

Estudio técnico-económico del sistema de producción de tomate bajo invernadero en Guateque, Sutatenza y Tenza (Boyacá)

Economic and technical study of tomato production system under greenhouse conditions in Guateque, Sutatenza and Tenza (Boyaca)

ADRIANA PERILLA¹
LUIS FELIPE RODRÍGUEZ^{2, 3, 4}
LILIA TERESA BERMÚDEZ¹



Producción de tomate bajo invernadero.

Foto: G. Fischer

RESUMEN

La región del Valle de Tenza (Boyacá) posee condiciones agroecológicas que históricamente han favorecido el establecimiento del cultivo de tomate. El sistema de producción de tomate bajo invernadero principalmente de híbridos tipo larga vida se ha venido adelantando en esta región desde finales del siglo pasado, generando una actividad agroempresarial de alto impacto socioeconómico, situación que motivó la realización de esta investigación, cuyo objetivo general se centró en analizar las condiciones técnicas, económicas y sociales, de este sistema productivo en los municipios de Guateque, Sutatenza y Tenza. La metodología se fundamentó en la realización de una encuesta a los productores de este sistema y en la observación directa del proceso productivo en diez unidades empresariales. Entre los resultados, es importante mencionar el notorio incremento en la productividad parcial de la tierra lograda en este sistema frente al modelo de sistema de campo abierto, en razón al aporte de factores tales como una mayor densidad de siembra, realización de un efectivo control fitosanitario y a la utilización de híbridos de alto rendimiento. Por otra parte, ante la posibilidad de iniciar su ciclo productivo en cualquier época del año se superan limitantes de tipo climático y económico que hacen de este sistema una actividad rentable y sostenible próspera para la región.

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia)

² Facultad de Agronomía, Departamento de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).

³ Facultad Seccional Duitama, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Duitama (Colombia).

⁴ Autor para correspondencia. luisfelirodriguez@yahoo.com

Palabras clave adicionales: agroempresa, costos de producción, productividad, rentabilidad, sistema de producción.

ABSTRACT

Historically, the region of Tenza Valley (Boyaca) has favorable agro-ecological conditions for tomato crop. The use of greenhouse system to grow tomato and mostly long lasting hybrids have been used in this region since the end of last century, generating agribusiness activities, and resulting in a high socio-economic impact. Therefore, this research was done with main objective to analyze the technical, economic, and social conditions of production system in the areas of Guateque, Sutatenza and Tenza. The methodology used in this research was based on a survey made for the producers of this system and direct observation of the production process of 10 business units. Within the results of the research, it is important to mention the notorious increment in the partial productivity of this model system against the open land system; this increment was a consequence of factors, such as increased density of sowing, effective phytosanitary control, and using high-yielding hybrids. On the other hand, the possibility of starting a productive cycle at any time of the year overtakes the weather and economic restrains, making this system very profitable and sustainable for the region success.

Additional key words: agricultural company, production costs, productivity, profitability, production system.

Fecha de recepción: 27-04-2011

Aprobado para publicación: 21-11-2011

INTRODUCCIÓN

El tomate es una planta originaria de América y cultivada en todo el mundo por su fruto comestible. Posee un sabor ligeramente ácido y se consume de diferentes modos, tanto en fresco como en procesado, ya sea como salsa, puré, jugo deshidratado o enlatado (Matamoros, 2003).

Por el hábito de crecimiento, carácter definido por el tipo de ramificaciones de las plantas, se reconocen dos grandes grupos de variedades, las de crecimiento indeterminado y las de crecimiento determinado. Las primeras son las utilizadas principalmente en los cultivos que se realizan bajo invernadero y las segundas en los que se realizan a libre exposición. Tradicionalmente, el sistema de producción del cultivo del tomate se lleva a cabo en las zonas templadas y cálidas entre 0 y 2.000 msnm y a libre exposición. Las zonas donde más se ha adaptado esta especie son las de

clima templado entre 1.000 y 2.000 msnm, con temperaturas entre 18 y 24°C (Vallejo, 1999).

Sin embargo, el sistema de cultivo que se ha venido desarrollando bajo invernadero tiene como propósito independizarse en lo posible de factores climáticos externos, sobre todo lluvia, temperatura y humedad relativa (Jaramillo, 2009). Con el uso de invernaderos, accesorios y otras adaptaciones climáticas, se trata de optimizar la productividad del sistema de cultivo, facilitar la programación de las cosechas, optimizar la calidad de los productos y minimizar la incidencia de plagas y enfermedades (Martínez, 2001). El desarrollo vegetativo del tomate bajo invernadero es de 80 a 90 d, edad en la que se inicia su cosecha, la cual se extiende hasta los 150 a 180 d de acuerdo con el manejo agronómico que se le dé, obteniéndose en promedio dos cosechas por año (Ubaque *et al.*, 2002).

La producción del tomate en Colombia se ha caracterizado en los últimos años por un buen ritmo de crecimiento, como resultado del mejoramiento de los circuitos comerciales y la tecnificación de los cultivos. Las mejoras tecnológicas de los cultivos se ven representadas en la producción bajo invernadero, implementación de estrategias de manejo integrado de plagas, uso de buenas prácticas agrícolas, acatamiento de los estándares fitosanitarios para exportación, entre otros (Casierra-Posada *et al.*, 2007). Otro aspecto que ha propiciado la expansión del sistema de producción de tomate en el país ha sido la especialización de unas regiones en su producción, teniendo en cuenta que las características del suelo sean favorables para la siembra de una determinada variedad, lo que ha conducido a departamentos como Boyacá y Norte de Santander a ser abanderados en la producción de esta especie agrícola (MADR, 2005).

Se ha detectado una importante demanda del tomate producido bajo cubierta tanto en el mercado nacional como internacional. Esta demanda ha sido manifestada por las grandes cadenas de supermercados del país.

En Colombia, la producción de tomate es común en casi todas las zonas, no obstante se concentra, principalmente, en los departamentos de Cundinamarca, Norte de Santander, Valle de Cauca, Boyacá, Huila, Antioquia, Risaralda y Caldas (Miranda *et al.*, 2009). El cultivo de tomate bajo cubierta ha tenido un espectacular crecimiento en Colombia, principalmente en el Municipio de Sutamarchán y la provincia de Ricaurte (Boyacá), donde en los últimos años se ha aumentado el área sembrada hasta alcanzar 1.009 ha bajo cubierta. Es de destacar que en el Valle de Tenza (Boyacá) por muchos años se concentró el mayor porcentaje de la producción de tomate del país hasta el punto que actualmente se producen en 60 ha (Cano y Márquez, 2005).

El objetivo general de esta investigación se centra en exponer en forma explícita las condicio-

nes sociales, técnicas y económicas del sistema de producción de tomate bajo invernadero en los municipios de Guateque, Sutatenza y Tenza del departamento de Boyacá, con el propósito de arrojar elementos de análisis que conlleven a la comprensión y propuesta de mejoramiento de la situación socioeconómica de los productores.

METODOLOGÍA

Para la realización de este estudio se utilizó un diseño metodológico no experimental de carácter cuantitativo, fundamentado en la observación directa y en la aplicación de un formulario a través de una encuesta a los productores de tomate bajo invernadero, del marco geográfico de estudio constituido por los municipios de Guateque, Sutatenza y Tenza, de la provincia de Oriente del departamento de Boyacá, ubicados a aproximadamente 100 km de Bogotá por la vía al llano. Su topografía varía de ondulada a fuertemente ondulada y posee variedad de climas, en razón a que su altura oscila entre los 1.300 msnm y los 2.600 msnm predominando en la mayoría de su territorio el clima medio con una temperatura promedio de 20°C y una humedad relativa entre 75% y el 85% (MADR, 2007).

Las fuentes primarias para la obtención de la información fueron principalmente las agroempresas productoras de las que se obtuvieron los datos básicos de tamaño, parámetros técnicos de producción, costos de producción, comercialización, problemas del sistema, entre otros, para realizar tanto el análisis técnico como socioeconómico del sistema de producción del cultivo de tomate bajo invernadero. También forma parte de este tipo de fuente el personal profesional y técnico de diferentes casas comerciales de productos agroquímicos que realizan apoyo técnico a los distribuidores de insumos y productores de la región.

Las fuentes secundarias estuvieron constituidas por los archivos de las entidades estatales agropecuarias de los diferentes municipios, así como

los estudios realizados por la Corporación Autónoma Regional Corpochivor. La recolección de información se efectuó a través del empleo de un formulario mediante la aplicación de una encuesta socioeconómica, en la cual se recolectó información técnica, de tipo social, de producción y económica de las unidades productoras.

Para la recolección de la información, insumo fundamental de esta investigación se tomó una muestra de aproximadamente 22% del total de las unidades productoras de tomate bajo invernadero, de los municipios en estudio, teniendo en cuenta la afijación proporcional de unidades de producción. La selección de la muestra se hizo por el método de muestreo aleatorio simple para cada municipio. En la tabla 1 se relaciona el número de agroempresas en las que se lleva a cabo el cultivo de tomate bajo invernadero y la muestra estudiada en cada uno de los municipios. La encuesta, se constituyó en el método de recolección de información y se reforzó con la observación directa, tanto en la unidad de explotación como en plazas de mercado locales.

La información fue condensada básicamente mediante el uso de gráficos circulares y de barras en los que se presentan los datos en términos de magnitudes, para interpretarlos en forma visual. Para el cálculo de la rentabilidad del sistema se consideró el costo total de producción por m², el cual se configuró teniendo en cuenta las siguientes dos categorías (Muñoz, 2003).

Costos directos: incluyen la mano de obra directa, insumos, empaque, maquinaria y fuerza de tracción animal y transporte.

Costos indirectos: corresponden a arrendamiento por ciclo, imprevistos, administración, depreciación de equipos y construcciones transitorias, intereses por financiamiento, asistencia técnica, combustible, fletes, acarreos, intereses e imprevistos.

Igualmente se determinaron los montos de dinero que corresponden al ingreso bruto o ingresos por venta de la producción, estimados a través de la multiplicación de la cantidad producida por el precio unitario de venta del producto.

Para el cálculo de la rentabilidad de la actividad de producción de tomate bajo invernadero, se aplicó la siguiente fórmula (Rodríguez, 2002):

$$R = \left[\left(\frac{IB}{CT} \right)^{1/n} - 1 \right] \times 100 \tag{1}$$

Donde *R* = rentabilidad mensual en porcentaje; *IB* = ingreso bruto (total); *CT* = costo total: *CT* = *CD* + *CI*; *CD* = costos directos; *CI* = costos indirectos; *n* = número de meses de duración del ciclo de producción del sistema.

Tabla 1. Relación de la población y muestra de predios productores de tomate en los municipios del marco geográfico de la investigación.

Municipio	Número de predios	Porcentaje	Muestra
Guateque	9	19	2
Sutatenza	11	25	3
Tenza	26	56	5
Total	46	100	10

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Perfil socioeconómico de la agroempresa productora de tomate bajo invernadero

En los municipios del Valle de Tenza, dentro de los que se destacan Guateque, Sutatenza y Tenza, existen algunos factores que han imposibilitado fortalecer la agricultura en la región como son: el microfundio y el minifundio, los altos costos de producción, la topografía abrupta, los bajos niveles de transferencia tecnológica, la dificultad para acceder a créditos para inversión y la migración de la población económicamente activa, entre otros. Sin embargo, la participación de la región a nivel departamental con productos como el pepino (90,2%) habichuela (88,5%) y tomate (27,5%), es importante y muestra un crecimiento progresivo en los últimos cuatro años. Existe entonces un gran potencial para fortalecer la producción de alimentos, siendo favorable la existencia de un 61,1% de la superficie total de la provincia con vocación agrícola (PDB, 2008).

En la región del Valle de Tenza, el cultivo de tomate bajo invernadero se ha venido desarrollando desde hace un poco más de 10 años, y a pesar de que en un inicio incorporó a muchos agricultores de la región, hubo factores económicos y de manejo del sistema de producción que hicieron que este número se redujera significativamente en casi un 40%. En esta actividad agrícola se destacan municipios importantes como son Garagoa, La Capilla, Almeida, Tenza, Sutatenza y Guateque. Sin embargo, los agricultores que actualmente desarrollan esta actividad han mantenido la región en un lugar importante en cuanto a la producción de tomate a nivel departamental. Es de destacar que en los municipios de Guateque, Tenza y Sutatenza, que son los municipios en estudio, se concentra casi el 40% de la producción de tomate bajo invernadero de la región (MADR, 2008).

Al analizar el tipo de tenencia del predio donde se desarrolla la producción de tomate bajo invernadero, se concluyó que ninguno de los produc-

tores realiza esta actividad en predios arrendados. Las agroempresas donde están instalados los invernaderos se caracterizan por ser de propiedad del agricultor o pertenecer al socio o es de propiedad familiar.

El sistema de trabajo aplicado en estos tipos de agroempresas se apoya en el aporte financiero de un socio capitalista, quien además del aporte económico, se encarga del proceso de comercialización del producto. La recuperación de la inversión la obtiene el socio capitalista con el producto obtenido y vendido, recuperación que puede realizarse en uno, dos o tres ciclos del cultivo, dependiendo del volumen de producción y los precios del tomate en el mercado. Los costos de producción del sistema de producción de tomate bajo invernadero son muy altos y se concentran fundamentalmente al inicio del ciclo productivo. La infraestructura, los insumos y la mano de obra son los componentes del sistema productivo que demandan mayores gastos y erogaciones inmediatas.

En lo que respecta al nivel de escolaridad del productor, se encontró que éstos en su mayoría solo han cursado la educación primaria. Respecto a la edad de los productores, se determinó que el mayor porcentaje corresponde a agricultores que superan los 50 años, seguido por los que oscilan entre 40 y 50 años. La minoría lo constituyen los menores de 40 años.

Los productores de tomate bajo invernadero, además de realizar la explotación de esta especie, que es la principal actividad económica, utilizan parte de su terreno para otro tipo de actividades agropecuarias como son los cultivos de maíz, frijol y pastos y ganado principalmente (figura 1). La investigación permitió precisar que la mayoría de las unidades productoras de tomate solo disponen de un invernadero, circunstancia que llevó a concluir que en estas solo se puede llevar a cabo una cosecha por año.

En la zona de estudio el área de los invernaderos oscila entre 1.500 m² y 3.000 m² predomi-

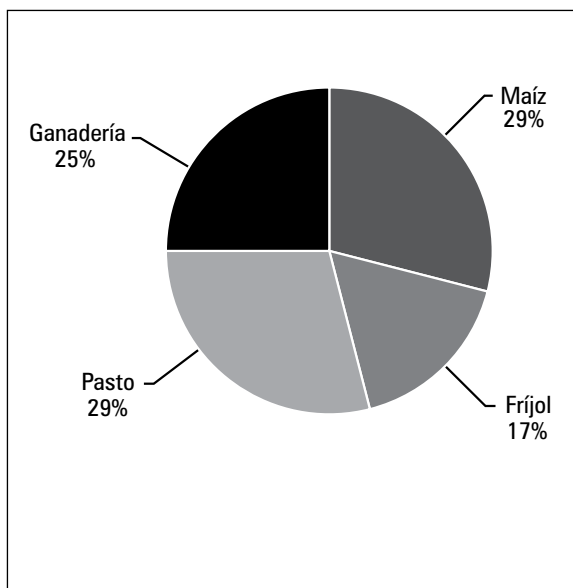


Figura 1. Otros usos del suelo en la agroempresa productora de tomate bajo invernadero en los municipios en estudio, año 2009.

nando los que poseen áreas entre 2.000 m² y 2.500 m². Se destaca el hecho de que la mayoría de los predios donde están construidos los invernaderos no superan las 1,5 ha.

Caracterización del sistema de producción de tomate bajo invernadero

Previo a efectuar el análisis de la información es necesario dar a conocer cómo se ejecuta en forma general el sistema de siembra de tomate bajo invernadero en la región. El cultivo de tomate bajo invernadero exige una inversión inicial alta, en la cual la infraestructura ocupa el mayor costo (Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2005). En la zona estudiada se encontraron agroempresas en las cuales las plantas de tomate se disponen sembradas en bolsas con aproximadamente 6 kg de sustrato. Esta situación se da en razón a que en el terreno donde están construidos los invernaderos se presentan problemas de *Fusarium*, hongo patógeno del suelo, muy limitante en la producción. Esta práctica se constituye en la forma como el productor encontró una alternativa para poder producir y aprovechar la inversión en la

infraestructura. Este sistema de siembra tiene dos inconvenientes principalmente: primero su alto costo, a pesar de que la bolsa sirve para cuatro ciclos, y el segundo, el hecho de que la planta se tiene que podar después del sexto o séptimo racimo, pues los siguientes no tienen suficiente llenado, lo que genera un menor rendimiento por m², sin embargo en este sistema se pueden realizar dos cosechas por año.

En la figura 2 se observa cómo es la configuración del sistema de producción de tomate bajo invernadero, teniendo en cuenta los dos modelos de siembra que se realizan en la zona de estudio.

En el análisis de las diversas operaciones del proceso de producción se determinó que todos los productores poseen en sus agroempresas tomates híbridos de larga vida, destacándose el uso de los híbridos Nemoneta y Daniela. Su predominio se debe a su buen comportamiento en la etapa de poscosecha, ya que la principal característica que poseen estos híbridos es la de una mayor resistencia a la manipulación. Esta cualidad permite un manejo del producto sin que se deteriore, propiedad importante muy deseada por los comercializadores.

Una operación realizada en todos los invernaderos productores de tomate es el uso del fertirriego, la cual es destacada ya que el productor garantiza que todas las plantas sembradas reciban el fertilizante y el agua, necesarios para su óptimo desarrollo y producción.

También se observó que en los cultivos que estaban en curso, la pérdida de plantas no superaba el 5%, porcentaje realmente muy bajo razón por la cual no se justificaba realizar resiembras, ya que si se hiciera, el cultivo establecido inicialmente tendría un desarrollo fisiológico muy avanzado con respecto a las nuevas plantas, lo que generaría una desuniformidad en el manejo del sistema de cultivo, que incidirá específicamente en la operación de cosecha.

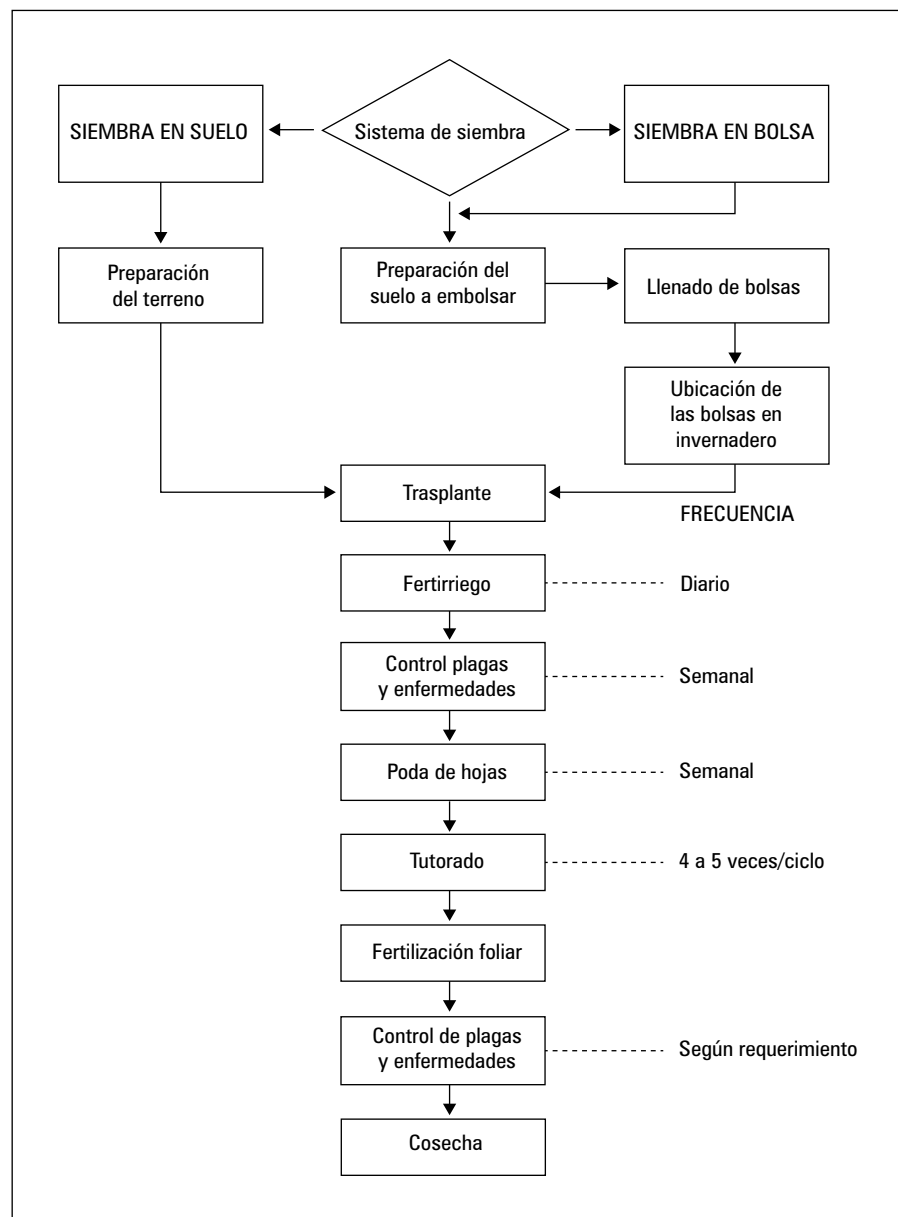


Figura 2. Diagrama de las operaciones del proceso productivo del sistema de producción de tomate bajo invernadero en los municipios en estudio.

Por otra parte, se pudo registrar que las áreas de siembra de las agroempresas de tomate bajo el sistema de invernadero, no superaban los 3.000 m² y que 60% de las unidades productoras poseen áreas sembradas entre 2.000 m² y 3.000 m². El restante 40% entre 1.000 m² y 2.000 m².

En la zona de estudio predominan dos densidades de siembra; la primera corresponde a 2,5

plantas/m² y la segunda a 3 plantas/m², sin embargo los cultivos donde se siembran en bolsa, la densidad es más alta, con el propósito de obtener un mayor rendimiento por área.

Es importante destacar que los problemas de producción de estas agroempresas están directamente relacionados con el clima, es así como en época lluviosa el principal problema es la pre-

sencia de *Alternaria* sp., y en época de sequía el principal problema es la presencia de plagas principalmente la mosca blanca, *Trialeurodes vaporariorum* y el pasador del fruto, *Neoleucinodes elegantalis*; por opinión de los agricultores estos no se han constituido en limitantes en la producción, ya que se acostumbran a realizar aplicaciones preventivas y de control con productos específicos. Al respecto, Casierra-Posada *et al.* (2010) enfatizan afirmando que dentro de los problemas más limitantes para la producción nacional de tomate se destacan: los problemas fitosanitarios y el desarrollo y manejo de los cultivos que con frecuencia no se realizan, a partir de las condiciones de los ecosistemas intervenidos para la producción.

Análisis económico-financiero

En el cultivo de tomate bajo invernadero es necesario realizar una inversión inicial considerable debido a los requerimientos de infraestructura. Según la información obtenida de la encuesta, se deduce que el costo total de mano de obra, por concepto de mantenimiento del cultivo, alcanza los \$3.200/m². Su comportamiento en cada operación puede verse en la figura 3.

La cosecha de tomate es la operación del proceso de producción que implica mayor costo, ya que esta se realiza dos veces por semana y en ella se utiliza una cantidad considerable de jornales. Le sigue en costo la de poda de mantenimiento, la que se realiza semanalmente y en la que se utiliza en promedio de tres a cuatro jornales. Con respecto al costo de mano de obra que se emplea para realizar las aplicaciones para el control fitosanitario y aplicar el fertirriego, se observa que aunque se ejecuta el primero semanalmente y el segundo diariamente, el jornalero ocupa entre 1 y 2 h d⁻¹ en estas operaciones.

Con respecto a los costos de los insumos por m² utilizados durante el ciclo del sistema de producción del cultivo, los fertilizantes son los que se constituyen en los mayores costos de produc-

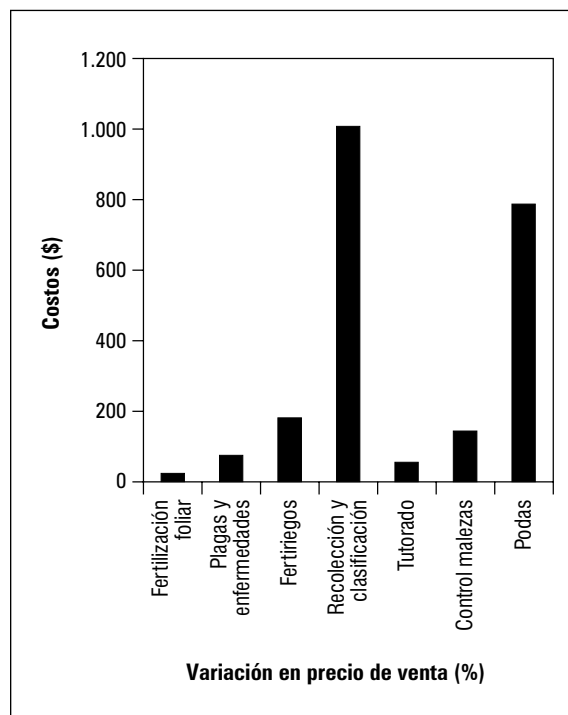


Figura 3. Costo total de mano de obra por m² en el mantenimiento del cultivo para el sistema de producción de tomate bajo invernadero en los municipios de estudio, año 2009.

ción, generados principalmente por el fenómeno mundial de alzas en el precio de los mismos. Es importante resaltar que los precios nacionales de los fertilizantes presentan un crecimiento superior al registrado en el mercado internacional y las mayores diferencias se registraron en los años 2008 y 2010, siendo el primero donde se dio la mayor magnitud (MADR, 2010a). Debido a la exigencia nutricional de la planta, es de destacar que los agricultores no han encontrado otra alternativa para disminuir el consumo de éstos, añadiéndose el hecho de que ninguno realiza análisis de suelos, evento que podría contribuir a disminuir en algún grado los costos de los fertilizantes, pues generalmente los agricultores aplican mayor cantidad de la que necesita la planta.

Jaramillo *et al.* (2007) destacan dentro de la estrategia de implementación de BPA en el cultivo de tomate, concientizar al productor en la impor-

tancia de realizar análisis de suelos antes de llevar a cabo el cultivo con el ánimo de racionar el uso y aplicación de fertilizantes, operación que se constituye en la de mayor participación porcentual en el costo del mantenimiento del cultivo a nivel nacional. Por demás se hace prioritario llamar la atención sobre el uso racional de este tipo de insumo en razón a la fuerte dependencia del mercado internacional en la compra de fertilizantes, la cual expone a la agricultura colombiana en general y en particular a la actividad hortícola a mayores precios, lo cual impacta considerablemente la estructura de costos (CCI, 2010).

El siguiente rubro que ocupa un renglón importante en el costo de los insumos son las plántulas. Para el caso se encontró que todos los productores encargan de la germinación de sus semillas a una empresa ubicada en Guateque, la cual es especializada en la germinación de todo tipo de semillas. El costo promedio de esta operación es de \$90 por plántula más el valor de la semilla del híbrido.

En la figura 4 se establece una comparación entre los costos totales de producción por m^2 de los

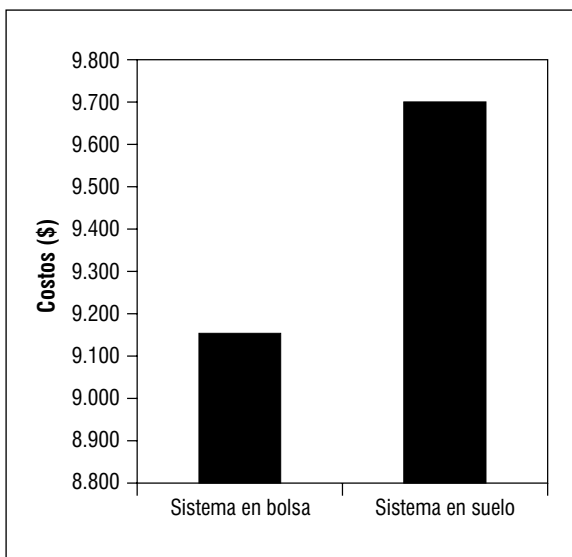


Figura 4. Costos totales de producción del cultivo del tomate por m^2 para los modelos de los sistemas de siembra en bolsa y en suelo en los municipios de estudio, año 2009.

dos modelos de sistemas, destacándose la diferencia originada principalmente por los costos indirectos, ya que estos disminuyen para el sistema de siembra en bolsa, pues la depreciación es diferida a mayor tiempo en razón del número de ciclos que se pueden realizar al año.

Todos los agricultores manifestaron que recuperan el dinero generalmente con la realización de más de dos ciclos de cosecha. También hay que recordar que ya para el segundo ciclo no hay que realizar inversión para la implementación de la infraestructura y adquisición de equipos y canastillas. Es necesario aclarar que para efectuar los cálculos de la rentabilidad del sistema de producción, esta inversión fue diferida por meses.

Según el MADR (2010a), el departamento de Boyacá se ha mantenido como uno de los departamentos con mayor productividad parcial de la tierra (rendimientos/ha), como consecuencia del incremento del área de cultivo de tomate bajo invernadero, para lo cual ha contribuido el empleo de una mayor densidad de siembra, la utilización de híbridos de alto rendimiento y la realización de mayores controles, fitosanitarios. Esta situación se ha hecho manifiesta en el caso específico de los municipios de Guateque, Sutatenza y Tenza, en los cuales se alcanzaron productividades parciales de la tierra para el periodo de investigación muy superiores a las logradas en zonas de otros departamentos de amplio reconocimiento en este sistema productivo como Cundinamarca y Quindío e inclusive otras zonas del departamento de Boyacá como el bajo Ricaurte. Según información obtenida a través de la aplicación de la encuesta en la zona de estudio, la productividad parcial de la tierra para el sistema de producción de tomate bajo invernadero fue de $116 t ha^{-1}$ para la densidad de siembra de $2,5 plantas/m^2$ y de $134 t ha^{-1}$ para la de $3 plantas/m^2$.

Para el modelo de siembra en el suelo se tiene que el ingreso neto (IN) es de $\$3.568/m^2$, superando significativamente a los ingresos netos obtenidos por el sistema de siembra en bolsa (IN $\$1.270/$

m²). La causa principal de esta diferencia es la productividad por m² que se tiene en cada sistema; no obstante se debe tener en cuenta que, trabajando bajo el sistema de siembra en bolsa, se pueden realizar dos ciclos por año.

Con la información obtenida durante la investigación también se determinó la relación beneficio/costo por m² (*R B/C*), para un ciclo de producción, de cada uno de los sistemas de siembra.

Para el sistema de siembra en suelo la *R B/C* fue:

$$R\ B/C = \frac{\$13.269}{\$9.701} = 1,36$$

Para el sistema de siembra en bolsa la *R B/C* fue:

$$R\ B/C = \frac{\$10.417}{\$9.147} = 1,14$$

Con los resultados obtenidos de la *R B/C* de los dos sistemas de siembra se hace notoria la del primero y se precisa que los ingresos son superiores a los egresos y, en consecuencia, se destaca que el proceso de producción de tomate sí genera utilidades. Se hace relevante el hecho de que para los dos modelos de sistemas, se les determinó su rentabilidad, para cuyo cálculo se utilizó la fórmula presentada en la metodología, a partir de la cual el modelo de siembra en suelo, arrojó una rentabilidad mensual de *R* = 4,5%. En tanto para el modelo de siembra en bolsa, la rentabilidad mensual del sistema de producción de tomate fue de 2,2%

En la tabla 2 se ilustra una comparación de indicadores financieros y económicos del sistema de producción de tomate para la zona de estudio. Se concluye que en el momento en que se realizó la investigación, la actividad de siembra de tomate bajo invernadero en sus dos modalidades, tanto siembra en suelo como en bolsa, constituye una operación rentable, puesto que supera por amplio margen al porcentaje de retribución del dinero (costo de oportunidad) ofrecido por el sistema financiero a través de la tasa de interés de oportunidad, expresada en el indicador de referencia DTF a 90 d (depósito a término fijo). No es de desconocer que esta actividad productiva agraria es muy sensible a la variación de precios y a los factores ambientales.

Comercialización del producto

En lo que hace referencia a la comercialización del tomate, la investigación determinó la existencia de dos canales de comercialización. Algunos productores envían el producto de sus cosechas directamente a la Central de Abastos de Bogotá y otros lo venden directamente al socio capitalista, situación que puede observarse en la figura 5. Según la información suministrada por los productores, cuyo sistema de trabajo es en sociedad, el socio es el que cumple la función de mayorista y maneja los mercados especializados.

Según la Encuesta Nacional Agropecuaria en Colombia, en términos generales, la determinación del precio del tomate es libre teniendo en cuenta el juego de la oferta y la demanda del producto (MADR, 2010b). En este aspecto, la CCI es la encargada de informar sobre el comportamiento de

Tabla 2. Comparación de indicadores económico-financieros de los modelos de siembra del sistema de producción de tomate. Año 2009.

Modelo de sistema	Duración ciclo productivo (meses)	IN/m ² (ciclo productivo)	R B/C (ciclo productivo)	Rentabilidad mensual (%)	DTF mensual (%)
Siembra en suelo	7	\$3.568 / m ²	1,36	4,5	0,82
Siembra en bolsa	6	\$1.270 / m ²	1,14	2,2	0,82

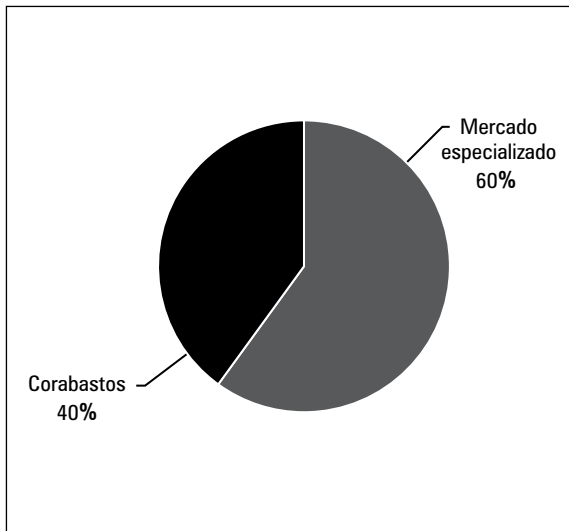


Figura 5. Comercialización (destino) de la producción de tomate de los municipios de estudio, año 2009.

los precios de este producto a nivel de las diversas centrales de abastos del país. La relación compra/venta y la determinación de los precios del tomate producido en la región está dada por la oferta y la demanda del producto. Los precios varían día tras día y el precio de compra al productor depende del día en que se vende la cosecha.

En Colombia, el canal de comercialización más frecuentemente utilizado para el tomate, es el que se extiende entre el productor – acopiador – mayorista – minorista – consumidor, en el cual por lo general los mayoristas aseguran su abastecimiento en las zonas de producción antes de la cosecha, para lo cual se celebra un contrato verbal (MADR, 2010a). La función de acopio la realiza normalmente el mayorista, o en su defecto el productor quien tiene que enviar su cosecha a las centrales mayoristas si ese es su destino, o, se le vende al socio capitalista, quien acopia la producción de diferentes agroempresas productoras, con el fin de cumplir los compromisos adquiridos con el mercado especializado. El transporte se realiza en camiones que transitan por estas agroempresas recogiendo la producción para llevarla a su destino, bien sean las centrales de abastos o acopiadores.

En lo que hace referencia al empaque del tomate, este se hace en canastillas plásticas, comúnmente llamadas cajas carulleras, cuya máxima capacidad es de 20 kg. Este tipo de empaque tiene la ventaja de permitir un embalaje organizado tanto dentro del camión como en las bodegas de almacenamiento, reduciendo el daño físico del producto y evitando así las pérdidas poscosecha.

El almacenamiento normalmente lo realiza el mayorista. Para cuando el producto se destina al mercado especializado, el mayorista dispone de instalaciones donde puede mantener el tomate refrigerado mientras se realiza el proceso de clasificación y reempaque.

Con relación a la información de precios, en Colombia existe información permanente y diaria de los precios del mercado del tomate. El acceso a esta información por parte de los productores de tomate es limitado, pues se obtiene por internet, sistema que no manejan y al que no tienen fácil acceso. Para el caso de los productores que poseen socio capitalista, dan un voto de confianza a éste, quien es el que en el momento de recibir el producto, le comunica el precio que será cancelado, el que normalmente es el mismo establecido en la central de abastos. El financiamiento es asumido por el productor. Según la información obtenida, los productores financian la comercialización del producto con recursos propios.

En el marco de esta investigación se relievó una información muy importante relacionada con el papel de las organizaciones de economía solidaria en este tipo de sistema de producción. De esta manera debido a que en años anteriores en la región existieron cooperativas y asociaciones de productores de tomate, las que como consecuencia de su mal manejo generaron pérdidas para productores, estos en la actualidad no muestran el mínimo interés en pertenecer a algún tipo de asociación de productores de tomate. Esta circunstancia hace que el productor venda el tomate directamente en las centrales de abastos o a la persona con quien lleve a cabo una actividad pro-

ductiva en sociedad. En la zona se identificaron dos canales de comercialización bien definidos: uno establecido para los productores que comercializan en la central de abastos y otro para productores que venden su cosecha al socio.

Impactos técnico-económicos del sistema en la región

La implementación de este sistema ha generado impactos tanto positivos como negativos en la región. Como impactos positivos vale la pena destacar: el conocimiento y aplicación de nuevas tecnologías, el manejo eficiente de suelo y agua, ampliación de la oferta de trabajo permanente, e implementación de nuevos sistemas de comercialización. Otro aspecto positivo tiene que ver con la presencia de profesionales agrarios en la zona, quienes son encargados de mantener actualizados a los productores acerca de los diferentes ajustes e innovaciones tanto tecnológicos como de comercialización.

Como impacto negativo importante, es de mencionar el desmedido empleo de pesticidas con ingredientes activos de alta residualidad, tanto en el producto como para el medio ambiente, pues no existe norma alguna que obligue y dirija la aplicación de dichos agroinsumos. Otra situación negativa que se enfrenta actualmente en la región es el incremento de algunas plagas propias del cultivo del tomate, lo que ha implicado que para su control se haya tenido que aumentar las dosis y realizar aplicaciones de mezclas de productos específicos, en la mayoría de las veces, sin ningún tipo de orientación profesional.

Corpovichor (2011) enfatiza sobre la importancia de implementar en la región un modelo de competitividad sectorial basado en una estrategia de innovación agroempresarial fundamentada en el triángulo educación – investigación – emprendimiento y soportada en alianzas estratégicas público-privadas.

Dada la importancia económica y social que para la región ha generado este sistema de producción, esta se ha caracterizado por implementar estrategias de manejo que pretendan como fin optimizar la limpieza y calidad del producto para poder enviarlo al mercado internacional.

CONCLUSIONES

Un alto porcentaje de los productores de tomate bajo invernadero en la región de estudio se ven forzados a realizar un solo ciclo productivo por año, debido a su capacidad económica, al tamaño de la infraestructura del sistema de producción o al sistema de siembra.

Un aspecto relevante en la región es la casi nula existencia de proyectos y programas de capacitación para los productores de tomate ofertados por las instituciones estatales agrarias municipales.

Una fortaleza importante que tienen los productores del cultivo de tomate bajo cubierta es la alta productividad parcial de la tierra, lo cual protege al productor, sobre todo cuando los precios del producto en el mercado son bajos. Desde luego cuenta con mayor protección cuando este posee buen precio en el momento de la comercialización.

Según el análisis económico realizado se destaca la fragilidad en la sostenibilidad económica del sistema, tanto por la variación de los precios del producto como en lo referente a la incidencia de los incrementos impredecibles en los costos de los insumos.

Los productores de tomate bajo invernadero que realizan la actividad productiva en sociedad dependen del socio, aportante de capital en calidad de préstamo para la apropiada comercialización del producto, garantizándose de esta manera una eficiencia financiera que les estimule a seguir en esta actividad productiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cano, R.P. y H.C. Márquez. 2005. Producción de tomate bajo invernadero. En: Monografías [http://www-monografías.com/trabajos_16/tomateorgánico.shtml](http://www.monografías.com/trabajos_16/tomateorgánico.shtml); consulta: noviembre de 2008.
- Casierra-Posada, F., M.C. Cardozo y J.F. Cárdenas-Hernández. 2007. Análisis del crecimiento en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados bajo invernadero. *Agron. Colomb.* 25(2), 2-12.
- Casierra-Posada, F., O.J. Álvarez y N. Luque. 2010. Calidad de frutos en tomate producidos bajo coberturas reflectiva y plástica. *Rev. Colomb. Cienc. Hortíc.* 4 (1), 67-80.
- CCI. 2010. Costos de los fertilizantes en el mercado nacional. Portafolio insumos. Mercado de los fertilizantes. Sembramos abril 2010, pp. 25-26. En: <http://www.cci.org.co/ccinew/pdf/SEMBREMOS/ABRIL%202010%20REVISTA%2012/insumos.pdf>; consulta: septiembre de 2011.
- Corporación Autónoma Regional de Chivor (Corpochivor). 2011. Informe de actividades 2010. Garagoa, Colombia.
- Jaramillo, J. 2009. The state of research in tomato in Colombia. *Acta Hort.* 821, 47-52.
- Jaramillo, J., V.P. Rodríguez, M. Guzmán, M. Zapata y T. Rengifo. 2007. Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Corpoica, FAO, Bogotá.
- Martínez, P.F. 2001. Cultivo de tomate en invernadero frío. pp. 70-78. En: Memorias del curso Horticultura Protegida. 22 a 26 de octubre de 2001. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Matamoros, C. 2003. Nueva tendencia de la producción de tomate en invernadero. En: Siglo de Torreón, <http://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/33034.nueva-tendencia-la-produccion-de-tomate-en-i.html>; consulta: noviembre de 2008.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2005. Encuesta nacional agropecuaria, DANE. Bogotá.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2007. Encuesta nacional agropecuaria, DANE. Bogotá.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2008. Encuesta nacional agropecuaria, DANE. Bogotá.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2010a. Observatorio de cadenas productivas. Estadísticas agropecuarias. Bogotá.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2010b. Encuesta nacional agropecuaria, DANE. Bogotá.
- Miranda, D., G. Fischer, C. Carranza, M. Rodríguez, O. Lancho and J.C. Barrientos. 2009. Characterization of productive systems of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in producing zones of Colombia. *Acta Hort.* 821, 35-46.
- Muñoz, J.J. 2003. El cultivo de tomate en invernadero. pp. 226-262. En: Muñoz J.J. y J.Z. Castellanos (eds.). Manual de producción hortícola en invernadero. Incapa, México, D.F.
- Planeación Departamental de Boyacá (PDB). 2008. Estadísticas agrícolas. Secretaría de Planeación de Boyacá, Tunja, Colombia.
- Rodríguez, F. 2002. Gestión moderna de agroempresas. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Ubaque, H.W., E.H. Fuentes y R. Lee. 2002. Manual de tomate bajo invernadero. Vol. 2. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.
- Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 2005. Control del clima. En: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, <http://www.utadeo.edu.co/dependencias/ciaa/programas/clima.php>; consulta: noviembre de 2008.
- Vallejo, F. 1999. Mejoramiento genético y producción de tomate en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.