado. En el primer semestre del año, la mayor parte de la berenjena es cosechada en el mes de julio (34%), mientras que en el segundo semestre la mayor parte es cosechada en el mes de noviembre (23%). Las berenjenas cosechadas son empacadas para su comercialización en sacos de fique, sacos paperos, cebolleros o costales sintéticos. El proveedor del empaque es el intermediario o comerciante, quien semanalmente trae los sacos hasta la parcela para que el agricultor se encargue de la clasificación y empaque de los frutos. Cada saco contiene aproximadamente 50 kg de berenjena fresca (Figura 2).
- **Periodo productivo:** el cultivo de berenjena permanece en producción por un periodo promedio de nueve meses y medio (9,5 meses), en el que los agricultores realizan cosechas semanales, manteniendo unos ingresos económicos estables para el sostenimiento de sus familias.
- **Rendimientos:** a través de la encuesta fue imposible indagar por los rendimientos o producción por hectárea del cultivo de berenjena, pues los agricultores no llevan registros de la producción semanal, lo cual –sumado a la siembra de áreas muy pequeñas– les hace imposible determinar los rendimientos por hectárea. Coloquialmente se habla de producciones entre 10 y 20 ton/ha (200-400 bultos por hectárea).
- **Costos de producción:** al igual que en el caso anterior, también se encontró que los agricultores no llevan registros de los costos de producción. Según el criterio de los agricultores, el rubro más alto del cultivo está representado por los insumos quími-



**Figura 2.** Cosecha de berenjena en la Región Caribe y clasificación por categorías.

cos, principalmente por los insecticidas utilizados para el control de insectos plagas y en segundo término por la mano de obra utilizada para la realización de las diferentes labores requeridas por el cultivo. Con respecto a la financiación del cultivo de berenjena, la mayor parte de los productores sufragan los costos del cultivo con recursos propios y poco recurren a créditos bancarios o gremiales.

- **Ingresos:** con relación a los ingresos que deja el cultivo de la berenjena, la mayor proporción de agricultores manifiestan no saber cuáles son los ingresos que les deja el cultivo, ya que no llevan registros de las ventas semanales ni de los costos de producción. En un ejercicio llevado a cabo con un pequeño grupo de agricultores se pudo establecer que los ingresos brutos ascienden a la suma de \$12.383.801.00/ha/año. El precio de venta de un bulto en finca oscila entre \$15.000.00 y \$30.000.00.
- **Calidad del fruto:** con relación a aspectos concernientes con la calidad del producto para el mercado, los agricultores consideran que las características más importantes para un mercadeo adecuado de la berenjena son el color, la forma y el tamaño de los frutos. En cuanto a la forma del fruto, el mayor volumen del mercado de la Región Caribe prefiere las berenjenas grandes y largas, mientras que una menor proporción –en especial con destino a supermercados– prefiere las berenjenas medianas y de forma cilíndrica; con respecto al color del fruto, la mayor aceptación en el mercado es para frutos de color morado y en menor proporción para frutos de color negro; en relación al tamaño, la mayor preferencia del mercado es para berenjenas grandes.



## CARACTERIZACIÓN DE COMERCIALIZADORES

En los dos departamentos existe un grupo de personas, no agricultores, que se dedican exclusivamente a la comercialización de la berenjena y otros productos hortícolas, a manera de intermediarios. Además de la berenjena, otros productos que estas personas comercializan son habichuela, ají, col, pepino, calabaza, tomate y cebolla criolla; también comercializan tubérculos como ñame, yuca, y frutas como papaya, guayaba, níspero y maracuyá, principalmente. Estos comercializadores visitan los predios y realizan acuerdos semanales de comercialización con los agricultores. En el caso de la berenjena, la mayor parte de los agricultores en el departamento de Córdoba prefieren realizar su comercialización en los mismos lotes donde se tienen establecidos los cultivos; muy pocos se atreven a transportar y comercializar los frutos en las plazas de mercado cercanas o los centros de acopio, y aún menos en los supermercados. En el departamento de Sucre, por el contrario, el agricultor comercializa la berenjena en los mercados de los municipios cercanos. Los principales centros de consumo o comercialización son los mercados de las ciudades de Montería, Sincelejo, Cartagena, Barranquilla y Cereté.

La compra de la berenjena a los productores se realiza durante casi toda la semana, excepto el día miércoles. El transporte de la berenjena desde los predios a los centros de mercadeo mayorista se realiza en camioneta, a cargo del comercializador, para lo cual cada agricultor debe sacar desde su parcela los bultos y dejarlos en un punto de fácil acceso (Figura 3). En muchos casos, el mal estado de las vías a los predios dificulta el transporte de la cosecha hasta el sitio donde lo colecta la camioneta. El agricultor es responsable de pagar el transporte de los bultos hasta un sitio accesible, cuyo valor oscila entre \$2.000.00 a \$3.000.00 por bulto.



**Figura 3.** Transporte de la berenjena empacada en sacos a los centros de mercadeo mayorista.

El precio de la berenjena es variable a través del año, fluctúa de semana en semana y de mes a mes, ya que depende de los volúmenes de oferta y demanda. En general, los productores consideran que el precio en los primeros meses del año es más alto que en el resto de él, especialmente en el mes de marzo, en el cual alcanzan a recibir la suma de \$30.000.00 por un bulto de berenjena. En el segundo semestre del año los precios bajan considerablemente, especialmente en el mes de agosto, con la salida al mercado del producto del primer semestre y donde el invierno afecta la calidad del fruto por el ataque de patógenos; en este mes el precio más alto de la berenjena, según los agricultores, es de \$15.000.00.

Una vez los frutos se encuentran en manos de los comercializadores, se transportan al sitio de acopio y su venta se realiza aproximadamente dos días después. Sin embargo, los comercializadores indican que un bulto de berenjena puede ser guardado en bodega sin que se deteriore hasta por cuatro días, y que muy poco se utilizan sistemas de refrigeración para conservarla. Los bultos de berenjena son vendidos principalmente a intermediarios minoristas, al menudeo en el mercado, a las tiendas de los diferentes barrios, a intermediarios mayoristas y en una muy baja proporción a los supermercados.

Las características más importantes que debe reunir la berenjena para su comercialización, según el criterio de los comercializadores son: la presentación (es decir, frutos con mínimos daños físicos, color uniforme y brillante); tamaño largo y grande; color lila, negro o morado; que se encuentren en estado biche o inmaduro; forma alargada; sin pedúnculo y con una adecuada clasificación por color y tamaño. Así pues, los genotipos que más se comercializan son, en su orden: Lila, Negra, Morada, Color carne, Pompa y Cacho de chivo. Las características de los frutos que prefieren los consumidores son frutos largos, morados o lila, de tamaño grande a mediano.

En promedio los gastos de comercialización por bulto son los siguientes: saco \$1.500.00, bazuco \$733.00, empackado \$1.438.00, transporte interno \$1.720.00, cargue \$500.00, descargue \$500.00 y transporte hacia el mercado \$ 2.000.00, para un promedio total de \$8.391.00. Los comercializadores manifiestan obtener el dinero para el negocio de la comercialización de paga diarios y/o con la venta del mismo producto, ya que la berenjena se paga al día siguiente de la compra a los agricultores; otros utilizan sus propios recursos y préstamos de un amigo o familiar. La rentabilidad de la comercialización de la berenjena en promedio es del 6,6%, en donde el bulto se compra al productor a un precio promedio de \$18.050.00 y se vende o comercializa a \$28.200.00, con unos gastos de comercialización de \$8.400.00, dejando una utilidad promedio de \$1.750.00.

Los comercializadores afirman que inicialmente se involucraron en la comercialización de la berenjena debido a las pocas oportunidades de empleo que existen en otras áreas de trabajo. No obstante, la comercialización se ha convertido en una activi-



dad permanente para ellos, resultando en una fuente de trabajo e ingresos estables. Dicen que la comercialización de la berenjena y otros productos hortícolas se aprende fácilmente, ya que son productos de fácil negociación por la buena demanda y aceptación de los mismos por parte de los consumidores. Añaden que la ventaja de la actividad de comercialización de productos hortícolas es que es una actividad segura, con ingresos diarios todo el año, pocos riesgos y alta rentabilidad; además, los que comercian tienen en promedio 20 años de experiencia dedicados a la venta de la berenjena.

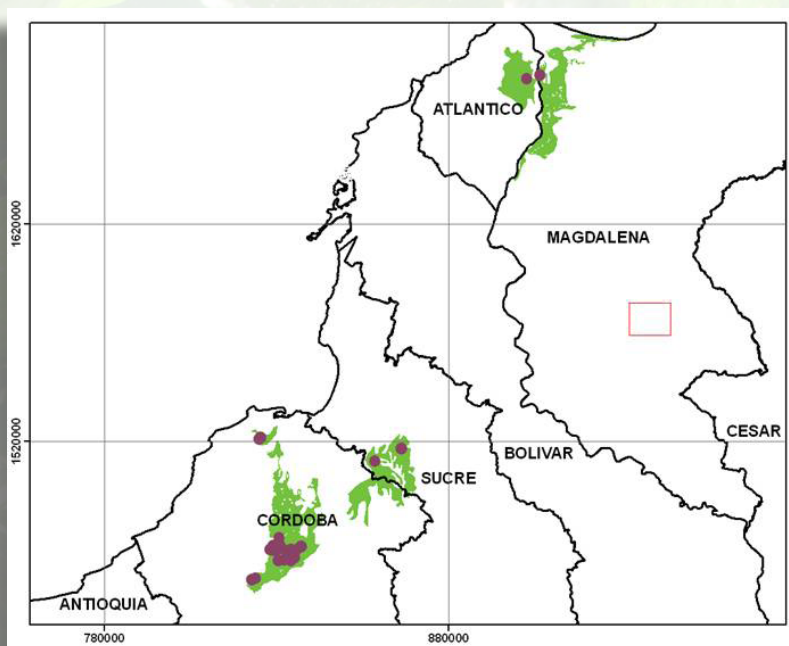
Por otro lado, los comercializadores de berenjena afirman que los principales problemas que enfrentan en la comercialización de la fruta son:

- **LLUVIA (30%).** Es el principal problema en la comercialización de la berenjena, ya que esta influye sobre el transporte y la cantidad de clientes potenciales en los mercados.
- **TRANSPORTE (23%).** Sus altos costos disminuyen sus márgenes de ganancias.
- **LLEGADA TARDE (15%).** Afecta considerablemente la venta del día, hasta perder toda la inversión.
- **CALIDAD DEL PRODUCTO (15%).** Lo que se da cuando es engañado por los agricultores u otros intermediarios que lo proveen con berenjena de diferentes calidades (mezcla de calidades).
- **SOBREFERTA (11%).** La abundancia de berenjena en las plazas de mercado provoca bajas en los precios que muchas veces les ocasionan pérdidas económicas.
- **OTRAS (6%).** Hacen referencia a la misma competencia de comercializadores (2%), escasez del producto (2%) y el deterioro de las vías de acceso (2%) para comprar la berenjena en los lotes donde están establecidos los cultivos.

## CONFORMACIÓN DE UN BANCO DE GERMOPLASMA DE BERENJENA

En berenjena, a diferencia de otros cultivos, no existía en el país un banco de germoplasma que pudiese servir de apoyo a programas de investigación, en especial a áreas como el fitomejoramiento. De ahí que, con la participación de los agricultores adscritos a HORTISINÚ, se efectuó en la Región Caribe una colecta de los genotipos de berenjena utilizados por los productores. Para ello, se realizaron al menos dos visitas a cada una de las fincas o parcelas productoras de berenjena en cuatro departamentos de la Región Caribe, y en cada una de ellas se marcaron plantas y se colectaron los frutos de los genotipos de berenjena. Las fincas donde se realizaron las colectas fueron geoposicionadas, lo que permitió la elaboración de mapas digitales de las zonas productoras de berenjena en la Región Caribe (Figura 4).

En total se colectaron 64 genotipos, de los cuales se obtuvieron 54 en el departamento de Córdoba, seis en el departamento de Sucre, dos en el departamento del



**Figura 4.** Zonas productoras de berenjena en la Región Caribe.

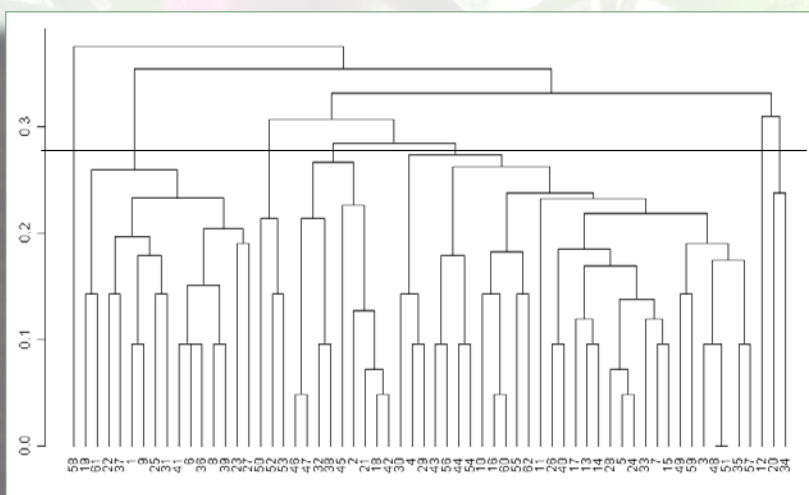
Atlántico y dos en el departamento del Magdalena. Estos genotipos entraron a formar parte del banco de germoplasma de berenjena para Colombia; semilla pura de ellos es conservada en los cuartos fríos de la Universidad de Córdoba y CORPOICA, en el C.I. Turipaná, bajo condiciones controladas. Para complementar el banco con genotipos producidos en otros países, adicionalmente se obtuvieron 19 introducciones de genotipos de Brasil, Taiwán, Japón, Estados Unidos y algunas casas comerciales que operan en Colombia.

Los genotipos colectados e introducidos fueron sembrados en el Centro de Investigaciones Turipaná, localizado en el municipio de Cereté, en el departamento de Córdoba (Figura 5). Durante un periodo de ocho meses se determinaron las características genéticas más importantes de cada material, tales como color del cotiledón, color del hipocótilo, hábito de crecimiento de la planta, color de la flor, presencia de espinas y vellos foliares, forma de las hojas, color, largo, ancho y forma del fruto, entre otras. Estas características genéticas sirvieron para mostrar la gran variabilidad que existe en los genotipos criollos usados por nuestros agricultores, encontrando frutos grandes, medianos y pequeños; largos, ovalados y redondos; de colores diversos, verdes, blancos, morados y negros; y con diferentes hábitos de crecimiento. La variabilidad permitió la clasificación o agrupamiento de los materiales, identificándose la presencia en el banco de siete grupos o familias genéticas a los cuales pertenecen los genotipos colectados (Figura 6).





**Figura 5.** Banco de germoplasma de genotipos criollos de berenjena sembrados en el C.I. Turipaná para su caracterización morfoagronómica.



**Figura 6.** Dendrograma que muestra las siete familias genéticas que conforman el banco de germoplasma de berenjena de la Región Caribe.

Cada familia tiene una característica divergente que la distingue del resto de familias, así: el primer grupo o familia está conformado por un (1) genotipo que tiene como característica divergente la producción de cuatro flores por inflorescencia; la segunda familia está integrada por 15 genotipos con frutos largos de textura rugosa; la tercera familia está compuesta por tres (3) genotipos con hipocótilo de color violeta, presencia de tres flores por inflorescencia y frutos de color lila y textura suave; la cuarta familia está integrada por nueve (9) genotipos con hipocótilo de color verde.

La quinta familia es la más numerosa, y está conformada por 31 genotipos con frutos de color lila y textura suave; la sexta familia está conformada por un (1) genotipo que se caracteriza por tener hipocótilo de color verde, cuatro flores por inflorescencia y frutos de color blanco; y la séptima familia está conformada por dos (2) genotipos con cuatro flores por inflorescencia y frutos largos de color morado.

La importancia de este banco para el país es que a partir de él se puede iniciar un programa de mejoramiento genético, con cruzamientos entre genotipos de familias distantes genéticamente, que propicien la generación de variabilidad entre sus descendientes para obtener nuevas variedades, más productivas y de mejor calidad de fruto. Debido a que el banco se conserva bajo condiciones controladas, éste sirve además para preservar los genotipos para el uso de las futuras generaciones, asegurando la conservación y variabilidad de la especie.

## SELECCIÓN PARTICIPATIVA DE GENOTIPOS DE BERENJENA

En la selección de nuevos genotipos destinados a la siembra y el consumo, es importante contar con los criterios de los productores, comercializadores y consumidores para seleccionar no solo aquellos que presenten los mejores atributos agronómicos y de producción, sino también de calidad y aptitud para el mercado, pues muchas veces el criterio de los investigadores se concentra en aspectos enteramente productivos, descuidando otros aspectos de importancia para el productor y consumidor final. Por lo anterior, el primer paso para iniciar la selección participativa de los genotipos de berenjena fue definir los criterios o características más importantes para la calificación de los genotipos colectados.

En línea con ello, se realizaron tres talleres en las localidades de Sevilla, Sampués y Cereté, en los cuales se definieron las características de mayor importancia para la selección de los cultivares de berenjena: color del fruto, altura de la planta, tamaño del fruto, tamaño de la hoja, grosor del tallo, resistencia a plagas, forma del fruto, ramificación, pubescencia, hábito de crecimiento, vigor, resistencia al volcamiento, presencia de espinas en el fruto y producción. De cada una de estas características se realizó una categorización para utilizarla en la calificación de los genotipos que conforman el banco de germoplasma de berenjena, y según esta categorización los frutos preferidos para el mercado deben ser ovoides, de color morado oscuro a lila, de aproximadamente 20 a 35 cm de largo y 10 a 15 cm de ancho. Igualmente, se prefieren plantas de entre 1,0 y 1,8 m de altura, con hojas de 25 a 30 cm, tallos gruesos y con características de resistentes a plagas (Tabla 1).

Teniendo en cuenta los anteriores criterios de selección, se procedió a realizar talleres en campo para calificar el banco de germoplasma, a fin de que los productores, comercializadores y técnicos agropecuarios seleccionaran los genotipos con los mejores atributos para el mercado (Figura 7). En consecuencia, las calificaciones



obtenidas por cada uno de los genotipos del banco de germoplasma sirvieron para agrupar por orden de preferencia de los agricultores y seleccionar aquellos con el mayor número de calificaciones positivas. En total, se seleccionaron ocho genotipos criollos y dos genotipos introducidos por reunir el mayor número de calificaciones positivas de acuerdo a la preferencia de agricultores, comercializadores y técnicos agropecuarios (Tabla 2).

**Tabla 1.** Categorías de las principales características priorizadas para la selección de cultivares de berenjena.

Orden de Importancia	Característica	Categoría	Rango y/o magnitud
1	Color	Bueno	Morado; Lila
		Regular	Negro
		Malo	Blanco; Verde
2	Altura de planta (m)	Bueno	1,0 – 1,8
		Regular	0,7 – 1,0
		Malo	> 1,8; < 0,7
3	Tamaño del fruto (cm)	Bueno	20 – 35 cm
		Regular	15 – 20 cm
		Malo	< 15 cm
4	Tamaño de la hoja (cm)	Bueno	25 – 30 cm
		Regular	20 – 25 cm
		Malo	< 20 cm
5	Grosor del tallo (cm)	Bueno	5,0 – 10,0 cm
		Regular	3,0 – 4,9 cm
		Malo	< 3 cm
6	Resistencia a plagas	Con resistencia	100%
		Sin resistencia	0%
7	Forma del fruto	Bueno	Ovoide
		Regular	Redondo
		Malo	Largo
8	Ancho del fruto (cm)	Bueno	10 – 15 cm
		Regular	7 – 9 cm
		Malo	< 7 cm



**Figura 7.** Taller de selección participativa de genotipos de berenjena en el banco de germoplasma en la Región Caribe.

**Tabla 2.** Genotipos de berenjena con el mayor número de calificaciones positivas de acuerdo al criterio de agricultores, comercializadores y técnicos agropecuarios.

GENOTIPO	LUGAR DE COLECCIÓN	COLOR DEL FRUTO
C010	La Doctrina, Lórica	Morado
C022	Los Venados, Cereté	Lila
C030	El Tajo, San Carlos	Negro
C029	El Tajo, San Carlos	Morado
M003	Sitio Nuevo, Carmona, Magdalena	Morado
S006	El Guaimaro, Sampués, Sucre	Lila
C015	Retiro de los Indios, Cereté	Lila
C036	Los Venados, Cereté	Negro
CC01	FERCON™	Negro
CC03	IMPULSEMILLAS™	Negro



## OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Zonificar los cultivares de acuerdo a su comportamiento en las áreas productoras

# 4.

### PRUEBAS REGIONALES DE RENDIMIENTO

Los 10 genotipos de berenjena con el mayor número de calificaciones positivas fueron utilizados para evaluar su comportamiento bajo condiciones de producción en los departamentos de Córdoba, Sucre y Magdalena. Para ello se sembraron pruebas regionales de rendimiento con un diseño experimental de bloques completos al azar con 10 tratamientos, correspondientes a los 10 genotipos y con cuatro repeticiones.

El análisis estadístico realizado a las variables fenológicas indicó que no hubo diferencias significativas para la interacción genotipo\*ambiente ( $P>0,4$ ), señalando que el comportamiento de los genotipos de berenjena fue similar en las tres localidades incluidas en el ensayo, por lo cual el comportamiento promedio de los genotipos en las tres localidades es usado como referencia. Con relación a la floración e inicio de la cosecha, se observó una mayor precocidad en los materiales genéticos importados (CC01 y CC03), que desarrolla sus primeras flores a los 43,00 y 37,00 días, y sus primeros frutos a los 61,17 y 48,25 días, respectivamente. Entre los materiales criollos, el material más precoz es el C029, con 44,83 días a floración y 61,33 días a primer pase de cosecha (Tabla 3).

Con relación a la calidad de los frutos, los materiales con el mayor número de frutos de primera categoría fueron el C022 y el C029, con 18,43 y 16,55 frutos por planta, respectivamente. El genotipo con el menor número de frutos de segunda categoría fue el C036, con 2,4 frutos por planta. Con relación a los rendimientos de campo tampoco se presentó interacción significativa genotipo\*ambiente, observándose mayores rendimientos en la localidad de Cereté (Córdoba), con 42 ton/ha en promedio, seguido por Sevilla (Magdalena) con 34 ton/ha y Sampedra (Sucre) con 31 ton/ha (Tabla 4). Sobresalen por su rendimiento los genotipos C029, C015, C022, C030 y C010, los cuales presentan los rendimientos más altos en las tres localidades. Los genotipos importados CC01 y CC03 presentan en el grupo los rendimientos más bajos,

**Tabla 3.** Características fenológicas y producción de frutos de 10 genotipos de berenjena en pruebas regionales de rendimiento en tres localidades del Caribe colombiano.

Genotipo	Días a floración*	Días a primer pase de cosecha*	Frutos de primera categoría por planta	Frutos de segunda categoría por planta	Frutos totales por planta
C029	44,83 bc	61,33 ab	16,55 ab	3,65 cde	20,20 bc
C015	49,50 ab	67,08 a	13,91 bcd	3,34 cde	17,26 dc
C022	47,50 abc	62,08 ab	18,43 a	3,13 cde	21,55 ab
C030	45,33 bc	62,67 ab	14,49 bc	2,95 de	17,43 dc
C010	47,00 bc	61,83 ab	14,53 bc	6,65 b	21,17 ab
C036	45,83 bc	63,17 ab	12,78 cd	2,35 e	15,12dc
S006	49,08 ab	63,25 ab	12,85 cd	5,01 cb	17,86 dc
M003	51,67 a	65,75 ab	13,43 cd	3,94 cde	17,38 dc
CC01	43,00 c	61,17 b	11,37 d	12,19 a	23,57 a
CC03	37,00 d	48,25 c	5,53 e	4,80 dc	10,33 e
Media	46,39	62,02	13,66	4,80	18,46
CV%	11,51	11,18	23,11	42,76	19,06
D. Stdr.	5,34	6,93	3,16	2,05	3,52

\* Corresponde a días después de trasplante, promedio de cuatro repeticiones y tres localidades. Promedios con la misma letra dentro de la misma columna son estadísticamente similares a un nivel de significancia del 5%.

**Tabla 4.** Rendimiento promedio de 10 cultivares de berenjena en pruebas regionales de rendimiento en tres localidades de la Región Caribe.

Genotipo	Rendimiento por localidad kg/ha			Rendimiento promedio kg/ha
	Sampué, Sucre	Sevilla, Magdalena	Cereté, Córdoba	
C029	41.784 a	40.841 a	46.898 ab	43.174 a
C015	27.748 bc	35.700 a	53.738 a	39.062 ab
C022	36.839 ab	37.521 a	38.532 ab	37.631 ab
C030	31.331 bc	39.095 a	41.982 ab	37.469 ab
C010	30.947 bc	33.678 a	44.420 ab	36.348 ab
C036	31.912 bc	35.344 a	38.599 ab	35.284 b
S006	31.126 bc	36.242 a	34.774 b	34.047 b
M003	27.407 bc	38.558 a	35.592 b	33.852 b
CC01	25.145 c	29.250 ab	43.667 ab	32.687 b
CC03	26.488 c	18.956 c	--	22.184 c
Media	31.189,97	34.518,25	42.022,19	35.738,54
CV%	18,03629	21,17905	23,99162	21,87327
D. Stdr.	5625,515	7310,637	10081,81	7817,188

\*Promedio de cuatro repeticiones. Rendimientos calculados con base en 15 cosechas. Promedios con la misma letra dentro de la misma columna son estadísticamente similares a un nivel de significancia del 5%.



con 32,6 y 22,1 ton/ha respectivamente, con frutos considerados por los productores muy pequeños para el mercado de la Costa Caribe. Con base en estos criterios, estos dos genotipos fueron descartados para las siguientes pruebas, siendo seleccionados los restantes ocho genotipos criollos.

## PRUEBAS DE EVALUACIÓN AGRONÓMICA (PEA)

Los mejores ocho (8) genotipos de la prueba anterior fueron utilizados para la realización de pruebas de evaluación agronómica (PEA) mediante contrato con la Unidad de Semillas del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Las pruebas de evaluación agronómica (PEA) son un requerimiento del ICA para la liberación al mercado de nuevos genotipos, en cuyo procedimiento experimental se siembran varios genotipos en diferentes localidades en una misma subregión natural para determinar el grado de adaptación de cada uno de ellos, respecto a los genotipos comerciales usados como testigos, utilizando un diseño experimental con repeticiones. En este caso, los ocho (8) genotipos seleccionados para la PEA fueron: C030, C010, C029, C022, S006, C015, M003 y C036. Los experimentos se sembraron en cinco (5) localidades de la Región Caribe, utilizando un diseño experimental de bloques completos al azar, con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. De acuerdo con lo establecido en el artículo 19 de la Resolución 00148 del ICA, se intentó la inclusión de un testigo comercial de la casa FERCON (Cultivar Long Purple®), el cual es un material importado que se distribuye en tiendas agropecuarias de la región, pero esta semilla presentó baja germinación y pobre establecimiento en campo, con pérdida completa de algunas parcelas, por lo cual fue eliminado de los análisis, quedando al final en el experimento solo los ocho genotipos criollos en evaluación. Un aspecto de las pruebas se aprecia en la Figura 8.



Figura 8. Aspecto general de la prueba de evaluación agronómica de 10 genotipos de berenjena en la Región Caribe

Los análisis de varianza efectuados a las variables “días a inicio de floración” y “días a inicio de cosecha” mostraron diferencias estadísticamente significativas a un nivel  $\alpha=5\%$  ( $p<0,05$ ) para el efecto principal “localidades”, mas no para los genotipos ni para la interacción genotipo\*localidad. Esto indica que el comportamiento de los materiales genéticos de berenjena en cuanto a inicio de floración e inicio de cosecha fue similar en todos los ambientes y no se presentaron diferencias entre ellos. Los resultados promedio de los genotipos en las cinco localidades se muestran en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Características fenológicas y producción de frutos de ocho genotipos de berenjena en pruebas de evaluación agronómica en cinco localidades de la Región Caribe.

No.	Localización	Días a floración*	Días a primer pase de cosecha*	Frutos de primera categoría por planta	Frutos de segunda categoría por planta	Frutos totales por planta
1	Córdoba, Cereté, finca 'Tolerancia'	56,43 a	70,00 a	28,24 a	0,98 e	29,12 a
2	Sucre, Sampués, Santa Helena, finca 'Caza de Zinc'	45,28 c	66,40 b	5,12 e	1,78 c	13,30 a
3	Sucre, Sampués, finca 'Veremos', vereda Mateo Pérez	47,87 b	61,59 c	8,16 d	1,47 d	9,61 d
4	Magdalena, Sevilla, Zona Bananera, E.E. Caribia-CORPOICA	40,96 d	62,00 c	13,03 c	2,15 b	17,90 b
5	Atlántico, Sabanalarga, 'La Abundancia'	41,78 d	60,00 d	14,97 b	2,79 a	15,66 c
	Promedio general	46,47	64,00	13,87	1,79	15,83
	CV%	6,97	4,77	23,92	34,06	17,51
	D. Stdr.	3,24	3,05	3,32	0,61	2,77

\* Corresponde a días después de trasplante, promedio de ocho genotipos y cuatro repeticiones. Las letras comparan estadísticamente los promedios de las cinco localidades. Promedios con la misma letra dentro de la misma columna son estadísticamente similares a un nivel de significancia del 5%.

En promedio, el inicio de la floración en los cultivares de berenjena ocurrió a los 46,47 días después del trasplante, con diferencias entre localidades. Según los resultados de estos análisis, el inicio de la floración se produjo primero bajo las condiciones ambientales de la localidad de Sevilla, con 40,96 días, seguida por Sabanalarga, con 41,78 días. En estas dos localidades la floración de la berenjena ocurrió primero que en las restantes localidades de la prueba (Tabla 6). La localidad donde se presentó la floración más tardía fue Cereté, con 56,43 días. Esto puede ser el efecto de las condiciones ambientales de menor precipitación y menor número de días nublados en las localidades ubicadas en lo que se considera como el Caribe Seco (Sevilla y Sabanalarga), en comparación con Cereté, ubicado en el Caribe Húmedo, donde los días



son más nublados y el régimen de precipitación es superior. De igual forma, el inicio de la cosecha en los cultivares de berenjena ocurrió a los 64 días en promedio, con un comportamiento muy similar entre genotipos.

Para el caso de las variables “frutos totales producidos por planta”, “frutos de primera categoría” y “frutos de segunda categoría”, se presentaron interacciones entre los genotipos y las localidades ( $\alpha < 5\%$ ). Esto muestra que la expresión de estas tres variables en los genotipos es afectada por el ambiente en el cual se desarrollan, de tal suerte que su comportamiento se ve afectado por la localidad de siembra. La interpretación de los resultados, en este caso, debe hacerse por localidad.

Cereté es la localidad en la cual los genotipos presentan su mejor expresión productiva, ya que las plantas alcanzan a producir en las 15 cosechas un total de 29,12 frutos por planta, de los cuales son de primera categoría un total de 28,24 y de segunda 0,98 frutos. Con estos indicadores, Cereté representa la zona de mejor comportamiento para la producción de los materiales genéticos. En este caso, los análisis realizados al número de frutos totales, número de frutos de primera categoría y número de frutos de segunda categoría, indican diferencias entre los genotipos solo para los frutos de segunda. Esto quiere decir que todos los materiales incluidos en el ensayo tienen igual potencial de producción de frutos y solamente se diferencian por los frutos producidos de segunda categoría, en donde los materiales M003, C010, S006 y C029 presentan los más altos valores. A su vez, en la localidad de Sevilla no se presentaron diferencias entre los genotipos en cuanto al número de frutos producidos, tanto de primera como de segunda categoría y totales por planta. Los genotipos produjeron similar número de frutos, alcanzando un promedio de 17,9; 13,0 y 2,15 frutos totales, de primera y segunda categoría, respectivamente.

En Sabanalarga el número de frutos producidos fue significativamente superior en los genotipos C022, C015, C030 y C010 con 19,5; 18,3; 16,6; y 15,6 frutos totales por planta, respectivamente. Igualmente, el número de frutos de primera categoría fue superior en estos genotipos, con 18,75; 17,67; 15,55 y 14,87 frutos por planta.

En Sampués no se detectaron diferencias entre genotipos para las variables “frutos de primera categoría” y “total de frutos producidos por planta”. Solo se hallaron diferencias en el número de frutos de segunda categoría, en donde los genotipos S006, C010, C022 y M003 presentaron un mayor número de frutos en dicha categoría.

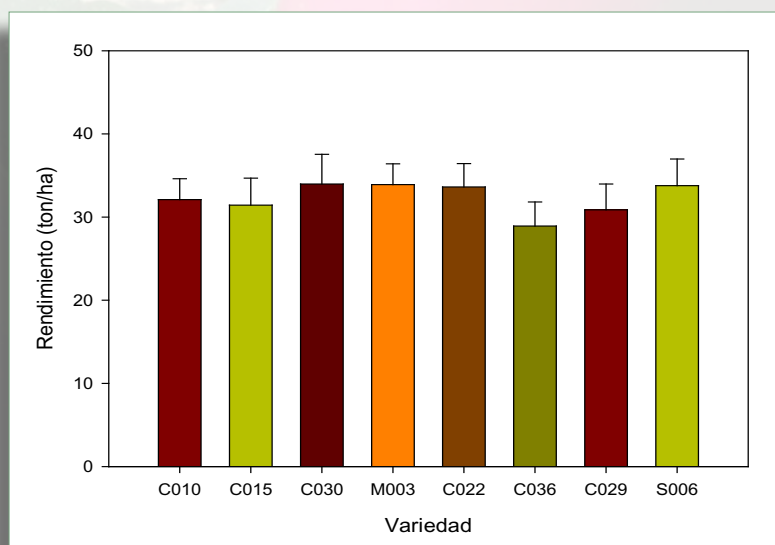
Con relación a los rendimientos de campo, no se presentaron interacciones con los ambientes de siembra. En promedio los rendimientos fueron de 32,32 ton/ha, con una variación de 24,6%, y valores muy similares entre genotipos (Figura 9). Puesto que el descarte de genotipos con base en los rendimientos de campo se hace difícil, se recurrió a la calificación de las características del fruto. Los productores seleccionaron los genotipos C029 y C015 para continuar en las pruebas, por presentar características de fruto ajustadas a los requerimientos del mercado de la berenjena en la Región Caribe. Los genotipos C029 y C015 presentan frutos preferencialmente

de primera categoría, de tamaño grande y formas ovaladas, de superficie suave y lisa, de color morado oscuro el primero y lila el segundo. Estos dos genotipos se seleccionaron para entregar a los agricultores. Con base en estos criterios estos dos genotipos fueron aprobados por el ICA mediante Acta No. 20-10-295 del 23 de julio de 2010.

## ZONIFICACIÓN VARIETAL

Se esperaba una adaptación diferencial de los genotipos en las pruebas regionales de rendimiento y las pruebas de evaluación agronómica, con adaptación específica que permitiera la recomendación de genotipos distintos para cada zona productora en los departamentos de Córdoba, Sucre y Magdalena. Sin embargo, la falta de una interacción genotipo\*ambiente significativa indica que el comportamiento de los genotipos es similar en todos los ambientes. Con base en lo anterior, no puede realizarse una zonificación de los genotipos, pues cualquiera de los ocho materiales evaluados pueden ser igualmente recomendados para cualquiera de las zonas productoras de berenjena de la Región Caribe.

La única zonificación que se logra realizar es la que se refiere a ambientes más favorables para la producción de berenjena, la cual –según estos resultados– identifican a las localidades de Cereté y Sevilla como los mejores ambientes de siembra, con las mejores condiciones para la expresión productiva de los genotipos en campo (ambientes favorables). Los menores rendimientos, sin ser limitantes, se obtuvieron en las localidades de Sabanalarga y Sampedra, indicando que estas son zonas con mayores limitaciones edafoclimáticas para la producción de la berenjena (ambientes menos favorables).



**Figura 9.** Rendimiento promedio de ocho genotipos criollos de berenjena en pruebas de evaluación agronómica en la Región Caribe (promedio de cinco localidades y cuatro repeticiones por localidad). Rendimientos calculados con base en 15 cosechas.



Con base en análisis de estabilidad fenotípica, en donde además de las cinco localidades de la PEA se incluyeron las tres localidades de las pruebas regionales de rendimiento (excluyendo los testigos), se pudo establecer una tendencia que podría derivar una recomendación de carácter general. Los genotipos C010 y C022 presentan una mayor estabilidad a lo largo de las zonas productivas, por lo que se puede recomendar su siembra para todas las zonas productoras de berenjena de la Región Caribe, incluyendo las zonas secas de Sampués y Sabanalarga. Por su parte, los genotipos C029, C015 y C036 parecen acomodarse mejor a ambientes más favorables para el crecimiento de la especie, como es el caso en las localidades de Cereté y Sevilla.

Por las características del fruto, y teniendo en cuenta las preferencias del mercado en la Región Caribe, se seleccionaron los genotipos C015 y C029 para entregar semilla a los agricultores. Las características de estos genotipos son las siguientes:



*Variedad C015*



*Variedad C029*

## Variedad C015

- ❖ Sitio de colecta
  - Departamento de Córdoba
  - Municipio de Cereté
  - Vereda Retiro de los Indios
  - Nuevo Horizonte
  - Nombre común: Lila campana
  - Propietario agricultor: Sergio González
- ❖ Adaptación: zonas productoras en los municipios de Cereté, Sampués, Sevilla y Sabanalarga en los departamentos de Córdoba, Sucre, Magdalena y Atlántico.
- ❖ Distancia de siembra recomendada: arreglos a 1,1x1,1 metros o 1,2x1,2 metros
- ❖ Características del fruto
  - Color: lila
  - Forma: alargado
  - Longitud: 20,0 cm
  - Ancho: 6,72 cm
  - Peso: 293 gramos
  - Contenido de acidez: 1,28%
  - Grados Brix: 5,83%
  - Índice de madurez: 4,81
- ❖ Fenología
  - Inicio de floración: 46,55 días después de trasplante
  - Inicio de cosecha: 62,75 días después de trasplante
  - Periodo de llenado del fruto a cosecha: 16,2 días
- ❖ Rendimiento experimental
  - Cereté: 54,17 ton/ha
  - Sampués: 25,58 ton/ha
  - Sevilla: 35,03 ton/ha
  - Sabanalarga: 19,22 ton/ha
  - Promedio: 31,43 ton/ha



- ❖ Número de frutos de primera categoría en 15 cosechas (fru/pl): 13,34
- ❖ Número de frutos de segunda categoría en 15 cosechas (fru/pl): 1,57
- ❖ Número total de frutos a cosecha 15 cosechas (fru/pl): 15,00





## Variedad C029

- ❖ Sitio de colecta del material
  - Departamento de Córdoba
  - Municipio de San Carlos
  - Vereda El Tajo
  - Nombre común: Morada – negra
  - Propietario agricultor: Carlos Bertel
- ❖ Adaptación: zonas productoras en los municipios de Cereté, Sampedra, Sevilla y Sabanalarga en los departamentos de Córdoba, Sucre, Magdalena y Atlántico.
- ❖ Distancia de siembra recomendada: arreglos a 1,1x1,1 metros o 1,2x1,2 metros.
- ❖ Características del fruto
  - Color: morado oscuro a negro
  - Forma: largo
  - Longitud: 22,3 cm
  - Ancho: 6,50 cm
  - Peso: 307,9 gramos
  - Contenido de acidez: 1,68%
  - Grados Brix: 5,24%
  - Índice de madurez: 3,10
- ❖ Fenología
  - Inicio de floración: 45,9 días después de trasplante
  - Inicio de cosecha: 63,85 días después de trasplante
  - Periodo de llenado del fruto a cosecha: 17,95 días
- ❖ Rendimiento experimental
  - Cereté: 49,70 ton/ha
  - Sampedra: 30,42 ton/ha
  - Sevilla: 37,56 ton/ha
  - Sabanalarga: 18,08 ton/ha
  - Promedio: 31,43 ton/ha
- ❖ Número de frutos de primera categoría en 15 cosechas (fru/pl): 14,90
- ❖ Número de frutos de segunda categoría en 15 cosechas (fru/pl): 1,67
- ❖ Número total de frutos a cosecha 15 cosechas (fru/pl): 15,44

# 5.

## **OBJETIVO ESPECÍFICO 3:** **Determinar la densidad óptima de población de acuerdo al cultivar de mejor comportamiento en las áreas productoras**

### **DENSIDADES DE POBLACIÓN**

Para la evaluación de la densidad óptima de siembra se establecieron ensayos en los departamentos de Córdoba, Sucre y Magdalena con los dos genotipos seleccionados (C029 y C015), utilizando un diseño en parcelas divididas, con cuatro repeticiones, en donde la parcela principal estaba constituida por la densidad de población y las subparcelas por el genotipo. Se evaluaron las densidades o arreglos de siembra 1,1x1,1; 1,2x1,2; y 1,5x1,5 metros de separación entre surcos y entre plantas. Un aspecto de la prueba en la localidad de Sampués se muestra en la Figura 10.



**Figura 10.** Aspecto general de la prueba de densidad de población en dos genotipos de berenjena (C015 y C029) en la localidad de Sampués, Sucre.



En cuanto a la fenología, no se encontraron efectos significativos del arreglo de siembra sobre el inicio de la floración e inicio de la cosecha; tampoco se encontraron efectos debidos a las interacciones entre las densidades evaluadas y los genotipos, y entre estas y las localidades, por lo que puede afirmarse que el inicio de la floración y la cosecha en berenjena no son afectados por las densidades de población usadas en este experimento o su interacción con los genotipos C029 y C015. En promedio, el inicio de la floración ocurrió a los 46,85 días y el inicio de la cosecha a los 69,13 días. El único efecto principal encontrado, al igual que en experimentos previos, fue debido a la localidad o ambiente de siembra (Tabla 6).

El número total de frutos por planta fue una de las variables más afectadas por el arreglo de siembra, sin interacciones significativas con los genotipos o las localidades.

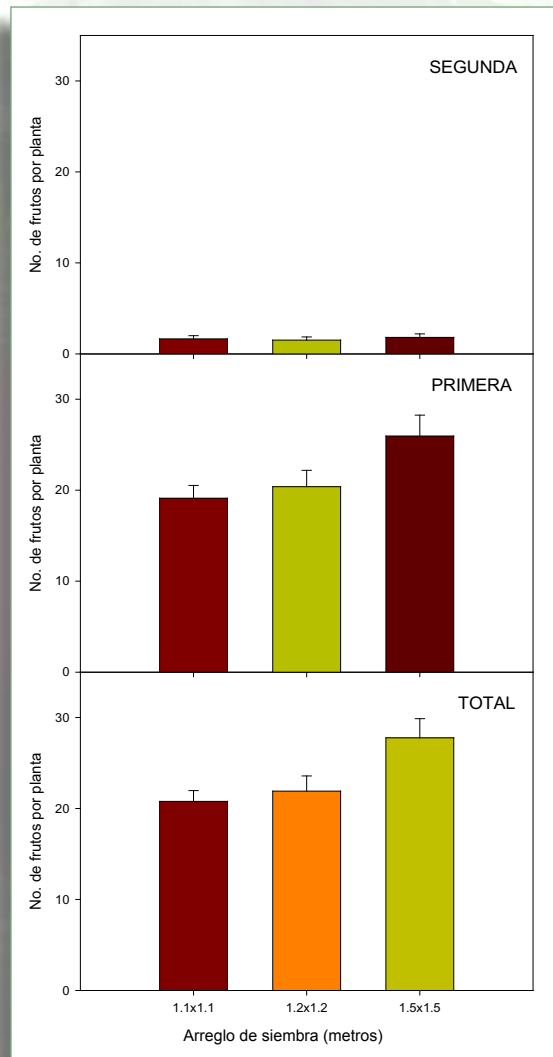
**Tabla 6.** Características fenotípicas promedio y producción de frutos de dos genotipos de berenjena en tres arreglos de siembra y tres localidades de la Región Caribe.

Localización	Arreglo de siembra	Genotipo	Días a floración*	Días a primer pase de cosecha*	Frutos de primera categoría por planta	Frutos de segunda categoría por planta	Frutos totales por planta
Sucre, Sampués, finca 'Monte Carmelo'	1,1x1,1 m	C015	51,50	73,00	20,75	1,80	22,55
		C029	47,75	70,50	23,45	1,60	25,05
	1,2x1,2 m	C015	50,75	75,50	24,00	1,15	25,15
		C029	50,25	75,50	27,15	1,90	29,05
	1,5x1,5 m	C015	54,75	75,50	33,45	1,55	35,00
		C029	53,50	70,50	28,80	2,05	30,85
	Promedio		51,41 a	73,42 a	26,27 a	1,68 b	27,94 a
Magdalena, Sevilla, C.E. Caribia-CORPOICA	1,1x1,1 m	C015	40,00	69,00	23,47	0,00	23,47
		C029	39,66	69,00	22,70	0,00	22,70
	1,2x1,2 m	C015	39,33	69,00	20,36	0,00	20,36
		C029	38,00	69,00	25,66	0,00	26,66
	1,5x1,5 m	C015	38,00	69,00	26,87	0,00	26,87
		C029	39,33	69,00	35,21	0,00	35,21
	Promedio		39,06 b	69,00 b	25,71 a	0,00 c	25,71 a
Córdoba, Cereté, finca 'Dios te Libre'	1,1x1,1 m	C015	47,00	65,33	10,66	2,00	12,66
		C029	48,33	62,66	11,73	4,46	16,20
	1,2x1,2 m	C015	48,33	65,33	10,00	2,46	12,46
		C029	48,33	62,66	11,66	3,60	15,26
	1,5x1,5 m	C015	49,67	62,66	13,33	2,53	15,86
		C029	49,66	62,66	14,60	4,73	19,33
	Promedio		48,55 a	63,56	12,00 b	3,30 a	15,30 b
Promedio general			46,85	69,13 c	21,82	1,66	23,48
CV%			6,10	5,41	21,90	49,01	20,50
D. Strdr.			2,85	3,74	4,77	0,81	4,81

\* Corresponde a días después de trasplante, promedio de cuatro repeticiones. Las letras comparan estadísticamente los promedios de las localidades. Promedios con la misma letra dentro de la misma columna son estadísticamente similares a un nivel de significancia del 5%.

des. En este caso, el arreglo de siembra con el mayor número de frutos producidos por planta fue el arreglo con la distancia más amplia (1,5x1,5 metros), con 27,76 frutos por planta en las 15 cosechas efectuadas (Figura 11). Los arreglos de siembra con distancias más estrechas (1,1x1,1 y 1,2x1,2 metros) indujeron un número menor de frutos por planta, con 20,78 y 21,91 frutos, respectivamente. Esto probablemente sea el efecto de una mayor competencia entre plantas en las distancias más estrechas, lo que causa una menor disponibilidad de recursos para la producción y el llenado de frutos. Iguales resultados se encontraron para frutos de primera categoría, en donde la distancia de siembra más amplia favorece el desarrollo de un mayor número de frutos de primera categoría (25,95 frutos por planta). Si bien se esperaba una mayor producción de frutos de segunda categoría a distancias más estrechas, en los experimentos realizados no se encontraron efectos de los arreglos de siembra sobre el número de frutos de segunda categoría (Figura 11), mostrando que las densidades evaluadas en estos experimentos (1,1x1,1; 1,2x1,2 y 1,5x1,5) no alcanzan a afectar la expresión de esta variable, aunque es previsible que el uso de distancias más estrechas a 1,1x1,1 metros probablemente tenga un impacto sobre la cantidad de frutos de segunda categoría producidos.

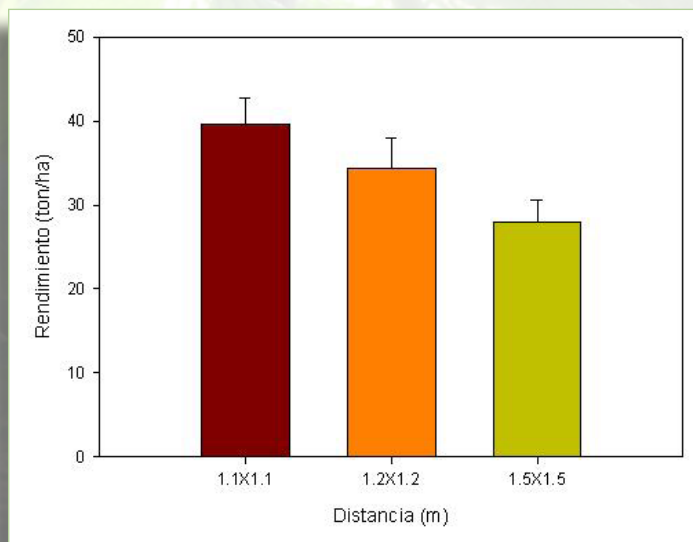
El rendimiento de campo se calculó adicionando la producción de 15 cosechas semanales realizadas en cada parcela, llevando la producción a unidad de hectárea. Como se esperaba, el arreglo de siembra tuvo un efecto significativo sobre los rendimientos de campo, y lo anterior estuvo correlacionado con la producción de frutos. Los rendimientos de campo fueron superiores con los arreglos de siembra



**Figura 11.** Número de frutos totales (primera y segunda categoría), producidos por la planta de berenjena por efecto de tres densidades de población en la Región Caribe (promedio de cuatro repeticiones y tres localidades).



más estrechos (1,1x1,1 metros y 1,2x1,2 metros), con los cuales se obtuvieron rendimientos de 39,6 y 34,3 ton/ha, respectivamente (Figura 12). Los menores rendimientos se obtuvieron con el arreglo de distancias más amplias (1,5x1,5 metros). Según estos resultados, se recomienda la siembra de los genotipos C015 y C29 en arreglos poblacionales 1,1x1,1 ó 1,2x1,2 metros, pues con estos se obtienen los mayores rendimientos en las tres localidades incluidas en los ensayos del proyecto (Sevilla, Sampués y Cereté).



**Figura 12.** Rendimiento promedio de genotipos criollos de berenjena en tres arreglos de siembra en la Región Caribe (promedio de cuatro repeticiones y tres localidades). Rendimientos calculados con base en 15 cosechas.

## **OBJETIVO ESPECÍFICO 4:** **Producir y entregar semillas de los cultivares seleccionados en cada región**

# 6

### **MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DEL BANCO DE GERMOPLASMA**

Todas las accesiones que conforman el banco de germoplasma de berenjena fueron sembradas en las instalaciones del C.I. Turipaná, obteniendo suficiente cantidad de semilla de cada genotipo o accesión, conformando de esta forma dos copias del banco: una que se conserva en el cuarto frío de la Universidad de Córdoba y otra en el cuarto frío del C.I. Turipaná.

### **PRODUCCIÓN DE SEMILLA GENÉTICA**

Para la producción de semilla genética de los ocho materiales seleccionados para pruebas de eficiencia agronómica (C010, C015, C022, C029, C030, C036, M003 y S006) se sembró un lote de producción de semilla en el C.I. Turipaná. De cada material se sembraron dos surcos de 50 metros de largo, con aislamiento entre ellos con surcos de maíz variedad CORPOICA V-114. Semanalmente, y por espacio de aproximadamente 10 semanas, se seleccionaron plantas típicas de cada variedad, observando que estas conservaran sus características de forma de la planta, tamaño de las hojas, hábito de crecimiento, color y forma del fruto. Posteriormente, las flores producidas en el tercio medio de cada planta marcada fueron encerradas en una pequeña bolsa de tela tipo tul para propiciar la autofecundación (Figura 13). Una vez formados los frutos, se tiquetearon y se dejaron madurar directamente en la planta. Este procedimiento indujo el aborto y caída de frutos debido al excesivo manipuleo de las flores, pero en el proyecto sirvió como base para la producción de la semilla genética de los ocho genotipos seleccionados y en cantidad suficiente para continuar el proceso de investigación.





**Figura 13.** Autopolinización de flores de berenjena con bolsas de tela tipo tul para la producción de semilla genética.

## PRODUCCIÓN DE SEMILLA BÁSICA PARA DISTRIBUCIÓN ENTRE PRODUCTORES

Para la producción de semilla básica de los materiales genéticos finalmente seleccionados –C015 y C029 para distribuir entre productores– se sembraron dos lotes aislados, de 1.000 metros cuadrados cada uno, separados por más de 100 metros. En uno de los lotes se estableció el material C015 y en el otro el material C029.

Buscando garantizar la pureza de la semilla, inicialmente se eliminaron las plantas atípicas al interior de cada lote; posteriormente, se seleccionaron y marcaron plantas con las características típicas de la variedad. En las plantas marcadas se seleccionaron y marcaron flores en el tercio medio y se encerraron en bolsas de tela tipo tul, esta vez con un diseño más grande, de tal manera que al momento de colocarla y retirarla de la flor ésta no sufriera daño alguno (Figura 14). Una vez formado el fruto, se retiraron las bolsas de tul para marcar otras plantas y los frutos se dejaron madurar en la planta. En este caso el aborto de frutos fue mínimo, y se garantizó la pureza de las semillas. En la medida en que los frutos maduraban, se retiraban del campo y se llevaban a laboratorio para la extracción de la semilla.



**Figura 14.** Planta marcada para producción de semilla básica y bolsa tipo tul para propiciar autofecundación de las flores.

## PROTOCOLO PARA EXTRACCIÓN DE SEMILLA DE BERENJENA

Cuando los frutos seleccionados y marcados en la planta alcanzan la madurez, se colectan y llevan a laboratorio para proceder a la extracción de la semilla. La extracción de la semilla del fruto de berenjena se realiza en la siguiente forma (Figura 15):

- Los frutos maduros obtenidos en campo se dejan varios días en laboratorio, a temperatura ambiente, para que completen su madurez. Al presionar un fruto maduro con los dedos, éste se nota blando y jugoso.
- Se sostiene el fruto con las dos manos, se presiona y golpea fuertemente sobre las paredes externas hasta lograr el desprendimiento interno de la placenta y las semillas.
- Con una navaja bien afilada se divide longitudinalmente el fruto.
- Con la navaja se retira la placenta del fruto y se deja caer en un balde, previamente lleno con agua limpia.
- Con la mano se revuelven y desprenden completamente las semillas de la placenta del fruto.
- Se retiran con el colador las semillas que queden flotando (semillas vanas).
- Se retiran con la mano los desechos más grandes de fruto y los restos de placenta que aún queden en el balde.
- Se pasa el contenido líquido remanente en el balde por el colador, ayudando con la mano a disolver los restos de fruto y pasando agua fresca de la llave hasta obtener en el colador la semilla pura, limpia, sin restos de fruto.
- Se coloca papel toalla en una bandeja de aluminio y se deposita la semilla obtenida.
- Se deja secar la muestra de semillas en la bandeja de aluminio, al medio ambiente y a la sombra, durante 36 horas.
- Posteriormente se colecta la semilla y se almacena en frascos plásticos, sin ninguna clase tratamiento químico.



**Figura 15.** Comparación entre un fruto maduro listo para la extracción de la semilla y un fruto inmaduro apto para el consumo humano (izquierda). Colador para lavado de semilla (centro). Secado de semilla al medio ambiente (derecha).



Los indicadores promedio de producción de semilla obtenidos con los materiales C015 y C029 son los siguientes:

- Número de frutos totales producidos por planta: 21-23
- Número de frutos de primera categoría: 13-16
- Porcentaje de frutos seleccionados: 10%-15%
- Peso por fruto: 293-307 gramos
- Cantidad de semillas por fruto: 1.889
- Peso de semilla por fruto: 8,8 gramos
- Índice de semilla: 0,465 gramos
- Semillas por gramo: 215

## TRATAMIENTO DE LA SEMILLA

Antes de la siembra, la semilla de berenjena debe ser tratada para evitar la propagación de enfermedades e insectos. La semilla puede ser tratada con Vitavax® (Carboxim), para el control de hongos patógenos en dosis de cuatro (4) gramos por kilogramo de semilla y Carbendazin, en dosis de ocho (8) gramos por kilogramo de semilla.

## DISTRIBUCIÓN DE SEMILLA ENTRE PRODUCTORES

La semilla de los nuevos genotipos C015 y C029 fue distribuida gratuitamente entre los productores de berenjena de los departamentos de Córdoba, Sucre y Magdalena, en presentaciones de 2, 4 y 6 gramos, empacada en bolsas plásticas tipo ziplock, debidamente etiquetadas. La entrega de esta semilla se realizó en tres días de campo realizados en Sampués (Sucre), Sevilla (Magdalena) y Cereté (Córdoba). Aspecto de la entrega se muestra en la Figura 16.



**Figura 16.** Aspecto del día de campo para entrega de los materiales genéticos en Cereté y Sevilla.

## OBJETIVO ESPECÍFICO 5: Determinar las mejores condiciones de empaque y almacenamiento para el aumento de la vida útil de la berenjena en fresco

# 7

Una vez cosechados y desprendidos de la planta madre, los frutos de berenjena comienzan un proceso irreversible de deterioro. Para preservar sus características y mantener su valor comercial por mayor tiempo, es necesario almacenar los frutos bajo condiciones ambientales que reduzcan su deterioro. Con el objeto de determinar las mejores condiciones para la preservación de las características de los frutos de berenjena una vez cosechados, se realizaron ensayos en los cuales se evaluaron dos sistemas de refrigeración, en combinación con tres sistemas de empaque: almacenando los frutos en 1) nevera a 13° C y 70%-75% de humedad relativa, 2) al ambiente a 32° C y 82% de humedad relativa; con 1) en bolsas de polietileno, 2) encerados con cera carnauba, y 3) sin empaque. La combinación de estos tratamientos evaluados se muestra en la Tabla 7. Los frutos así almacenados se mantuvieron por espacio de 30 días, retirando periódicamente algunos de ellos para realizar evaluaciones de sus características.

**Tabla 7.** Tratamientos para la evaluación de la conservación de los frutos de berenjena

TRATAMIENTO	ALMACENAMIENTO	EMPAQUE
I	13° C, 70%-75% HR	Berenjena sin empaque
II		Berenjena con cera
III		Berenjena en PELD
IV	32° C, 82% HR	Berenjena sin empaque
V		Berenjena con cera
VI		Berenjena en PELD

## ANÁLISIS SENSORIAL DE FRUTOS

- **Color:** el color del fruto es una de las características más importantes para la comercialización de la berenjena. En general, los consumidores prefieren frutos



de color negro, morado oscuro a lila y que posean un color homogéneo. Los análisis realizados a los frutos a los 0, 5, 10, 20, 25 y 30 días de almacenamiento indicaron un mejor mantenimiento del color del fruto manteniendo las berenjenas en bolsas plásticas tipo PELD con o sin refrigeración (Figura 17).

- **Brillo:** el brillo en las berenjenas está asociado en cierta manera a la turgencia del fruto y la madurez. Una vez cosechado y desprendido de la planta madre, el fruto de la berenjena comienza un proceso irreversible de deterioro, con pérdida progresiva de la humedad y pérdida de brillo. En el presente ensayo, se encontró que el mejor método para conservar el brillo de los frutos de berenjena es también el almacenamiento en bolsas plásticas, con o sin refrigeración.
- **Color del cáliz:** en berenjena, los consumidores prefieren frutos que tengan un cáliz de color verde y apariencia fresca. Las evaluaciones sensoriales realizadas a esta variable indicaron que los distintos métodos de almacenamiento usados en este proyecto no afectaron el color del cáliz en dicho fruto.



Figura 17. Frutos de berenjena empacados en bolsas plásticas tipo PELD para conservación.

## ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LOS FRUTOS

- **Firmeza:** los resultados indicaron que los frutos de berenjena bajo almacenamiento van perdiendo su firmeza a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento. Aun cuando no se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos, se observó una tendencia numérica de mayor pérdida de firmeza en el sistema de almacenamiento al ambiente (Figura 18). Por su parte, se observó que la refrigeración a 13 °C y 70%-75% de humedad relativa retrasa la pérdida de firmeza en el fruto, y este efecto es mayor cuando los frutos se mantienen en bolsas plásticas. Lo anterior se debe a que estas condiciones de almacenamiento limitan la pérdida de humedad, reducen la actividad enzimática y el rompimiento de las cadenas de pectina (Romero *et al.*, 1996). La pérdida de firmeza se debe a los fenómenos degradativos de la pared celular, específicamente por la disolución de su lámina media, en donde se encuentran la celulosa, hemicelulosa y la pectina (Ramírez, 2006).
- **Pérdida de peso:** en estos ensayos se observó que los frutos de berenjena en almacenamiento presentan una pérdida creciente de peso, debido a la transpi-

ración o pérdida de humedad que ocurre una vez son desprendidos de la planta madre. Los análisis estadísticos en este caso indicaron que las menores pérdidas de peso en el fruto se obtienen bajo condiciones de refrigeración a 13 °C y 70%-75% de humedad relativa. La pérdida de peso es aún menor si los frutos de berenjena se almacenan en bolsas plásticas PELD. Bajo estas condiciones, las pérdidas de peso alcanzaron un valor inferior al 3% durante el periodo experimental (30 días).

- **Sólidos solubles:** los sólidos solubles totales de los frutos de berenjena durante el proceso de almacenamiento fluctuaron entre 3,9 y 6,5 °Brix, y en este caso los sistemas de almacenamiento y empaque no afectaron esta variable (Figura 19). Comparado con otras frutas (banana, 18%; mango, 13%; maracuyá, 14%), la berenjena en general presenta valores bajos de grados Brix, indicando que el fruto presenta relativamente una baja concentración de azúcares (no es dulce al paladar).

- **Acidez:** la acidez de los frutos de berenjena varió entre 0,112 y 0,272 g de ácido cítrico/100 g de fruto, observándose de manera general una tendencia de disminución de la acidez a través del tiempo de almacenamiento, ocasionada por un descenso de la cantidad de ácidos orgánicos contenidos en el fruto, producto de los procesos metabólicos durante el periodo de almacenamiento.

- **pH:** los valores de pH en los frutos de berenjena oscilaron entre 5,3 y 5,7, con una tendencia de aumento en los valores hacia el periodo de almacenamiento, debido a la disminución de los ácidos orgánicos. En general, el sistema de almacenamiento en bolsa plástica PELD, con refrigeración, presentó durante el periodo experimental los mayores valores de pH que el resto de tratamientos.

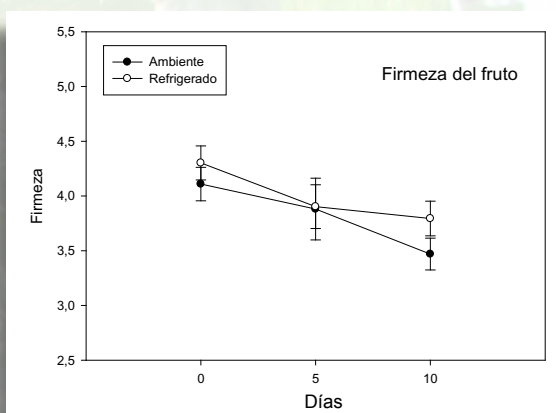


Figura 18. Firmeza de los frutos de berenjena bajo dos sistemas de conservación.

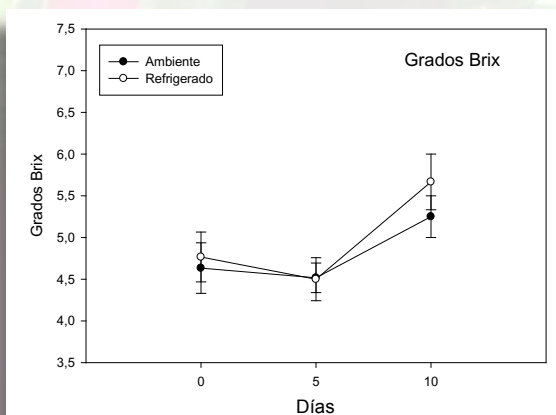


Figura 19. Sólidos solubles de los frutos de berenjena bajo dos sistemas de conservación.



## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Los frutos mantenidos bajo estas condiciones de almacenamiento fueron sometidos a análisis microbiológicos para determinar el estado sanitario de los mismos, detectar la presencia de microorganismos mesófilos aerobios y facultativos viables, y determinar su aptitud para el consumo humano. Los resultados indicaron que los niveles de microorganismos encontrados en los frutos fueron muy bajos y no superaron los máximos valores permitidos, por lo cual se concluyó que los frutos de berenjena presentan buenas condiciones sanitarias para el consumo humano.

Los anteriores resultados permitieron concluir que los frutos de berenjena conservados al ambiente a 32 °C y 82% de humedad relativa pierden rápidamente humedad por transpiración, con lo cual se pierden características como textura, color y brillo de los mismos y comienzan a perder firmeza y arrugarse, perdiendo su valor comercial en un periodo de 15 días; por el contrario, los frutos conservados en nevera a 13 °C y 70%-75% de humedad relativa pierden menos humedad y mantienen por mayor tiempo las características que les confieren su valor comercial (25 a 30 días). Por su parte, el empaque de los frutos de berenjena en bolsas plásticas tipo PELD reduce ostensiblemente las pérdidas de peso por transpiración y permite mantener por mayor tiempo la firmeza, el color y el brillo de los frutos. En los ensayos realizados, las menores pérdidas de peso se presentaron bajo condiciones de refrigeración y el uso de bolsas tipo PELD con pérdidas de peso inferiores al 3%, mientras que bajo las mismas condiciones, pero sin empaque, éstas fueron del 14,6%, observándose una mayor deshidratación del fruto.

Con base en los anteriores resultados, se han podido elaborar las siguientes recomendaciones para la sanitización, empaque y almacenamiento de los frutos de berenjena:

- **Para la limpieza de los frutos.** Con la limpieza de los frutos se pretenden eliminar los residuos visibles que traen los frutos del campo. La limpieza se debe realizar sumergiendo o lavando los frutos en agua potable y frotándolos suavemente para eliminar residuos vegetales y suelo.
- **Para la desinfección.** Se debe realizar sumergiendo los frutos en una solución de 100 ppm de Hipoclorito de Sodio por 10 min. Para preparar esta solución se deben adicionar 19 mL de cloro comercial (al 5,25 %) en 10 L de agua potable y lavar los frutos en esta solución.
- **Para el enjuague.** Se realiza sumergiendo los frutos en una solución de 3 mg/L de Hipoclorito de Sodio por 10 min. Para preparar esta solución se deben adicionar 4 mL de cloro comercial (al 5,25 %) en 70 L de agua potable.
- **Para el secado.** Se deben colocar los frutos en una superficie limpia a condiciones ambientales hasta que sequen totalmente (Figura 20).

- **Para el empaque.** Colocar grupos de seis a ocho frutos secos en bolsas plásticas de polietileno de alta densidad (PELD).
- **Para la conservación.** Para conservar características del fruto como color, firmeza, brillo y textura por mayor tiempo, es necesario mantener los frutos de berenjena bajo refrigeración en nevera a 13 °C y 70%-75% de humedad relativa.



**Figura 20.** Secado de frutos al ambiente después del proceso de lavado y desinfección.



## OBJETIVO ESPECÍFICO 6: Determinar retornos económicos y financieros de los resultados del proyecto



La inversión en investigación para el desarrollo de nuevas tecnologías se justifica como inversión social, en la medida en que sea un instrumento eficaz para alcanzar metas sociales, entre ellas reducir la pobreza, mejorar el nivel nutricional, incrementar la equidad y conservar y mejorar la base de recursos naturales; y, en términos generales, impulsar el desarrollo económico (Rivas, 2002).

En el proyecto **“Selección de Cultivares Competitivos de Berenjena para los Mercados Nacionales y de Exportación, con Adaptación a las Condiciones del Caribe Colombiano”** se pretendía mejorar los ingresos de los cultivadores de berenjena de la región mediante el uso de dos nuevos genotipos, de mayor productividad y mejor calidad de fruto. Para calcular los excedentes económicos generados por estos dos nuevos genotipos, se utilizó en este proyecto el modelo MODEXC o “Modelo de Excedentes Económicos” (Rivas *et al.*, 1999). Este modelo, desarrollado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), ha sido ampliamente usado para calcular los excedentes económicos generados por el desarrollo de nuevas tecnologías en cultivos como yuca, pastos, maíz, papa, etc., especialmente con pequeños productores de países como África y Centroamérica. Para lo anterior, se procedió como viene a continuación:

- En primer lugar, se analizaron las tendencias del cultivo en los últimos años y los cambios que se han presentado en área, producción y rendimiento en las diferentes regiones. Para el análisis de estas tendencias se utilizó un periodo de 10 años (1997-2007) en la Región Caribe.
- Luego, se realizó una revisión de la estructura de costos de producción de la berenjena en la Región Caribe en el año 2009 y se obtuvo la participación porcentual de cada rubro en los costos totales. Puesto que no existen entidades en la región que estén realizando un monitoreo constante a los costos de producción de la berenjena, se realizó un taller con productores y técnicos con experiencia en el cultivo y se construyeron participativamente los mismos.
- Posteriormente, se realizó una evaluación comparativa del cambio tecnológico a través de un estudio de los distintos escenarios que se pueden presentar con la

utilización de las nuevas variedades en un periodo de 20 años. Esta evaluación permitió determinar el impacto sobre la reducción en el valor unitario del producto, la disminución en los costos de producción, y los retornos económicos generales por la inversión en ciencia y tecnología. El proceso se realizó a través del análisis de la estructura de costos en los posibles escenarios antes y después del cambio.

Los anteriores cálculos se realizaron con los siguientes supuestos:

- Se asume una economía cerrada, dada la irrelevancia que todavía tiene el mercado externo en este cultivo perecedero; de forma más general, se considera una economía pequeña, lo cual significa que es tomadora de precios en el mercado internacional.
- Los impactos del cambio técnico provienen principalmente de la oferta, provocando un aumento de los rendimientos y una disminución de los costos unitarios del producto.
- Este cambio es fijo a lo largo del periodo de evaluación.
- Se considera que el patrón de adopción tecnológica sigue un comportamiento sinusoidal; el punto máximo de adopción tecnológica se logrará 7 años después de liberadas las nuevas variedades (C015 y C029) y se espera que el nivel de adopción alcance alrededor del 90% del área sembrada en un periodo de 10 años.
- Se considera que habrá des-adopción a partir del año 20; por tanto habrá abandono de la tecnología en el año 30 después de liberadas las nuevas variedades de semilla.
- Tanto los precios del producto del año base (2007), como el valor de las inversiones totales durante el proceso de la investigación, desarrollo, adopción y difusión de la nueva tecnología, han sido expresados en dólares estadounidenses, utilizando la tasa de cambio representativa del mercado de los años 2007, 2008 y 2009 según el Banco de la República.
- Los beneficios se expresan en valores presentes netos, usando una tasa de descuento del 3%, obtenida de descontar a la tasa de interés para CDTF la inflación esperada.

Finalmente, para evaluar el potencial de las variedades seleccionadas y fijar prioridades a través del modelo MODEXC se realizó el cálculo de los beneficios en relación con las inversiones en el proyecto y la distribución de los mismos entre productores y consumidores.

## TENDENCIAS DEL CULTIVO DE BERENJENA EN LA REGIÓN CARIBE

- **Área de siembra:** la información disponible desde 1997 para la Región Caribe muestra que el cultivo de berenjena en general en la Región Caribe a lo largo del periodo 1997-2007, tanto el área como la producción y los rendimientos, ha tenido un comportamiento ascendente. Durante este periodo, la producción creció a una tasa anual promedio del 22,3%, pasando de 1.882 toneladas en el año 1997 a 10.224 toneladas en el año 2007 (Tabla 8). Este crecimiento tiene que ver con el incremento notable en las áreas de producción en el departa-



mento de Córdoba, donde dicho cultivo tiene gran arraigo debido a la colonia árabe establecida y la incorporación del producto en la dieta alimenticia de los pobladores rurales; este departamento ha pasado de sembrar 36 hectáreas en el año 2002 a 289 hectáreas reportadas por el ministerio de Agricultura en el año 2007 (Agronet, 2010).

En los departamentos de Sucre y Bolívar, por el contrario, las áreas se han mantenido más o menos constantes a través de los años, con aproximadamente 60 hectáreas en Sucre y alrededor de 30 hectáreas en Bolívar. De lo anterior se puede concluir que el principal departamento productor de berenjena en la Región Caribe es Córdoba, con 289 hectáreas y unos volúmenes de producción de 9.396 toneladas de producto fresco, contribuyendo con la mayor proporción de producto en la región (91%).

**Tabla 8. Área sembrada, producción y rendimientos del cultivo de la berenjena en la Costa Caribe (1997-2007)**

Año	Sucre		Bolívar		Córdoba		Total Caribe		
	Área (ha)	Producción (ton)	Área (ha)	Producción (ton)	Área (ha)	Producción (ton)	Área (ha)	Producción (ton)	Rendimientos Ton/ha
1997	78	1.202	36	680	-*	-*	114	1.882	16,5
1998	85	1.117	37	552	-	-	122	1.669	13,7
1999	147	1.844	23	358	-	-	170	2.202	13,0
2000	145	2.270	40	600	-	-	185	2.870	15,5
2001	73	814	23	428	-	-	96	1.242	12,9
2002	60	652	21	396	36	1.420	117	2.468	21,1
2003	66	556	20	340	103	3.690	189	4.586	24,3
2004	53	556	12	230	89	3.240	154	4.026	26,1
2005	52	506	15	150	160	5.260	227	5.916	26,1
2006	56	353	30	429	176	5.505	262	6.287	24,0
2007	60	548	25	280	289	9.396	374	10.224	27,3

\* Información no disponible. Fuente: Ministerio de Agricultura-Agronet. Cálculos del estudio.

- **Comportamiento de los rendimientos:** los rendimientos del cultivo, por su parte, han pasado de 16,5 ton/ha en el año 1997 a 27,3 ton/ha en el año 2007, lo que representa un incremento del 65% durante el periodo. Estos rendimientos son comparables a los obtenidos por otros países productores en el mundo.

## TENDENCIAS DEL MERCADO

- **Precios al productor:** el precio real pagado al productor ha seguido una trayectoria al alza, lo que ayuda a explicar los incrementos de la producción durante el periodo

de tiempo analizado (Tabla 9). A su turno, los precios reales al consumidor han tenido una trayectoria no muy definida, indicando que los márgenes de comercialización son apreciables, aunque han tendido a reducirse en los últimos años.

**Tabla 9. Precios nominales y reales al productor y al consumidor de berenjena en la Costa Caribe (1998-2007)**

Año	Precio nominal al productor (\$/kg)	Precio real al productor †	Precio nominal al consumidor	Precio real al consumidor †
1998	223	273	682,5	557
1999	290	284	689,3	520
2000	331	287	530,8	366
2001	386	313	1.114,6	696
2002	358	279	980,9	570
2003	400	292	783,7	425
2004	445	310	1.110,5	565
2005	475	309	1.010,6	486
2006	613	385	1.212,7	561
2007	650	394	1.358,2	594

†\$ de 1998/kg.; Fuente: CCI, cálculos del estudio.

- **Elasticidad precio de la oferta y de la demanda:** con el fin de medir la sensibilidad de la producción a los cambios de los precios, se ha estimado un sencillo modelo de oferta y demanda para el periodo 1998-2007. Los resultados indican que elasticidad de la oferta es positiva, y que una variación del 1% en el precio al productor de la berenjena produce un aumento de la oferta del 3,64%. La elasticidad precio de la demanda tiene signo negativo, e indica que una variación del 1% en el precio al consumidor de la berenjena disminuye la demanda en 0,69%, dejando ver una característica común a todos los productos agrarios en bruto, la inelasticidad al precio.
- **Costos de producción:** el costo total de producción de una hectárea de berenjena ascendió en el año 2009 a la suma de \$9.560.000,00, de los cuales los insumos representan el 40%, la mano de obra el 33% y la maquinaria el 4% de los costos. Dentro de los insumos, los herbicidas representan el 2%, los insecticidas el 17%, los abonos o fertilizantes el 12% y la semilla el 6% de los costos totales de producción. En la mano de obra el costo más importante lo representa la cosecha, con 16% de los costos totales (Tabla 10).
- **Ingresos totales:** los ingresos para una hectárea de berenjena ascienden a \$15.288.000,00, asumiendo una producción de 27,3 toneladas por hectárea (546 bultos de 50 kg cada uno), comercializada a un precio de \$560.000,00 por tonelada (\$28.000,00/bulto). Los ingresos netos son de \$5.728.000,00, con una rentabilidad del 63%. De acuerdo con lo anterior, se deduce que producir una tonelada de berenjena tiene un costo de \$350.183,00 en promedio.



**Tabla 10. Estructura de costos de producción de berenjena en la Región Caribe (2009)**

	Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo por hectárea
<b>A.</b>	<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
1.	Maquinaria y Mecanización				
1	ROMME	Pase	2	80.000	160.000
2	PULIDA	Pase	3	60.000	180.000
3	CABALLONEO	Pase	1	90.000	90.000
	SUBTOTAL				430.000
2.	Costos de Personal				
1	AHOLLADO	JORNAL	2	16.000	32.000
2	TRASPLANTE	JORNAL	10	16.000	160.000
3	CONTROL DE MALEZAS	JORNAL	20	16.000	320.000
4	APLICACIÓN DE FERTILIZANTES	JORNAL	6	16.000	96.000
5	APLICACIÓN DE INSECTICIDAS	JORNAL	10	16.000	160.000
6	APLICACIÓN DE FUNGICIDAS	JORNAL	10	16.000	160.000
7	APORCADO	JORNAL	4	16.000	64.000
8	PODAS	JORNAL	8	16.000	128.000
9	TUTORADO	JORNAL	10	16.000	160.000
10	DESHOJADO	JORNAL	4	16.000	64.000
11	RIEGO	JORNAL	15	16.000	240.000
12	COSECHA	JORNAL	100	16.000	1.600.000
	SUBTOTAL				3.184.000
3.	Genotipos e Insumos				
3,1	Insumos Agrícolas y Pecuarios				
1	UREA				3.571.000
2	KCL	BULTO	6	50.000	300.000
3	DAP	BULTO	2	80.000	160.000
4	IMIDACLOPROPID	LITRO	2	74.000	148.000
5	ENGEO	LITRO	3	200.000	600.000
6	FINALE	LITRO	2	170.000	340.000
7	DIURON	LITRO	3	46.000	138.000
8	FOLIAR COMPLETO	LITRO	2	18.000	36.000
9	EVISET	LITRO	4	15.000	60.000
10	FITOTRIPEN	LITRO	1	30.000	30.000
11	TREBON	KILO	4	66.000	264.000
12	LOMBRIABONO	LITRO	4	100.000	400.000
46	SEMILLA	TONELADA	1	500.000	500.000
3.2.	Genotipos Agrícolas y Pecuarios	PLÁNTULA	8.500	70	595.000
	SUBTOTAL				3.796.000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				7.410.000
<b>B.</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
1.	Servicios Generales (Otros Gastos)				
1	ARRIENDO LOTE	HECTÁREA	1,00	800.000	800.000
2	ASISTENCIA TÉCNICA	HECTÁREA	1,00	150.000	150.000
3	TRANSPORTE	BULTO	400,00	3.000	1.200.000
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS				2.150.000
	TOTAL COSTOS				9.560.000
<b>C.</b>	<b>INGRESOS BRUTOS</b>	<b>Producción Toneladas/ha</b>	<b>Cantidad total Producción</b>	<b>PRECIO \$ Tonelada</b>	<b>INGRESO TOTAL</b>
1	INGRESOS BRUTOS	27	27	560.000	15.288.000
2	INGRESOS NETOS				5.728.000
3	RENTABILIDAD				63%

## EVALUACIÓN DE IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA

- **Nuevos genotipos:** los nuevos genotipos de berenjena C015 y C029 que se incorporan a través de este proyecto, tienen como característica unos rendimientos potenciales superiores a los genotipos existentes en el mercado. Asumiendo un rendimiento promedio en Cereté, donde las condiciones ambientales fueron más favorables y donde se siembra la mayor proporción del área, de 42,1 ton/ha para la variedad C029 y 39,1 ton/ha para la variedad C015; por tanto, la incorporación de este cambio tecnológico puede aumentar los rendimientos del cultivo en 54,2%, aproximadamente.

Puesto que los nuevos genotipos fueron obtenidos a partir de los genotipos criollos de la zona, el uso de estos genotipos no implica un costo adicional por la tecnología y los costos de producción en general se mantienen (excepto por los costos de la cosecha). Esto significa que con rendimientos físicos medios de 42,1 ton/ha los costos por tonelada se reducen potencialmente a \$227.078.00, es decir, los costos medios de producción por unidad producida se reducen en alrededor del 35%.

- **Impacto:** utilizando el paquete informático MODEXC se estimó la ganancia social, en términos del excedente al productor y al consumidor, que tendrá la incorporación de cambio técnico en el cultivo de berenjena en la Región Caribe con el desarrollo y adopción de semillas de mayor rendimiento. Los beneficios que recibe el consumidor (excedente del consumidor) como consecuencia de la disminución de los precios del producto por los menores costos de producción, ascienden a 20,8 millones de dólares del año 2009; por su parte, los excedentes al productor, provenientes del aumento de las cantidades vendidas, llega a 3,95 millones de dólares del año 2009. En conjunto, la sociedad gana 24,8 millones de dólares. Sobre una inversión de recursos públicos en investigación y desarrollo equivalente a \$313,490 dólares, la tasa interna de retorno de la inversión es del 78,79, lo que muestra la bondad económica y social del proyecto.



## CONCLUSIONES

Con base en el trabajo adelantado durante tres años en el proyecto **“Selección de Cultivares Competitivos de Berenjena para los Mercados Nacionales y de Exportación, con Adaptación a las Condiciones del Caribe Colombiano”** se ha logrado conformar un banco de germoplasma de berenjena para Colombia, e identificar a partir de él, los materiales de mayor productividad y calidad de fruto. A través de pruebas regionales de rendimiento y pruebas de evaluación agronómica realizadas en distintas zonas productoras de la Región Caribe se han logrado identificar dos genotipos, que por sus características se consideran aptos para el mercado en la Región Caribe: se trata de los genotipos C015 y C029, originalmente colectados en los municipios de Cereté y San Carlos, en el departamento de Córdoba.

Después de diferentes estudios realizados, estos materiales han sido entregados a los agricultores en tres días de campo realizados en los municipios de Sampués, Sevilla y Cereté, distribuyendo suficiente cantidad de semilla entre al menos 120 agricultores para iniciar un proceso de dispersión y difusión de los materiales genéticos, de tal manera que pronto pueden estar ocupando una buena parte del área de siembra en la Región Caribe. Los genotipos de berenjena C015 y C029 han quedado debidamente registrados ante la Unidad de Semillas del ICA y en los cuartos fríos de CORPOICA, y en la Universidad de Córdoba se conserva suficiente cantidad de semilla para suplir por largo tiempo las demandas de los agricultores. La semilla que ha sido distribuida actualmente es suficiente para la siembra de aproximadamente 40 hectáreas de berenjena en el primer semestre del año 2010, a una densidad de 8.100 plantas por hectárea. En las instalaciones del C.I. Turipaná se continuará produciendo semilla de estos materiales, de forma tal que los productores asociados a HORTISINÚ y otros agricultores de los departamentos de Sucre y Magdalena podrán disponer cada año de semilla pura de estos materiales para la renovación de sus cultivos. Como consecuencia, se espera que la oferta de frutos de berenjena de estos dos materiales se incremente en los próximos meses en los mercados de la Costa Atlántica, dadas las siembras que actualmente realizan los agricultores al inicio de la temporada de lluvias.

Los genotipos C015 y C029 tienen como característica unos rendimientos potenciales superiores a las variedades existentes en el mercado. El rendimiento pro-

medio mostrado por los materiales en la localidad de Cereté es de 39,1 ton/ha y 42,1 ton/ha para C015 y C029, respectivamente; por tanto, la incorporación de este cambio tecnológico puede aumentar los rendimientos del cultivo en 54,2%, aproximadamente.

Puesto que las nuevas variedades fueron obtenidas a partir de los materiales criollos de la zona, no implican un costo adicional para los agricultores por la tecnología, pues los costos de producción en general se mantienen (excepto por los costos de la cosecha). Esto significa que con rendimientos físicos medios de 42,1 ton/ha, los costos por tonelada se reducen de \$350.183.00 a \$227.078.00, es decir, los costos medios de producción por unidad producida se reducen en alrededor del 35%.

El desarrollo de la investigación ha permitido formar y capacitar el recurso humano de la Universidad y CORPOICA para la investigación en hortalizas. Una nueva línea de investigación en Mejoramiento Genético se ha fortalecido en la Universidad de Córdoba con la conformación de un banco de germoplasma, punto de partida para el inicio de un programa de mejoramiento para esta especie, con miras a la obtención de nuevos materiales.

La integración de la Universidad de Córdoba, CORPOICA, las gobernaciones mencionadas y HORTISINÚ bajo el sistema de alianzas para adelantar proyectos de investigación, ha sido sin duda una experiencia novedosa, no exenta de problemas e intereses particulares, pero que se constituye en una experiencia que aún debemos mejorar.

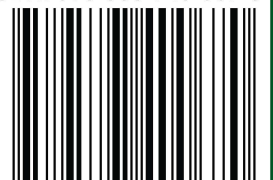


## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agronet Colombia.** (2010). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Av. Jiménez No. 7 – 65, Bogotá, Colombia. Última actualización: 15 de abril de 2010. agronet@minagricultura.gov.co. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <http://www.agronet.gov.co/agronetweb/>
- Araméndiz, H.; Cardona, C.; Jarma, A.; Espitia, M.** (2008). El cultivo de la berenjena (*Solanum melongena* L.). Bogotá. Editorial Produmedios. ISBN: 978-958-9244-17-3. 152 p.
- DNP.** (2005). La pobreza en el departamento de Córdoba. Características por grupos de municipios. Cartagena, junio de 2005. 17 p. (Disponible en <http://www.dnp.gov.co>). 01-28-2008.
- Dynamic Research Evaluation for Management (DREAM) 3.0.** (2010). International Food Policy Research Institute (IFPRI). International Food Policy Research Institute, 2033 K St, NW, Washington, DC 20006-1002 USA. <http://www.ifpri.org/publication/dynamic-research-evaluation-management-dream-30>.
- Evenson, R.** (2001). Economic impact of agricultural research and extensión. In: B. Gardner and G. Rausser, editors, Handbook of agricultural economics. Volume 1A: Agricultural production. North Holland, Chapter 11, pp. 573-628.
- FAO.** (2009). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estadísticas sobre Agricultura. (Disponible en <http://faostat.fao.org>). 02-03-2009.
- IBPGR.** (1990). Descriptors for eggplant. International Board for Plant Genetic Resources. Roma, Italy. 23 p.
- Romero et al.** (1996). Nuevas tecnologías de conservación de frutas y hortalizas: Atmósferas modificadas. Ediciones Mundi-prensa. España.
- Ramírez, R.** (2006). Módulo tecnología de frutas y hortalizas. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá.
- Rivas, L.; García, J.A.; Serré, C.; Jarvis, Lovell S.; Sanint, L.R.; Pachico, D.** (1999). Modexc, Release 4.1: A friendly Computer Model: Impact Assessment and Priorization of Investment Projects in Agricultural Research, CIAT, Impact Assessment Project. Cali, Colombia.
- Rivas, L.** (2002). Impacto económico de la adopción de pastos mejorados en América Latina tropical. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Simposio internacional sobre rentabilidad en las empresas ganaderas. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical. Veracruz, México, noviembre 23 de 2002.



ISBN: 978-958-740-067-0



9 789587 400670

