



## COMPORTAMIENTO DE HÍBRIDOS DE TOMATE BOLA EN INVERNADERO BAJO CONDICIONES DESÉRTICAS DEL NOROESTE DE SONORA.

[BEHAVIOR OF BEEF TOMATO HYBRIDS IN GREENHOUSE UNDER  
DESERTIC CONDITIONS IN THE NORTHWEST OF SONORA]

Raúl Leonel Grijalva Contreras<sup>1\*</sup>, Rubén Macías Duarte<sup>2</sup>  
y Fabián Robles Contreras<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Investigador en Horticultura Protegida, del INIFAP Campo Experimental Costa de Hermosillo. Sitio Experimental Caborca. Apartado Postal 125. H. Caborca, Sonora.

Email: grijalva.raul@inifap.gob.mx;

<sup>2</sup>Investigador en Hortalizas del INIFAP Campo Experimental Costa de Hermosillo. Sitio Experimental Caborca. Apartado Postal 125. H. Caborca, Sonora.

<sup>3</sup>Investigador en Cultivos Alternativos del INIFAP Campo Experimental Costa de Hermosillo. Sitio Experimental Caborca. Apartado Postal 125. H. Caborca, Sonora.

\*Corresponding Author

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el potencial de rendimiento y calidad de fruto de 10 híbridos de tomate bola en invernadero de baja tecnología y condiciones desérticas del Noroeste de Sonora. El experimento se llevó a cabo en el Campo Experimental Región de Caborca, Sonora, México durante los años 2005 y 2006. El rendimiento alcanzado durante los dos años en los híbridos fue de 25.2 kg m<sup>-2</sup>, del cual el 89.1% se concentró en el periodo de febrero a mayo. Los híbridos que presentaron los mayores rendimientos en los dos años fueron Zuni, Gironda y Charleston con 31.1, 28.2 y 26.7 kg m<sup>-2</sup>, respectivamente; mientras que Thomas, Rapsodie, Sedona y Beatrice fueron los de menores rendimientos con 20.1 y 22.4, 23.1 y 24.9 kg m<sup>-2</sup>, respectivamente. Por otro lado, los híbridos que presentaron mayor peso de fruto en ambos años fueron Sedona y Charleston con 211.3 y 209.8 g. Hubo diferencias entre los híbridos en la susceptibilidad de desórdenes fisiológicos del fruto (agrietamiento y pudrición apical). La selección adecuada de un híbrido en la producción de tomate en invernadero es una herramienta para incrementar la rentabilidad, debido a un incremento en el rendimiento, calidad del fruto y menor aparición de desórdenes fisiológicos.

**Palabras clave:** *Lycopersicon esculentum*; rendimiento; calidad de fruto; invernadero de baja tecnología.

### INTRODUCCIÓN

La superficie de invernadero en México para el 2009 se estimó en 10,000 ha y el 72% se dirige a la producción de tomate en sus diferentes modalidades, seguido por el pepino y el chile bell (González, 2009).

### SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the potential yield and fruit quality of 10 beef tomatoes hybrids using a low level technology greenhouse and desertic conditions of Northwest of Sonora. This experiment was done during two years 2005 and 2006 at the Experimental Station of Caborca, INIFAP. The yield reached during both years was of 25.2 kg m<sup>-2</sup> but 89.1% of this production was harvested during February to May. The tomatoes hybrids with higher yield were Zuni, Gironda and Charleston with 31.1, 28.2 and 26.7 kg m<sup>-2</sup>, respectively; while Thomas, Rapsodie, Sedona and Beatrice were the lowest yield with 20.1, 22.4, 23.1 and 24.9 kg m<sup>-2</sup>, respectively. By other side, the hybrids with better fruit weight in both years were Sedona and Charleston with 211.3 and 209.8 and 194.7 grams fruit<sup>-1</sup>. Also, there were differences among tomatoes hybrids on physiological disorders susceptibility (fruit cracking and blossom end rot). For this reason, adequate selection of the tomatoes hybrid is a good alternative for increase yield and fruit quality and reduction of physiological disorders.

**Key words:** *Lycopersicon esculentum*; yield; fruit quality; low level technology greenhouse.

La producción de tomate bajo invernadero en México, se caracteriza por utilizar varios niveles tecnológicos en diferentes condiciones de clima. En las regiones costeras de Sonora, Baja California Norte, Baja California Sur y Sinaloa son apropiados los invernaderos de baja tecnología (Costa y Giacomelli,

2005), los cuales se caracterizan por tener estructuras de madera o acero, cubierta de plástico, carecen de control de temperatura (sistema de calefacción y pared húmeda), utilizan el suelo como sustrato, riego por goteo, un rendimiento esperado anual en tomate de 10 a 20 kg m<sup>-2</sup> y un costo de 25 a 30 dólares m<sup>-2</sup> (Pardossi *et al.*, 2004).

La productividad del tomate depende en gran parte del nivel tecnológico del invernadero y de las prácticas de manejo y dentro de estas la elección de la variedad es primordial. La variedad a escoger debe adaptarse al tipo de infraestructura, que sea del tipo de tomate que demande el mercado, productiva y buena calidad del fruto, resistente a desórdenes fisiológicos y frutos con buen comportamiento en poscosecha (Berenguer, 2003). También debe buscarse la resistencia a enfermedades y plagas (Maklad *et al.*, 1996 y Pilowsky *et al.*, 1996).

En diferentes ensayos de variedades de tomate bajo invernadero se ha encontrado materiales que se comportan mejor en condiciones de alta luminosidad y tolerancia al calor como los híbridos Mariachi y Rapsodie (Giacomelli, 2004), diferencias en el requerimiento de agua (Albaho y Al-Mazidi, 2005) y tolerancia al frío y calor (Grijalva *et al.*, 2004).

Previas investigaciones para producir tomate bajo invernadero en Sonora señalan que es posible alcanzar un rendimiento de 25.0 kg m<sup>-2</sup> en un período de producción de mediados de diciembre a mayo en un invernadero de plástico, sin calefacción (Grijalva y Robles, 2003 y Chávez, 2004). En trabajos realizados en invernaderos de baja tecnología y condiciones desérticas se ha encontrado respuesta diferente en el rendimiento y calidad del fruto en diferentes híbridos evaluados (Grijalva *et al.*, 2004 y Chávez, 2004).

Evaluaciones de híbridos de tomate en invernadero en distintas localidades como en Arizona, USA, indican que Mariachi y Rapsodie fueron las mejores en rendimiento con 22.07 y 21.78 kg m<sup>-2</sup>, respectivamente (Giacomelli, 2004), en Kuwait reportan a Rengo, Capello, Bangal y Amazon con rendimiento entre 15.3 y 23.7 kg m<sup>-2</sup> (Albaho y Al-Mazidi, 2005), en el centro de México a Roman, D-0289 y D-77055 (Radillo *et al.*, 2005), en el noroeste de Sonora a Clarion, GC29125, Attention y Thomas con 26.1, 24.6, 23.9 y 23.1 kg m<sup>-2</sup>, respectivamente (Grijalva *et al.*, 2004) y a los híbridos Charleston, Zuni, Clearence, Caimán y Badro con rendimiento entre 24.6 y 21.8 kg m<sup>-2</sup> (Chávez, 2004).

El productor de tomate de invernadero, exporta la mayoría de su producto a Estados Unidos y son tomate tipo bola. Una problemática que enfrenta el productor que utiliza invernaderos de bajo nivel tecnológico donde no hay control de la temperatura dentro del

invernadero es que un 30 al 40% de su producción no cumple con los requisitos de calidad que el tomate requiere para su exportación; una alternativa para reducir ese porcentaje es usar híbridos de tomate mejor adaptados a las condiciones locales de manejo y clima, ya que la mayoría de los híbridos fueron seleccionados para regiones de latitud alta y clima fresco. Por tal motivo el objetivo del presente trabajo fue evaluar el potencial de rendimiento y calidad de fruto de 10 híbridos de tomate bola en invernadero de baja tecnología y condiciones desérticas del Noroeste de Sonora.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio.

La investigación se realizó durante los años 2005 y 2006 en el invernadero del Campo Experimental de la Región de Caborca del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias en Caborca, Sonora, México, ubicado en el km 22 Carretera Caborca-Desemboque, cuyas coordenadas son: 112°21'28" Longitud Oeste y 30°42'55" Latitud Norte y una altitud de 200 m sobre el nivel del mar. La evaporación promedio anual registrada oscila de 2,400 a 2,700 mm. La temperatura media anual es de 22.0°C, el mes más frío es enero con media mensual de 4.6°C y el mes con mayor temperatura es julio con 40.2°C (INIFAP, 1985).

### Características del invernadero

El invernadero consta de una superficie de 1,440 m<sup>2</sup> con cubierta de plástico de un espesor de 8 mils, con ventanas laterales operadas manualmente y ventanas zenitales automáticas que abren o cierran a una temperatura igual o mayor de 30°C y sin equipo de calefacción. El transplante se hizo en suelo con textura franco-arenosa, conductividad eléctrica de 1.22 dS/m y pH de 7.96.

### Material genético

Se evaluaron diez híbridos de tomate tipo bola de crecimiento indeterminado para invernadero, procedentes de tres empresas comerciales (Rogers, Enza Zaden y Zeraim Gedera). En ambos años el arreglo de plantación fue en tresbolillo, colocando cada planta a 33 cm en doble hilera separada a 35 cm. El ancho de la cama fue de 1.60 m, lo anterior arroja una densidad de plantación de 3.78 plantas m<sup>-2</sup>.

### Manejo agronómico

En ambos años la siembra de los híbridos de tomate se realizó el 28 de agosto en charolas de poliestireno de 120 cavidades y posteriormente se transplantaron el 4 de octubre en el 2004 y el 6 de octubre en el 2005,

cuando las plántulas tenían de 4 a 5 hojas verdaderas y una altura de 25 cm. Las camas de siembra se acolcharon con plástico bicolor (blanco-negro). Las plantas fueron entrenadas a un solo tallo y sostenidas por hilo rafia a una altura de 3.10 m. Semanalmente se quitaban los brotes axilares y se eliminaban las hojas inferiores conforme avanzaba la altura de cosecha, dejando dos racimos por debajo de la última hoja. El riego se aplicó diariamente utilizando entre 1.0 y 2.0 L por planta, de acuerdo a la etapa del cultivo. El fertilizante se aplicó a través del riego en forma diaria y la cantidad total aplicada por elemento en todo el ciclo fue de 800 unidades de nitrógeno, 250 de fósforo, 800 de potasio, 90 de calcio y 90 de magnesio. Además, se aplicó hierro y zinc foliar cada 20 a 30 días. Las necesidades de fertilización fueron realizadas de acuerdo a análisis foliares. Las principales plagas que se presentaron en ambos años fueron mosquita blanca (*Bemisia sp*), gusano soldado (*Spodoptera exigua*) y minador de la hoja (*Liriomyza spp*). En lo que respecta a problemas de enfermedades solamente en el 2006 se tuvo incidencia de Moho Gris (*Botrytis cinerea*). En ambos casos, plagas y enfermedades fueron controladas con productos y dosis recomendadas para este cultivo.

#### Características evaluadas y análisis estadístico.

Las variables rendimiento y peso de fruto fueron sometidas a un análisis combinado y las variables diámetro del tallo, altura de planta, por ciento de frutos agrietados y por ciento de pudrición apical fueron analizadas mediante análisis de varianza individual, además se determinó el periodo y dinámica de producción y rendimiento por tamaño de fruto. El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con tres repeticiones. El tamaño de la parcela experimental fue de 11.2 m<sup>2</sup> y la parcela útil de 7.94 m<sup>2</sup>. Para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad. Los análisis de varianza y las pruebas de medias se obtuvieron con el paquete estadístico UANL (Olivares, 1994).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Periodo y dinámica de producción

El periodo de producción fue un poco diferente en ambos años de estudio, durante el 2005 fue de 151 días (15 enero al 15 de junio), realizándose el primer corte a los 103 días después del transplante y 22 cortes en total. En el año 2006 el periodo de producción fue de 159 días (8 enero al 16 de junio), el primer corte se realizó a los 94 días después del transplante, y con un total de 26 cortes. Lo anterior pone de manifiesto que en el 2006 se tuvo un adelanto de nueve días en el inicio de cosecha, este adelanto en el segundo año se atribuye a una mayor temperatura mínima (13.5 contra 11.3) durante los meses de noviembre y diciembre

(Figura 1), estas diferencias provocaron un adelanto en la maduración del fruto; esto es reportado en varios trabajos como el de Adams *et al.*, (2001) donde encontraron que la maduración del fruto se presentó a los 95, 65, 46 y 42 días después de floración cuando las plantas de tomate fueron sometidas a 14, 18, 22 y 26°C, respectivamente. El adelanto en la maduración del fruto, incrementando la temperatura obedece a un aceleramiento en el ritmo de crecimiento del fruto (Hurd y Graves, 1985, Pearce *et al.*, 1993 y Sawhney y Polowick, 1985). El periodo de producción y los días al primer corte son similares a lo reportado por Grijalva y Robles, (2003) y Chávez, (2004) y al igual que en el presente trabajo no se han encontrado diferencias en la precocidad en ningún híbrido de tomate evaluado.

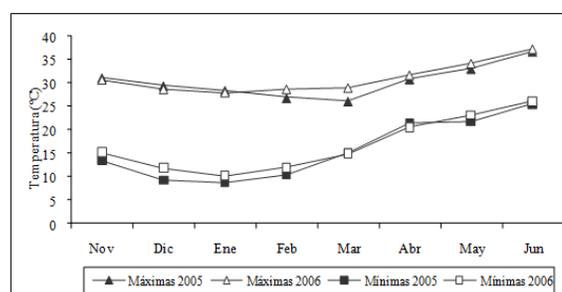


Figura 1. Temperaturas máximas y mínimas mensuales que se presentaron dentro del invernadero en los años 2005 y 2006. Caborca, Sonora, México.

La dinámica de producción mensual, la cual se obtuvo del promedio de rendimiento de los 10 híbridos evaluados (Figura 2) presentó un comportamiento inestable entre los meses y similar entre años. En el primer año, en el periodo de marzo a mayo se tuvo una producción alta y estable oscilando entre 5.9 a 8.7 kg m<sup>-2</sup> siendo marzo donde se tuvieron los mayores rendimientos con el 33% de la producción total. En el segundo año, la estabilidad y la alta producción comprendió de febrero a mayo con producciones entre 4.5 a 6.5 kg m<sup>-2</sup> lográndose en mayo el 27% de la producción total. En ambos años, durante el mes de junio se tuvo una baja en el rendimiento debido a las altas temperaturas dentro del invernadero (>36°C) muy por arriba de su umbral que es de 30°C (Berenguer, 2003) provocaron un deterioro en la calidad del fruto y por consecuencia una mayor presencia de frutos no aptos para la comercialización. También, altas temperaturas en tomate (>30°C) provocan una disminución en cantidad de flores aunado a un pobre amarre de fruto y por consiguiente bajo rendimiento.

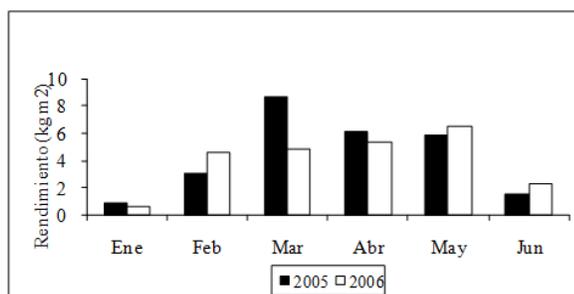


Figura 2. Dinámica mensual de producción de tomate bola bajo condiciones de invernadero durante, los años 2005 y 2006. Caborca, Sonora, México.

El principal inconveniente de los invernaderos de baja tecnología en Sonora, es el poco control que se tiene sobre la temperatura en el interior del invernadero y esta estará sujeta a las condiciones de clima del exterior. Las bajas temperaturas en invierno y las altas en verano por encima de su umbral que son 8°C y 30°C, respectivamente (Berenguer, 2003) provocan una inestabilidad en el rendimiento durante el periodo de producción.

### Rendimiento

El análisis combinado de varianza para los dos años y para las variables de rendimiento y peso de fruto presentaron diferencias estadísticas significativas al 0.01 de probabilidad para años (A), híbridos (H) y en la interacción AxH. Los coeficientes de variación fueron de 7.2% para rendimiento y 3.2% para el peso del fruto. En el Cuadro 1 se muestra el rendimiento y peso del fruto en los híbridos de tomate, aunque hubo diferencias estadísticas al 0.01 de probabilidad entre años en ambas variables, la prueba de media no encontró diferencias entre los valores. El rendimiento obtenido en el 2005 fue 7.9% mayor que el 2006 pero una reducción del 2.0% en el peso del fruto.

Cuadro 1. Rendimiento y peso de fruto por año en híbridos de tomate en invernadero. Caborca, Sonora, México.

Años	Rendimiento (kg m <sup>-2</sup> )	Peso del fruto (g)
2005	26.3 a*	177.9 a
2006	24.2 a	181.6 a
EEM**	5.8	10.1

\*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05).

\*\*Error estándar de la media.

En el 2005 los híbridos que obtuvieron los mayores rendimientos fueron Zuni y Girona con 34.3 y 31.8 kg m<sup>-2</sup> siendo diferentes estadísticamente al resto de

los híbridos e iguales entre ellos. En los demás híbridos el rendimiento osciló entre 22.3 y 26.2 kg m<sup>-2</sup> sin diferencia estadística entre ellos. En 2006 hubo siete híbridos (Zuni, Charleston, Karina, GC-20677, Attention, Girona y Beatrice) que obtuvieron los mayores rendimientos y varió entre 27.9 y 24.1 kg m<sup>-2</sup>; Thomas, Rapsodie y Sedona fueron los de menores rendimientos con 17.8, 22.4 y 22.5 kg m<sup>-2</sup>, respectivamente. Por otro lado, considerando los dos años se obtuvo que los híbridos de mayor rendimiento fueron Zuni, Girona y Charleston con 31.1, 28.2 y 26.7 kg m<sup>-2</sup>, respectivamente; el de menor rendimiento fue Thomas con 20.1 kg m<sup>-2</sup> aunque estadísticamente igual a Rapsodie, Sedona y Beatrice (Cuadro 2). En ambos años el híbrido Zuni fue el que alcanzó el mayor rendimiento, en tanto que Thomas y Rapsodie fueron los de menor rendimiento. Las principales diferencias entre años se obtuvieron con Girona, el cual redujo el rendimiento en 7.3 kg m<sup>-2</sup> y en Charleston que lo incrementó en 2.1 kg m<sup>-2</sup> durante el 2006. El rango del rendimiento obtenido en el presente trabajo son similares a los reportados por (Giacomelli, 2004; Albaho y Al-Mazidi; Grijalva *et al.*, 2004., Chávez, 2004 y Radillo *et al.*, 2005); sin embargo, en cuanto al comportamiento de los híbridos, no concuerda con lo encontrado por Giacomelli (2004) donde señala a Rapsodie entre los más productivos y a lo encontrado por Grijalva *et al.*, (2004) donde reportó a Thomas con alto rendimiento. Por otro lado, concuerda con Chávez (2004) donde señala a Charleston y Zuni como los híbridos de mayor rendimiento.

La productividad obtenida en el presente experimento fue mayor a la esperada para un invernadero de baja tecnología, sin calefacción y bajo suelo donde se espera un rendimiento entre 10 a 20 kg m<sup>-2</sup>, y al mismo tiempo, el rendimiento corresponde al límite inferior de productividad de un invernadero de mediana tecnología (control de temperatura, uso de sustrato, automatizado y costo entre 50 a 60 dólares m<sup>-2</sup>) donde se reportan rendimientos entre 20 a 50 kg m<sup>-2</sup>. (Pardossi *et al.*, 2004 y Costa y Giacomelli, 2005).

### Peso del fruto

En el Cuadro 3 se muestra el peso del fruto entre híbridos durante los dos años de estudio. En 2005, los híbridos de mayor peso fueron Sedona, Charleston, Zuni y Girona con 200.1, 190.1, 188.7 y 186.7 g, respectivamente, sin diferencia estadística entre ellos y el menor peso de fruto fue para Thomas y Beatrice con 147.6 y 158.9 g. En 2006, los híbridos Charleston y Sedona fueron los de mayor peso de fruto con 229.5 y 222.5g, seguido por Zuni con 200.7 g. En el resto de los híbridos se obtuvo un peso de 171.1 a 157.3 sin diferencia estadística entre ellos. Considerando ambos años, se obtuvo que los híbridos con mayor peso del fruto fueron Sedona y Charleston con 211.3 y 209.8 g,

respectivamente. Por otro lado, Charleston fue el híbrido con mayor diferencia en su peso entre años, siendo este de 190.1 en el primer año y de 229.5 en el segundo año.

Cuadro 2. Rendimiento por año de híbridos de tomate bola en condiciones de invernadero. Caborca, Sonora, México.

Híbrido	Rendimiento (kg m <sup>-2</sup> )		
	2005	2006	Promedio
Zuni	34.3 a*	27.9 a	31.1 a
Gironda	31.8 a	24.5 ab	28.2 ab
Charleston	25.7 b	27.7 a	26.7 abc
Karina	25.7 b	25.3 ab	25.5 bc
Attention	26.2 b	24.6 ab	25.4 bc
GC- 20677	25.3 b	24.9 ab	25.1 bc
Beatrice	25.6 b	24.1 ab	24.9 bcd
Sedona	23.7 b	22.5 bc	23.1 cd
Rapsodie	22.3 b	22.4 bc	22.4 cd
Thomas	22.4 b	17.8 c	20.1 d
EEM**	2.4	2.4	2.4

\*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05).

\*\*Error estándar de la media.

Cuadro 3. Peso del fruto por año de híbridos de tomate bola en condiciones de invernadero. Caborca, Sonora, México.

Híbrido	Peso del fruto (g)		
	2005	2006	Promedio
Zuni	188.7 ab*	200.7 b	194.7 b
Gironda	186.7 ab	170.8 c	178.8 c
Charleston	190.1 ab	229.5 a	209.8 ab
Karina	170.7 cd	162.0 c	166.4 cd
Attention	178.8 bc	167.2 c	173.0 c
GC- 20677	181.3 bc	167.3 c	174.3 c
Beatrice	158.9 de	168.0 c	163.5 cd
Sedona	200.1 a	222.5 a	211.3 a
Rapsodie	176.5 bc	171.1 c	173.8 c
Thomas	147.6 e	157.3 c	152.5 d
EEM**	15.1	15.1	15.1

\*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05).

\*\*Error estándar de la media.

### Dinámica del peso de fruto

La dinámica mensual del peso del fruto fue similar en ambos años (Figura 3). Durante los meses de enero y febrero el peso promedio en todos los híbridos con excepción de Thomas en los dos años fue superior a 200 g fruto<sup>-1</sup>, posteriormente en los meses de marzo, abril y mayo el peso descendió entre 198.5 a 165.5 g fruto<sup>-1</sup> y finalmente en junio el peso bajó hasta cerca

de los 130 g. En febrero se presentó el mayor peso en el fruto debido a que en este mes se tuvieron temperaturas más favorables para su crecimiento, además que corresponden a frutos cosechados en los dos primeros racimos de la planta. En junio se tuvo el menor peso de fruto debido principalmente al incremento de la temperatura dentro del invernadero, lo cual provocó un incremento en el ritmo de crecimiento del fruto y al mismo tiempo un adelanto en la maduración dando como resultado una disminución en el peso del fruto, tal como lo reportado por Hurd y Graves (1985) y Sawhney y Polowick (1985). Además, los frutos cosechados en junio son frutos colocados entre el décimo y doceavo racimo cuando la planta está para finalizar su madurez fisiológica. Al respecto Favaro y Pilatti (1977) señalan que los primeros racimos en la planta de tomate disponen de una mayor cantidad de fotoasimilados por lo cual, estos racimos logran producir frutos de mayor tamaño.

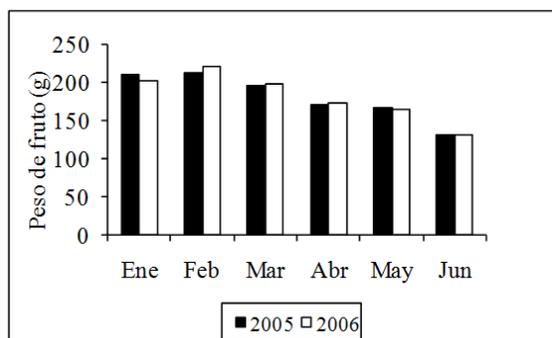


Figura 3. Dinámica mensual del peso del fruto en híbridos de tomate bola bajo condiciones de invernadero, durante los años 2005 y 2006. Caborca, Sonora.

### Clasificación por tamaño.

La clasificación del rendimiento por tamaño de fruto se presenta en el Cuadro 4, donde el número corresponde a la cantidad de frutos que contiene una caja de 6.81 kg que es la forma de empaque requerida por el mercado de exportación. Al analizar los tamaños 30 al 35 (227-195g fruto<sup>-1</sup>) por ser los que alcanzan los mejores precios, se obtuvo un mayor porcentaje en el 2006 con un 42.0% en comparación con un 34.6% en el 2005. Entre híbridos, el porcentaje en 2005 varió entre 31.1 a 39.4 siendo mayor en Attention y menor en Gironda, en 2006 varió entre 33.5 a 49.4% correspondiendo el valor máximo a Zuni y el menor a Beatrice. Los híbridos que obtuvieron los mayores tamaños (20 a 28) que corresponde a un peso entre 340-243g fruto<sup>-1</sup> fueron Charleston y Rapsodie con 30.0 y 27.4% durante los dos años. Finalmente, los menores tamaños (39 a 52) de un peso de fruto entre

174-131g correspondieron a los híbridos Thomas, Beatrice y Karina con 63.4, 61.9 y 61.2%, respectivamente en los dos años.

### Vigor de planta

El diámetro de tallo, presentó diferencias estadísticas significativa al 0.01 de probabilidad en ambos años con un coeficiente de variación de 2.9% y 2.8% en 2005 y 2006 respectivamente. La altura de planta presentó las mismas diferencias solamente en el 2005 y el coeficiente de variación de 4.2 y 7.7 (Cuadro 5). Considerando los dos años, los híbridos que aparecen con el mayor diámetro de tallo son Thomas, Attention, Charleston y Rapsodie con 2.00, 1.96, 1.93 y 1.92 cm, respectivamente y los menores para GC-20677 y Gironda con 1.64 y 1.68 cm. En el 2006 se tuvo una disminución en el diámetro de tallo de 8.0 mm que corresponde a 4.5%. Beatrice fue el único híbrido que incrementó su diámetro de tallo el 2006 y Thomas lo mantuvo igual (Cuadro 7). En altura de planta en el 2005, los híbridos que sobresalieron fueron Attention, Gironda, GC- 20677 y Beatrice con 5.56, 5.30, 5.30 y 5.23 m, respectivamente y la menor altura de planta fueron para Sedona, Rapsodie y Thomas con 4.16,

4.50 y 4.60 m, respectivamente. En el 2006 la altura varió de 4.76 a 6.10 m. Al contrario que el diámetro de tronco la altura de planta en el 2006 se incrementó en 64 cm (13.1%). El híbrido Gironda fue el único que tuvo una ligera reducción en la altura el 2006.

### Frutos agrietados y pudrición apical

El porcentaje de frutos agrietados y pudrición apical presentaron diferencias estadísticas significativas al 0.01 de probabilidad y coeficiente de variación de 24.6% y 18.1%, respectivamente. En el porcentaje de frutos agrietados, los híbridos Gironda, Beatrice y Thomas fueron los que presentaron los mayores valores con 21.8, 19.4 y 15.1% de incidencia; en tanto, los de menor incidencia fueron Charleston, Zuni, Sedona, GC-20677 y Attention con valores entre 3.6 y 6.0% (Cuadro 6). La presencia de frutos agrietados en los híbridos de tomate inició a partir de la primera semana de mayo hasta el final de la cosecha. Este desorden fisiológico se produce por un incremento en la presión de turgencia en las células del fruto causado por un desequilibrio en los riegos y fertilización, así como por la bajada brusca de temperatura nocturna después de un periodo de calor (Nuez, 1995).

Cuadro 4. Distribución del rendimiento (%) por tamaño del fruto en 10 híbridos de tomate bola bajo condiciones de invernadero en 2005 y 2006. Caborca, Sonora México.

Híbrido	Tamaño de fruto									
	20	22	25	28	30	32	35	39	45	52
	2005									
Zuni	3.1	1.5	3.2	4.4	9.3	10.6	14.7	20.6	17.7	14.9
Gironda	1.4	0.4	2.0	7.2	6.6	9.3	15.2	25.5	20.3	12.1
Charleston	9.1	5.8	3.9	11.5	11.2	11.5	13.0	12.2	12.9	8.9
Attention	5.3	3.1	2.7	5.7	9.5	12.6	17.3	15.6	16.0	12.2
Beatrice	0	3.0	0	2.6	7.1	9.7	18.5	20.5	22.1	16.5
Karina	0	0	0.5	2.4	4.7	9.9	22.3	22.7	21.6	15.9
GC-20677	0.6	0.9	1.3	2.6	5.4	12.0	17.9	23.7	19.5	16.1
Sedona	4.6	2.2	1.2	2.2	7.3	10.3	15.3	18.6	22.4	15.9
Rapsodie	9.7	5.4	4.3	8.7	7.6	10.9	15.3	14.2	13.2	10.7
Thomas	0	1.2	0.5	0.5	3.6	7.5	20.1	26.1	23.6	16.9
Media	3.4	2.4	2.0	4.8	7.2	10.4	17.0	20.0	18.8	14.0
	2006									
Zuni	2.3	2.1	6.1	4.9	11.5	17.4	20.5	20.3	11.0	3.9
Gironda	0	0.5	0.5	2.9	5.9	10.6	22.8	25.5	21.2	10.1
Charleston	9.4	4.1	6.6	9.6	8.6	18.8	19.7	13.0	8.2	2.0
Attention	4.8	6.2	5.6	5.9	10.8	12.2	18.2	19.9	12.5	4.9
Beatrice	0	0	0.5	1.3	4.0	7.0	22.5	33.1	23.5	8.1
Karina	0	0	0	2.2	4.9	10.6	20.0	28.0	22.0	12.3
GC-20677	0	0	0.5	0.5	3.2	10.8	29.6	26.4	16.0	13.0
Sedona	5.9	6.9	8.0	8.7	11.3	18.8	16.2	14.1	10.0	0.1
Rapsodie	4.6	6.0	8.3	7.7	8.8	19.6	17.5	12.3	11.6	3.6
Thomas	0	0	0.9	0.9	2.4	12.0	24.1	27.6	19.0	13.1
Media	2.7	2.6	3.7	4.5	7.1	13.8	21.1	21.9	15.5	7.1

Cuadro 5. Diámetro del tallo y altura de planta en diez híbridos de tomate bola bajo condiciones de invernadero en 2005 y 2006. Caborca, Sonora México.

Híbrido	Diámetro de tallo (cm)		Altura de planta (m)	
	2005	2006	2005	2006
Zuni	1.90 abc*	1.80 bc	4.80 bcd	5.85 a
Gironda	1.80 bcd	1.55 e	5.30 ab	5.25 a
Charleston	1.95 ab	1.90 ab	4.87 bc	5.45 a
Attention	2.00 a	1.92 ab	5.56 a	5.82 a
Beatrice	1.75 cd	1.87 ab	5.23 ab	5.41 a
Karina	1.80 bcd	1.70 cd	4.23 de	5.52 a
GC-20677	1.70 cd	1.58 de	5.30 ab	5.35 a
Sedona	1.75 cd	1.70 cd	4.16 e	4.76 a
Rapsodie	1.95 ab	1.88 ab	4.50 cde	5.48 a
Thomas	2.00 a	2.00 a	4.60 cde	6.10 a
EEM**	0.06	0.08	0.26	0.20

\*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05).

\*\*Error estándar de la media.

En pudrición apical del fruto, los híbridos con mayor incidencia fueron Attention y Sedona con 3.9 y 3.6%, en tanto, Beatrice y Karina no presentaron problemas de pudrición apical. Este desorden apareció en los frutos a partir del 12 de mayo y fue progresando hasta el último corte. El problema se asocia a una deficiencia de calcio en el fruto provocado por una baja humedad relativa combinada con altas temperaturas del aire y suelo, también se menciona y concuerda con lo encontrado en el presente trabajo que existen distintos niveles de sensibilidad varietal (Adams y Ho, 1993).

Cuadro 6. Presencia de frutos agrietados y con pudrición apical en diez híbridos de tomate bola bajo condiciones de invernadero en 2006. Caborca, Sonora, México.

Híbrido	Frutos agrietados (%)	Pudrición apical (%)
Zuni	3.7 d*	1.6 c
Gironda	21.8 a	0.5 de
Charleston	3.6 d	0.1 de
Attention	6.0 cd	3.9 a
Beatrice	19.4 ab	0.0 e
Karina	13.6 bc	0.0 e
GC-20677	6.0 cd	0.8 d
Sedona	5.0 d	3.6 ab
Rapsodie	13.5 bc	0.5 de
Thomas	15.1 ab	3.1 b
EEM**	3.7	0.8

\*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05).

\*\*Error estándar de la media.

## CONCLUSIONES

1. Los híbridos de tomate bola que alcanzaron los mayores rendimientos en invernadero de bajo nivel tecnológico y condiciones desérticas durante dos años fueron Zuni, Gironda y Charleston con rendimientos que oscilaron entre 31.1 a 26.7 kg m<sup>-2</sup>.
2. El periodo de producción de tomate fue muy similar entre los dos años y comprendió del 15 de enero al 15 de junio en el 2005 y del 8 de enero al 16 de junio en el 2006.
3. La dinámica de producción presentó un comportamiento inestable entre los meses y semejante entre años. En ambos años, en los meses de enero y junio se tuvieron los menores rendimientos con apenas el 3.1 y 7.8% con respecto a la producción total; en tanto, en los meses de febrero, marzo, abril y mayo se tuvo el 15.0, 26.8, 22.6 y 24.7%, respectivamente.
4. Los híbridos de tomate que obtuvieron el mayor peso del fruto durante los dos años fueron Sedona y Charleston con 211.3 y 209.8 g fruto<sup>-1</sup>. Se obtuvo una reducción del peso al avanzar el periodo de cosecha, siendo éste de 19.4% para mayo y posteriormente incrementarse a 36.3% para el final de la cosecha.
5. Se encontraron diferencias en la susceptibilidad a la aparición de desórdenes fisiológicos en el fruto (agrietamiento y pudrición apical) entre los híbridos.

## REFERENCIAS

- Adams, P. and Ho, L. 1993. Effects of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and on the incidence of blossom-end rot. *Plant and Soil* 154:127-132.

- Adams, S.R.; Cockshull, K.E. and Cave, C.R.J. 2001. Effect of temperature on the growth and development of tomato fruit. *Annals of Botany* 88:869-877.
- Albaho, M. and Al-Mazidi, K. 2005. Evaluation of selected tomato cultivars in soilless culture in Kuwait. *International Conference on Sustainable Greenhouse System. Acta Horticulturae* 691:113-116.
- Berenguer, J.J. 2003. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. En: *Curso Internacional de Producción de Hortalizas en Invernadero* (Castellanos, J.Z. y Muñoz, R.J.J. Edit). Celaya, Guanajuato, Mexico. pp 147-174.
- Chávez, C.M. 2004. Selección de variedades de tomate bajo condiciones de invernadero en la Costa de Hermosillo, México. VII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C. México. pp. 191-194.
- Costa, P. and Giacomelli, G. 2005. Protected horticulture for tomato production in Mexico productivity based on technology alternative. VII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C. México. pp. 89-93.
- Favaro, J.C. y Pilatti, R.A. 1977. Cultivo del tomate. *In: Pilatti, R.A. (Ed.). Cultivo Bajo Invernadero*. Universidad Nacional del Litoral. Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina. pp.7-34.
- Giacomelli, 2004. Producción de cultivos en invernadero con ambiente controlado. VII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C. México. pp. 54-61.
- González, N.J.F. 2009. *La Agricultura Protegida. Horticultivos*. Editorial Agro Síntesis S.A. de C.V. México, D.F. p.6.
- Grijalva, C.R.L. y Robles, C.F. 2003. Avances en la producción de hortalizas en invernadero. *Publicación Técnica No.7*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Centro de Investigaciones Regional del Noroeste, Campo Experimental Caborca, Sonora, México. pp. 14-18.
- Grijalva, C.R.L.; Macías, D.R.; Valenzuela, R.M.J. and Robles, C.F. 2004. Productivity and fruit quality in tomatoes varieties under greenhouse condition in the northwest of Mexico. *HortScience* 39:804 (Abstract).
- Hurd, R.G. and Graves, C.J. 1985. Some effects of air and root temperature on the yield and quality of glasshouse tomatoes. *Journal of Horticultural Science* 60: 359-371.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 1985. *Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del Campo Experimental Región de Caborca*. Caborca, Sonora, México. p.10.
- Maklad, F.M.; Abd-Alla, A.M. and Abou-Hadid, A.F. 1996. Evaluation of tomato hybrid fruit production and reaction to tomato mosaic virus infection. *Proceeding of the International Symposium on Strategies for Market Oriented Greenhouse Production. Acta Horticulturae* 434:185-190.
- Nuez, F. 1995. *El Cultivo del Tomate*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 793 p.
- Olivares, S.E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L., México.
- Pardossi, A., Tognoni F. and Incrocci L. 2004. *Mediterranean greenhouse technology*. *Crónica Horticulturae* 44:28-34.
- Pearce, B.D.; Grange, R.I. and Hardwick, K. 1993. The growth of young tomato fruit. I. Effects of temperature and irradiance on fruit grown in controlled environments. *Journal of Horticultural Science* 68:1-11.
- Pilowsky, M.; Cohen, S.; Nahon, S.; Sholmo, A.; Chen, L. and Ben-Joseph, R. 1996. Breeding greenhouse type tomatoes tolerant to the whitefly-borne tomato yellow leaf curl virus. *Proceeding of the International Symposium on Strategies for Market Oriented Greenhouse Production. Acta Horticulturae* 434:191-194.
- Radillo, J.F.; González, G.J.M.; Bazan, T.M. and Velasco, G.L.F. 2005. Vegetative and productive components of genotype of red tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under greenhouse condition. *HortScience* 40:1031 (Abstract).
- Sawhney, V.K. and Polowick, P.L. 1985. Fruit development in tomato: role of temperature. *Canadian Journal of Botany* 63:1031-1034.