

ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE JITOMATE ORGÁNICO (*Lycopersicon esculentum* P. Mill.) EN INVERNADERO

ANALYSIS OF PRODUCTION COST OF ORGANIC TOMATE (*Lycopersicon esculentum* P. Mill.) IN GREENHOUSE

**Jorge Miguel Paulino Vázquez-Alvarado^{1*}, Sergio Ramírez-Rojas¹,
Rubén Ocampo-Espín² y Jesús Gama-González³**

¹Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatepec, Km 0.5 Carretera Zacatepec-Galeana. CP 62780, Col. Centro, Zacatepec, Morelos, México. Tel: 55 3871 8700 Ext. 86614.

² Productor de jitomate. Domicilio conocido, Tehuixtla, Morelos, México.

³Técnico INIFAP

*Autor para Correspondencia. Correo-e: vazquez.jorge@inifap.gob.mx

RESUMEN

La demanda de productos orgánicos, entre ellos el jitomate, se incrementa cada año. En respuesta a esta demanda, los agricultores mexicanos cultivan 425.7 ha, de las cuales 36.1 ha son bajo cubierta. Se encontraron datos sobre precio y rendimiento de jitomate orgánico, pero no se sabe acerca de costos de producción, es por esta razón que el objetivo del presente estudio fue analizar los costos de diversas formas de producción de jitomate orgánico cultivado en invernadero. Se estableció un experimento en Zacatepec, Morelos, México, el cual consideró cuatro tratamientos: testigo absoluto, con citoquinina, con biofertilizante y con un compuesto de bioinsecticida,

biofungicida y biofertilizante. El manejo del cultivo fue el típico, excepto que todos los insumos eran orgánicos. Los resultados fueron: 1) la diferencia de los costos totales de cada método de producción fue mínima porque los costos fijos fueron iguales y los costos variables cambiaron muy poco; 2) en el costo total unitario hubo diferencias marcadas porque el rendimiento entre tecnologías fue desigual; 3) los costos fijos unitarios estuvieron a un nivel razonable, lo que implícitamente indica, que los costos variables unitarios son aceptables y; 4) la rentabilidad fue positiva y alta en las tres tecnologías de producción.

Palabras clave: Agroecología, biofertilizantes, biofungicidas.

ABSTRACT

The demand for organic products, including tomatoes, increases every year. In response to this demand, Mexican farmers cultivate 425.7 ha, of which 36.1 ha are under cover. Data on the price and yield of organic tomatoes were found, but it is not known about production costs, it is for this reason that the objective of the present study was to analyze the costs of various forms of production of organic tomatoes grown in greenhouse. An experiment was established in Zacatepec, Morelos, Mexico, which considered four treatments: absolute control, with cytokinin, with biofertilizer and a bioinsecticide, biofungicide and biofertilizer compound. Crop management was typical, except that all inputs were organic. The results were: 1) the difference in the total costs of each production method was minimal, because the fixed costs were equal and the variable costs changed very little; 2) in total unit cost there were marked differences because yield between technologies was uneven; 3) unit fixed costs were at a reasonable level, which implicitly indicates that unit variable costs are acceptable and, 4) profitability was positive and high in all three production technologies.

Key words: *Agroecology, biofertilizers, biofungicides.*

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente en la segunda mitad del siglo XX, algunos consumidores empezaron a demandar productos alimenticios inocuos y que, durante el proceso de su producción no hayan dañado al ambiente. Ante esta demanda, surgió la agricultura orgánica, agroecológica o biodinámica. La agricultura orgánica es un sistema de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa fundamentalmente en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, sin usar

insumos que tengan efectos adversos (IFOAM, 2019).

En México, la superficie de producción orgánica ha crecido 20% en promedio anual desde 1996. Para el ciclo 2007/08, se estimó una superficie orgánica de 378,693 ha, en la que participaron más de 128,000 productores y se produjeron 67 productos (Schwentesiús *et al.*, 2014). La agricultura orgánica en México está vinculada principalmente a pequeños agricultores caracterizados por su estado de pobreza y de marginación (de los 128,862 productores orgánicos ubicados, 99.95% son pequeños agricultores, 82.77% pertenece a algún grupo indígena y el 34.6% son mujeres) (Schwentesiús *et al.*, 2014). Por lo anterior, la agricultura orgánica es estratégica ya que puede contribuir a la reducción de la dependencia alimentaria, a la creación de empleo rural, a mejores ingresos, a la reducción de la migración y de la pobreza, a la creación de externalidades positivas y a la conservación de la biodiversidad y sostenibilidad ambiental (IFOAM, 2019).

Dentro de los 67 productos agropecuarios orgánicos que se producen en México, se encuentra el jitomate (*Lycopersicon esculentum* P. Mill.). En 2017 se produjeron 425.7 ha de jitomate orgánico, de las cuales 389.6 ha fueron a cielo abierto, 34.6 ha en invernadero y 1.5 ha en casa sombra; con rendimiento promedio de 38.8, 217.4 y 23 t ha⁻¹, respectivamente (SIACON, 2019). Como se puede observar, los rendimientos en invernadero son los más altos. Producir bajo cubierta tiene como ventajas, además de los rendimientos altos, que se puede producir en condiciones adversas de clima y obtener un producto de mejor calidad en forma, sabor y color (Greer y Diver, 2000; Brentlinger, 2002).

Respecto a la demanda de jitomate, ésta crece anualmente, principalmente la internacional. Por este tipo de producto, el consumidor llega a pagar hasta 5.84 veces más que por el jitomate producido en forma convencional. Aunque el precio del jitomate

orgánico es atractivo, no se sabe si la producción es rentable ya que se desconocen los datos sobre costos. Conocer estos datos no sólo sirve para calcular la rentabilidad, sino para dimensionar el tamaño de la inversión de este tipo de producción y para negociar el precio de venta. Por todo lo anteriormente dicho, el objetivo del presente estudio es analizar los costos de diversas formas de producción de jitomate orgánico cultivado en invernadero en Zacatepec, Morelos, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El lote experimental se estableció en un invernadero de 500 m² dentro del Campo Experimental Zacatepec, ubicado en el municipio de Zacatepec, Morelos, México. El experimento se inició sembrando en un almácigo el híbrido de jitomate DT-22 (Crecimiento determinado, fruto tipo roma, alto potencial de rendimiento, muy resistente a virosis, frutos de L a XL, ideal para zonas calurosas y húmedas), el 16 de diciembre de 2018. Mientras la planta crecía en el almácigo, el invernadero se preparó iniciando con la roza de los residuos vegetales del cultivo anterior, los cuales se colocaron en el costado del invernadero. Después, se abrió una zanja donde se colocó lombricomposta en una dosis de 10 toneladas por hectárea y se cubrió con suelo formando una cama; la separación entre camas fue de 1.55 m; posteriormente se colocaron las cintillas de riego a lo largo de las camas y éstas, junto con los entresurcos, se cubrieron con plástico negro/plata de calibre 800; en los entresurcos se esparcieron los residuos vegetales mencionados anteriormente. A los 39 días después de la siembra, se procedió al trasplante; las plántulas se colocaron a una distancia de 0.45 m una de otra. Después del trasplante se aplicó un riego ligero con el fin de asegurar el contacto de la raíz al suelo. En el centro del invernadero se colocaron: una estación agroclimática marca Davis y dos tensiómetros, uno a 20 y otro a 30 cm de profundidad. En función de los registros en estos equipos se realizaron los riegos. A los

18 días después del trasplante se aplicaron los siguientes tratamientos:

1. Tratamiento testigo absoluto. Consistió en el cultivo de jitomate sólo con lombricomposta, pero sin aplicar ningún biofertilizante, bioplaguicida u hormona. Se puso para hacer la confrontación de tratamientos.

2. Tratamiento con citoquinina. Es un regulador de una serie de procesos de la planta, incluyendo la inducción de división celular, el crecimiento de los brotes y las raíces y el rendimiento (Fundación Antama, 2019). En jitomate se recomienda aplicarla después de cada corte.

3. Tratamiento con biofertilizante. Éste es un compuesto de 1000 g de *Glomus intraradices* y 380 g de *Azospirillum brasilense*. Este hongo y bacteria, respectivamente, incrementan la absorción de minerales, como fósforo, zinc y cobre, y fijan el nitrógeno.

4. Turbo-Reactor. Es un bioinsecticida, biofungicida y biofertilizante compuesto de *Glomus intraradices*, *Azospirillum brasilense*, *Sacharomyces* spp, Extractos de alga, *Bauveria bassiana*, *Metarhizium anisopilae*, *Enterobacter aerogenes*, *Lactobasillus brevis*, Extractos botánicos de repelencia, *Azotobacter chroococcum* y *Azotobacter vinelandii*. Los beneficios potenciales son: contribuye al desarrollo radicular; proporciona tolerancia al ataque de nemátodos y hongos de raíz y cuello; y mejora el rendimiento y calidad de las cosechas.

A los 20 días después del trasplante se colocó la espaldera formada con estacas de madera de 2 m de largo. Los hilos de alambre se fueron instalando en la medida que la planta iba creciendo; en total se pusieron tres hilos. Cuando la temperatura dentro del invernadero llegaba a los 30 °C se mojaba con manguera el rastrojo de los entresurcos con el fin de aumentar la humedad relativa. Para evitar enfermedades fungosas, se aplicó *Trichoderma* sp en dosis

de 8 L/ha. A los 35 días después del trasplante empezó la floración de los primeros racimos; para inducir la polinización, se sacudía manualmente las plantas; esta misma operación se realizó durante toda la época de floración. Cuando inició la cosecha, se aplicaron micronutrientes orgánicos con el fin de complementar la nutrición de la planta. Se aplicó ácido nítrico para complementar los requerimientos de nitrógeno. Cabe destacar que, salvo la aplicación de los tratamientos, el manejo del cultivo fue igual en todas las parcelas. La cosecha se inició a los 84 días después del trasplante; se realizaron en total seis cortes. Durante la cosecha se seleccionaron los frutos por tamaño y se midió el rendimiento y el número de frutos.

A lo largo del experimento, se registraron en una bitácora, todas las actividades realizadas y los insumos aplicados con su respectivo costo y precio; con estos datos, más el precio y cantidad de los activos se calcularon los costos. Para el cálculo de estos se siguió el procedimiento descrito en Bustamante *et al.* (2013). Con estos indicadores se realizó el análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La planta creció sin ningún problema fisiológico o fitopatológico. Los problemas se presentaron después de la sexta cosecha cuando el fruto se empezó a pintar de rojo y verde en diversos tonos (popularmente se le llama "payaseado"). Según Brandt *et al.* (2006), esto se debe a que el contenido de licopeno y caroteno disminuye cuando la temperatura excede los 30 °C. De acuerdo con los registros de la estación meteorológica, desde fines de febrero la temperatura dentro del invernadero empezó a subir hasta los 35 °C, pero sólo eran picos de una hora; a principios de mayo, cuando la temperatura empezó a durar más de cuatro horas por arriba de los 35 °C, los frutos quedaban pintos. Se contabilizaron sólo seis cortes porque eran los que cumplían la calidad del mercado, pero la planta siguió produciendo cuatro racimos más con fruto

payaseado. Los rendimientos de cada tratamiento se presentan en el Cuadro 1.

Lo primero que se debe destacar es que los costos fijos son iguales; esto se debe a que todos los tratamientos utilizaron los mismos activos, es decir, invernadero, sistema de riego, aspersor, espaldera, etc. Donde hubo discrepancias fue en los costos variables debido a que cada tratamiento tenía insumos diferentes, pero estas fueron mínimas. Por lo anterior, la diferencia en costo total entre métodos de producción fue muy pequeña.

Donde hubo contrastes fue en el rendimiento; el testigo fue el más bajo debido a que no recibió suplemento orgánico; el rendimiento del resto de los tratamientos fue prácticamente igual; lo que implica que cualquier suplemento provocó efecto parecido. La calidad del producto fue buena en todos los tratamientos ya que, en promedio, el 69% de la producción fue de primera, 20% de segunda y 11% de tercera.

Al dividir los costos: variable, fijo y total, entre el rendimiento se obtiene el costo variable, fijo y total unitario, respectivamente. Estos costos proporcionan información para tomar decisiones. En el caso que nos ocupa, el costo total unitario indica lo que en total cuesta producir un kilogramo de jitomate. Este tipo de costo, en el testigo, fue el más alto porque el rendimiento fue bajo; mientras que el costo total unitario del resto de los tratamientos fue menor debido al mayor rendimiento. Aunque no se encontró un costo por kilogramo de referencia contra el cual compararlo, se puede deducir que los costos unitarios fueron altos porque la producción comercial fue baja debido a las temperaturas altas que se presentaron durante el período mencionado de producción. Aun así, el costo fue competitivo ya que, en ese período, el precio al que se vendió fue a 12 pesos, lo que dejó un margen de ganancia amplio (Cuadro 1). Cabe mencionar que entre abril y mayo hay poca oferta local ya que es un período no apto para la producción de jitomate y, por ende, el precio llega a ser alto.

Cuadro 1. Costos de formas de producción de jitomate orgánico. Zacatepec, Morelos, México. 2019.

Concepto	Unidad	Testigo	Citoquinina	Biofertilizante	Turbo
Costos Variables	(\$)	46,288.76	46,535.36	46,368.76	46,368.76
Costos de insumos y servicios	(\$)	46,288.76	46,288.76	46,288.76	46,288.76
Citoquinina	(\$)	0.00	246.60	0.00	0.00
Biofertilizante	(\$)	0.00	0.00	80.00	0.00
Turbo Reactor	(\$)	0.00	0.00	0.00	80.00
Costos fijos		10,271.37	10,271.37	10,271.37	10,271.37
Renta de tierra	(\$)	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00
Estructuras y sistemas	(\$)	7,664.47	7,664.47	7,664.47	7,664.47
Maquinaria y equipo	(\$)	1,297.00	1,297.00	1,297.00	1,297.00
Herramientas, accesorios y materiales	(\$)	1,309.91	1,309.91	1,309.91	1,309.91
Mantenimiento	(\$)	1,806.00	1,806.00	1,806.00	1,806.00
Costos totales		56,560.13	56,806.73	56,640.13	56,640.13
Producción		5,888.00	6,689.00	6,957.00	6,810.00
Primera	kg	4,434.00	5,244.00	5,772.00	5,571.00
Segunda	kg	1,070.00	1,078.00	920.00	853.00
Tercera	kg	384.00	367.00	265.00	386.00
Precio promedio		12.00	12.00	12.00	12.00
Primera	(\$)	12.00	12.00	12.00	12.00
Segunda	(\$)	12.00	12.00	12.00	12.00
Tercera	(\$)	12.00	12.00	12.00	12.00
Ingresos		70,656.00	80,268.00	83,484.00	81,720.00
Primera	(\$)	53,208.00	62,928.00	69,264.00	66,852.00
Segunda	(\$)	12,840.00	12,936.00	11,040.00	10,236.00
Tercera	(\$)	4,608.00	4,404.00	3,180.00	4,632.00
Ganancia	(\$)	14,095.87	23,461.27	26,843.87	25,079.87
Tasa de rentabilidad anual	(%)	26.80%	46.40%	54.10%	50.10%
Costos totales unitarios	(\$)	9.61	8.49	8.14	8.32
Costos variables unitarios	(\$)	7.86	6.96	6.67	6.81
Costos fijos unitarios	(\$)	1.74	1.54	1.48	1.51

Fuente: Elaboración propia.

Los costos variables unitarios indican lo que se gastó efectivamente por unidad durante el proceso de producción, por lo que es el precio mínimo al que se debe vender el producto. Al vender a este precio no se recuperarían los costos fijos unitarios, pero al menos se rescataría lo que se desembolsó.

En el estudio, los costos variables unitarios son cercanos a siete pesos, excepto el testigo que fue más alto.

Los costos fijos unitarios representan el costo que se le imputa a una unidad de producto por concepto de depreciación de

todos los activos usados en la producción. Como estos no implican un desembolso, puede prescindirse de ellos en época de precios bajos y recuperarse en algún ciclo con precios del producto alto. Precisamente porque estos costos representan un colchón en tiempos de precios bajos, se debe elegir una tecnología que utilice el mínimo de activos. En el presente estudio, los costos fijos unitarios representan en promedio 18% de los costos totales unitarios, los cuales son adecuados porque están debajo del techo señalado en Bustamante *et al.* (2013).

Por último, la tasa de rentabilidad anual fue superior a 40% en las tres formas de producción estudiadas, la cual es muy buena comparada con otras opciones de inversión. Por ejemplo, si en lugar de producir jitomate el dinero se hubiera invertido en Cetes Directo, que a mediados de 2019 era la opción de inversión más rentable (Finerio, 2019), apenas hubiera ganado 3.06% netos.

CONCLUSIONES

La diferencia de los costos totales de cada método de producción fue mínima porque los costos fijos fueron iguales y los costos variables cambiaron muy poco.

En costo total unitario hubo diferencias porque la producción entre tecnologías fue desigual.

Los costos fijos unitarios estuvieron a un nivel razonable, lo que implícitamente indica, que los costos variables unitarios son aceptables.

La rentabilidad fue positiva y alta en las tres tecnologías de producción.

LITERATURA CITADA

Brandt, S., Z. Pék, E. Barna, A. Lugasi, and L. Helyes. 2006. Lycopene content and colour of

ripening tomatoes as affected by environmental conditions. *J. Sci. Food Agric.* 86(4): 568-572.

Brentlinger, D. 2002. Certified organic tomato production. Consultado el 28 de septiembre de 2019. <http://www.cropking.com/organic.shtml>

Bustamante-Orañegui, J. de D., J.M.P. Vázquez-Alvarado, A. Trujillo-Campos, J. Reyes-Reyes, y O. Escalona-Flores. 2013. Manual para el cultivo del jitomate en Bioespacio e invernadero. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Campo Experimental Zacatepec. Zacatepec, Morelos, México. Libro técnico No.11. 190 pp.

Finerio. 2019. Las 10 mejores cuentas de ahorro en México 2019. Consultada el 02 de octubre de 2019. <https://blog.finerio.mx/blog/las-10-mejores-cuentas-de-ahorro-en-mexico-2019#targetText=Su%20producto%20Tasa%20revisable%20es,fija%2C%20no%20obtdr%C3%ADas%20esas%20ganancias>

Fundación Antama. 2019. La hormona vegetal citoquinina regula el crecimiento y desarrollo de las plantas. Consultado el 23 de julio de 2019. <http://fundacion-antama.org/la-hormona-vegetal-citoquinina-regula-el-crecimiento-y-desarrollo-de-las-plantas/>

Greer, L. and S. Diver. 2000. Organic greenhouse vegetable production. NCAT Agriculture Specialists. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas, ATTRA. Fayetteville, AR. 19 pp.

IFOAM. 2019. What is Organic Agriculture? Consultado el 23 de julio de 2019. <https://www.ifoam.bio/es/our-library/organic-basics>

Schwentenius, R, M. A. Gómez, J. Ortigoza y L. Gómez. 2014. México orgánico. Situación y perspectivas. *Agroecología* 9(1y2): 7-15.

SIACON. 2019. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. Sistema de información agropecuaria de consulta.