

Evaluación de cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero en los departamentos de Sololá y Suchitepéquez

Vilma Porres, Edwin de León & Rolando Cifuentes

Centro de Estudios Agrícolas y Forestales, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala

RESUMEN: Se evaluaron los híbridos de tomate indeterminado Escudero, Nemo netta, Tabaré, y Dartagnian en cuatro invernaderos a distintas altitudes. Tres de los invernaderos se ubicaron en Sololá y uno en Suchitepéquez. Se determinó que todos los cultivares se adaptaron a las condiciones de los dos departamentos, sin embargo se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de acuerdo al sitio. Ojo de Agua, en Sololá fue el sitio en el cual los rendimientos fueron más altos (243.3 ton/ha), sin embargo en Suchitepéquez en donde los rendimientos fueron los más bajos, existe la posibilidad de realizar dos ciclos por año debido a que el ciclo de cultivo es más rápido. Escudero obtuvo el mejor rendimiento en los cuatro sitios con diferencia significativa, seguida por Nemo netta, Dartagnian y Tabaré. Escudero mostró además un alto número de racimos por planta, un alto peso del fruto, y una alta proporción de frutos de primera calidad. Se espera que los resultados obtenidos sean de mucha utilidad a los productores que han iniciado la producción de tomate bajo invernadero en la boca costa y altiplano del país.

PALABRAS CLAVE: invernadero, agricultura protegida, tomate, *Solanum lycopersicum*.

more fruit clusters per plant, the fruits were heavier than the other cultivars and a high proportion of first class fruits. It is expected that the results obtained are useful to producers who grow under greenhouse conditions in the coast and highlands in the country.

KEY WORDS: greenhouse, protected agriculture, tomato, *Solanum lycopersicum*.

Introducción

La producción de tomate en Guatemala se encuentra principalmente en los departamentos de Jutiapa, Baja Verapaz, Chiquimula, Guatemala, Alta Verapaz, El Progreso y Jalapa (MAGA 2003). En cuanto a la ubicación de los productores bajo invernadero para exportación, Mendoza (2012) indica que la mayoría se localiza en los departamentos de Santa Rosa, Jalapa, Baja Verapaz, Chiquimula, Guatemala, Chimaltenango y Sacatepéquez.

En el año 2010 se estimaba que existían unas 10,290 ha dedicadas al cultivo de tomate a campo abierto en Guatemala y unas 60 ha bajo invernadero. El rendimiento a campo abierto a nivel nacional fue de aproximadamente 37 t/ha (MAGA 2011) y bajo invernadero de 70 a 180 t/ha (Pérez 2010, Jerónimo 2009, Cifuentes et al. 2013) variando según el sitio, el híbrido utilizado, la densidad de población y el manejo agronómico.

En la costa sur la técnica de cultivo bajo invernadero es prácticamente desconocida para los agricultores, mientras que en el altiplano es cada vez más frecuente observar estructuras artesanales destinadas a la producción de tomates, pimientos y pilones de hortalizas. Esto debido principalmente a la necesidad de los agricultores de proteger sus cultivos de un clima adverso, de plagas, enfermedades y virus.

Debido a la importancia que está cobrando la producción de tomate bajo invernadero se considera importante determinar los híbridos de tomate más aptos para las condiciones climáticas características de Sololá y la boca costa de Suchitepéquez.

Evaluation of tomato (*Solanum lycopersicum*) cultivars under greenhouse conditions in Sololá and Suchitepéquez

ABSTRACT: The tomato cultivars Escudero, Nemo netta, Tabaré and Dartagnian were evaluated under greenhouse conditions at four different altitudes. Three of the greenhouses were located in Sololá and one in Suchitepéquez. It was determined that all four cultivars were suitable for greenhouse conditions in the two departments; however, statistical differences in productivity were found among sites. Ojo de Agua in Sololá had the highest yield (243 ton/ha), in contrast in Suchitepéquez the yield was the lowest, but there is a possibility of growing two crops in one year due to the fast growth. Escudero had the higher yield in all four sites with statistical significance. The next best yield was obtained with Nemo netta, Dartagnian and Tabaré. Escudero produced

Materiales y métodos

Se contó con 4 sitios experimentales. Un sitio en el departamento de Suchitepéquez (comunidad Chocolá, municipio de San Pablo Jocopilas,) y tres sitios en el departamento de Sololá (caserío Ojo de Agua en la aldea Agua Escondida, del municipio de San Antonio Palopó, y Ciénaga grande I y II en el municipio de Santa Lucía Utatlán) en un rango altitudinal entre 600 a 2,450 msnm.

En cada sitio experimental se estableció el cultivo en un invernadero de 308 m². En Sololá se evaluaron 4 híbridos de tomate de crecimiento indeterminado Nemo Netta (Nirit), Dartagnian, Escudero (Clause) y Tabaré (Rijk Zwaan) y en Suchitepéquez tres, Nemo Netta, Escudero y Tabaré. Los híbridos Dartagnian, Escudero y Tabaré poseen frutos alargados tipo pera y la variedad Nemo Netta, frutos redondos del tipo manzano.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones. Cada unidad experimental estuvo formada por una hilera de 9 m de largo y 1.5 m de ancho equivalente a 13.5 metros cuadrados (Figura 1).

El suelo se preparó con un picado a 20 cm de profundidad. Se prepararon camas de cultivo agregando lombricompost a base de pulpa de café obtenido en la Empresa Campesina Asociativa (ECA) de la comunidad de Chocolá en San Pablo Jocopilas, Suchitepéquez razón de 2.5 lb de por metro cuadrado y se cubrieron con plástico mulch negro-plateado. El suelo fue desinfectado por medio del sistema de riego por goteo utilizando el desinfectante Metam sodio conocido con el nombre comercial de *Mercenario* a una dosis de 1000 l/ha.

El trasplante se realizó a partir de pilones que fueron tratados preventivamente al momento de la siembra, sumergiendo el cepellón en una solución de los fungicidas etridiazol y metil tiofanato, producto conocido comercialmente como *Banrot*, a razón de 25 cm³ por 16 litros de agua.

La fertilización se hizo por medio de un programa de fertirriego fraccionado en 30 semanas, aportando la cantidad total de 431-248-618-163-125-102 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O-CaO-MgO-S respectivamente. Las fuentes de los nutrientes fueron nitrato de potasio, nitrato de calcio, nitrato de amonio, y sulfato de magnesio. El fósforo se aportó al suelo utilizando la fórmula 11-52-0 (fosfato di amónico) a los 8 días después del trasplante. Los micronutrientes se aportaron por medio de la fertilización foliar utilizando un fertilizante multimineral quelatado (*Bayfolan*) cada 21 días a partir de la floración.

La humedad del suelo se monitoreó utilizando un tensiómetro. Los riegos se realizaron cada vez que el tensiómetro alcanzó el valor de 30 centibares aproximadamente. La planta se manejo con un solo tallo principal o un eje utilizando el sistema de tutorado aéreo, se realizaron deshijes y deshojes cada semana. Para el control de plagas y enfermedades se realizaron monitoreos y cuando fue necesario se hicieron fumigaciones con productos químicos y biológicos.

Las variables de respuesta fueron rendimiento (ton/ha), días a floración, días a inicio de cosecha, altura de planta, numero de racimos y calidad en función del tamaño y peso. De acuerdo al peso y a la ausencia de daños físicos se clasificó el tomate como primera, segunda y tercera calidad. Siendo primera calidad el tomate mas pesado, segunda calidad el tomate de peso medio y tercera calidad el tomate más liviano. La forma del fruto se determinó utilizando el índice de forma el cual se expresa como la proporción de la altura máxima respecto a la anchura máxima del fruto (Alto/Ancho) (Brewer et al. 2006) en donde el valores mayores a 1 representan frutos alargados, valores cercanos a 1 frutos redondos y valores menores a 1, frutos aplanados. Se midió la temperatura y la humedad relativa en el ambiente utilizando un termómetro/higrómetro electrónico que registró los datos con frecuencia de 1 hora dentro del invernadero.

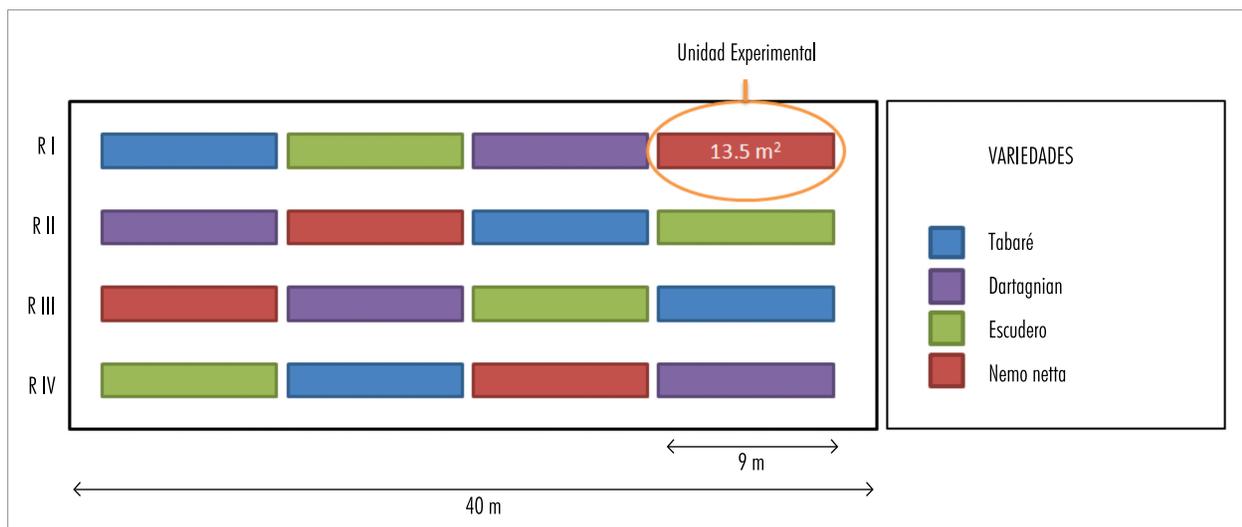


Figura 1. Diseño experimental dentro del invernadero.

Resultados

Rendimiento

Se encontraron diferencias significativas en el efecto del sitio sobre el rendimiento ($p < 0.05$) (Figura 2). En Sololá el rendimiento promedio fue de 211.1 ton/ha. En los sitios Ojo de Agua en San Antonio Palopó y Ciénaga I y Ciénaga II en Santa Lucía Utatlán, los rendimientos promedio fueron de 243.3, 170.1 y 219.9 ton/ha respectivamente. En Chocó en San Antonio, Suchitepéquez el rendimiento promedio fue de 112.2 t/ha.

En cuanto a los híbridos el análisis combinado muestra diferencias significativas ($p < 0.05$) en el rendimiento de las mismas. En Sololá las variedades Escudero, Nemo Netta, Dartagnian y Tabaré tuvieron un rendimiento promedio de 223.9, 216.9, 207.9 y 195.7 ton/ha respectivamente. En Suchitepéquez el rendimiento promedio de las variedades Escudero, Tabaré y Nemo Netta fue de 118.1, 110.6, y 108.1 t/ha.

La interacción entre la variedad de tomate y el sitio no fue significativa ($p < 0.05$).

Días a floración y a inicio de cosecha

En Sololá en los sitios de Ciénaga I, Ciénaga II, y Ojo de Agua las plantas iniciaron la floración en un promedio de 26, 26, 21 días después del trasplante respectivamente. En Chocó en Suchitepéquez la floración inicio a los 16 días después del trasplante. El inicio de cosecha ocurrió a los 101, 101, 84 en los tres sitios de Sololá, mientras que en Chocó, Suchitepéquez la cosecha inicio a los 67 días después del trasplante (Figura 3).

Altura de la planta

La altura promedio de las plantas al finalizar el ciclo de producción (Figura 4) fue de 5.2 m en Sololá y 6.5 m en Chocó, Suchitepéquez. En los tres sitios de Sololá, Ciénaga I y Ciénaga II, en Santa Lucía Utatlán y en Ojo de Agua en San Antonio Palopó, las plantas alcanzaron una altura de 5.2, 4.9 y 5.4 metros respectivamente. La altura promedio de los híbridos fue de 5.7, 5.4, 5.4 y 5.17 para los híbridos Tabaré, Escudero, Dartagnian y Nemo Netta.

Numero de racimos

Se determinó el número de racimos producidos por cada planta hasta el final del ciclo de cultivo. En Sololá se obtuvieron 14, 16, 18 racimos por planta en promedio, mientras que en Chocó fueron 14 racimos por planta para los cuatro híbridos evaluados (Figura 5).

Calidad en función del peso

Los frutos se clasificaron por su calidad comercial como primera, segunda y tercera. Se observa que los frutos de primera calidad

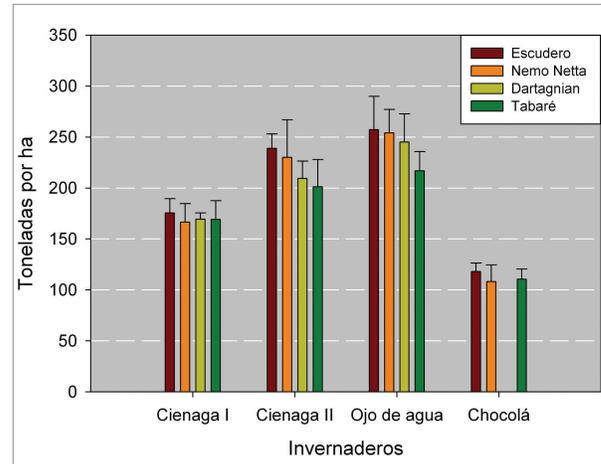


Figura 2. Rendimiento de las variedades en Sololá y Suchitepéquez.

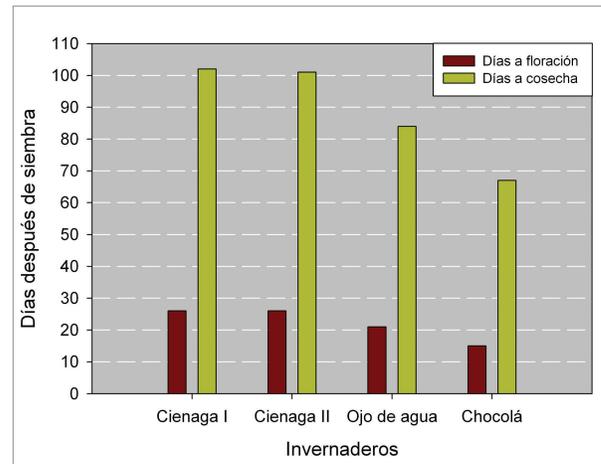


Figura 3. Días a floración y días a inicio de cosecha Sololá y Suchitepéquez.

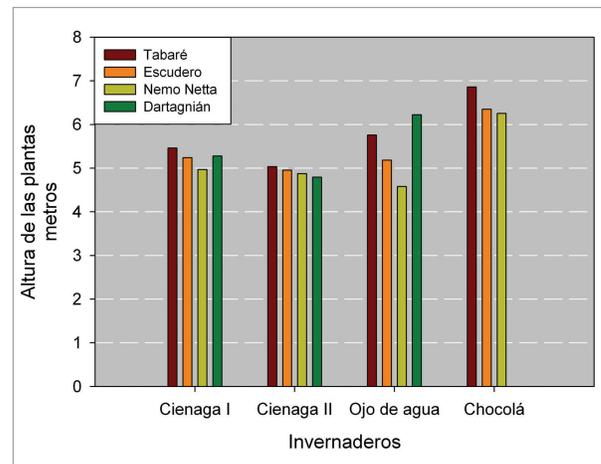


Figura 4. Altura promedio de las plantas al finalizar el ciclo de producción.

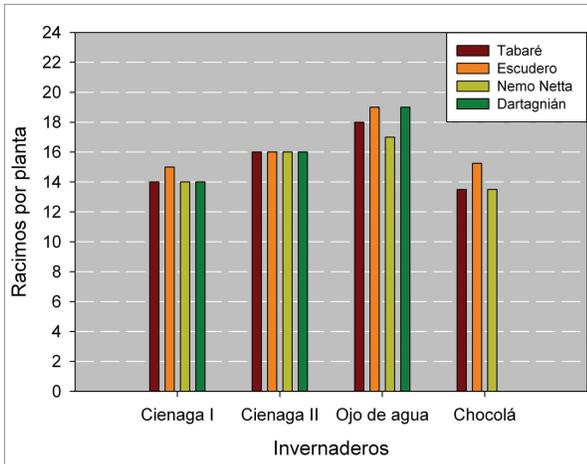


Figura 5. Número de racimos por planta.

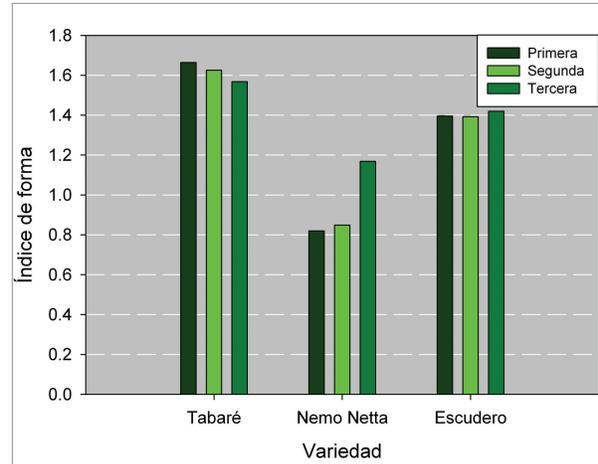


Figura 8. Índice de forma de los frutos de acuerdo a la clasificación de calidad por tamaño.

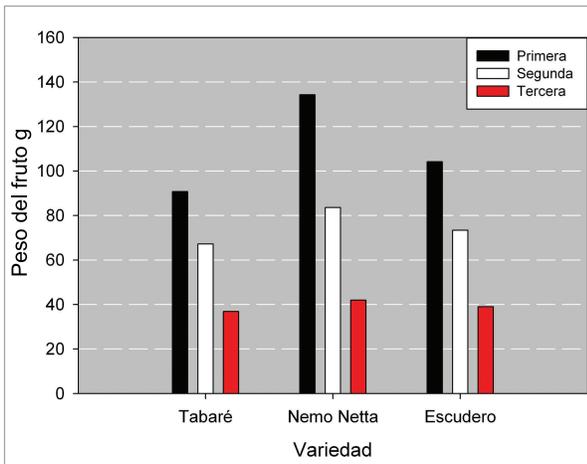


Figura 6. Peso individual de los frutos de acuerdo a la clasificación de calidad por peso.

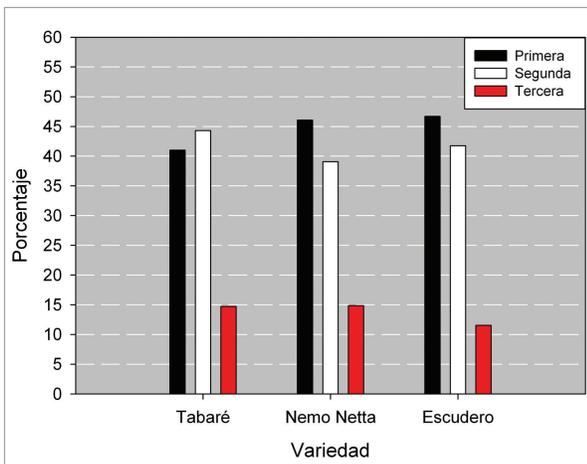


Figura 7. Clasificación de los frutos por primera, segunda y tercera calidad según tamaño.

tienen un peso promedio de 90.8, 143.3 y 104.1 gramos para los híbridos Tabaré, Nemo Netta, y Escudero respectivamente. Los frutos de segunda calidad tienen un peso promedio de 67.2, 83.6, y 73.4 gramos para los híbridos Tabaré, Nemo Netta, y Escudero respectivamente. Los frutos de tercera calidad tienen un peso promedio de 36.9, 42 y 39 gramos para las variedades Tabaré, Nemo Netta y Escudero respectivamente (Figura 6).

De primera calidad se cosechó un 41, 46 y 47 % de los híbridos Tabaré, Nemo Netta, y Escudero respectivamente. De segunda calidad se cosechó un 44, 39 y 42% de las variedades Tabaré, Nemo Netta y Escudero respectivamente. De tercera calidad se cosechó un 15, 15 y 12% de los híbridos Tabaré, Nemo Netta y Escudero respectivamente (Figura 7).

En cuanto a la forma del fruto se observó que Tabaré, Nemo Netta y Escudero tienen un índice de forma de fruto promedio de 1.62, 0.95 y 1.4 respectivamente (Figura 8 y Figura 9).

Temperatura

La temperatura promedio alcanzada en los invernaderos de San Antonio Palopó, Ciénaga I, Ciénaga II y en Chocó fue de 21.0, 18.5, 18.7 y 23.9 °C respectivamente (Figura 10).

Humedad relativa

La humedad relativa promedio en los invernaderos ubicados en San Antonio Palopó, Ciénaga I, Ciénaga II y en Chocó fue de 70, 74.7, 73.7 y 81.5 % respectivamente (Figura 11).



Figura 9. Forma de los frutos

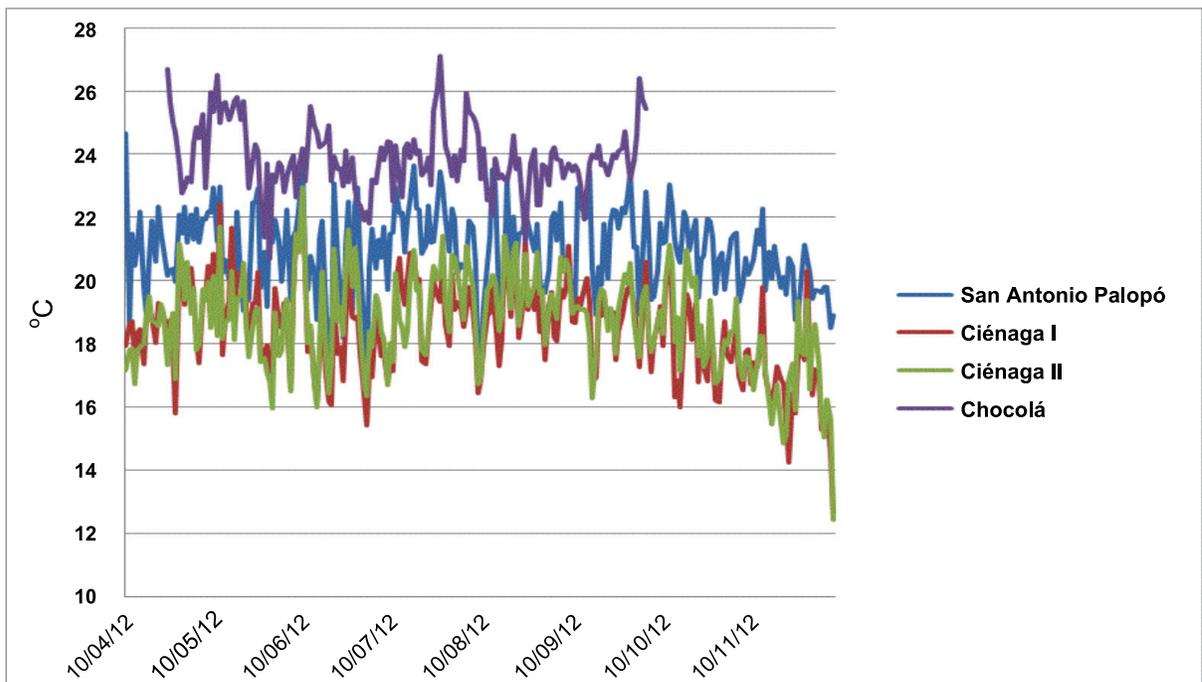


Figura 10. Temperatura promedio en los invernaderos de Sololá y Suchitepequez.

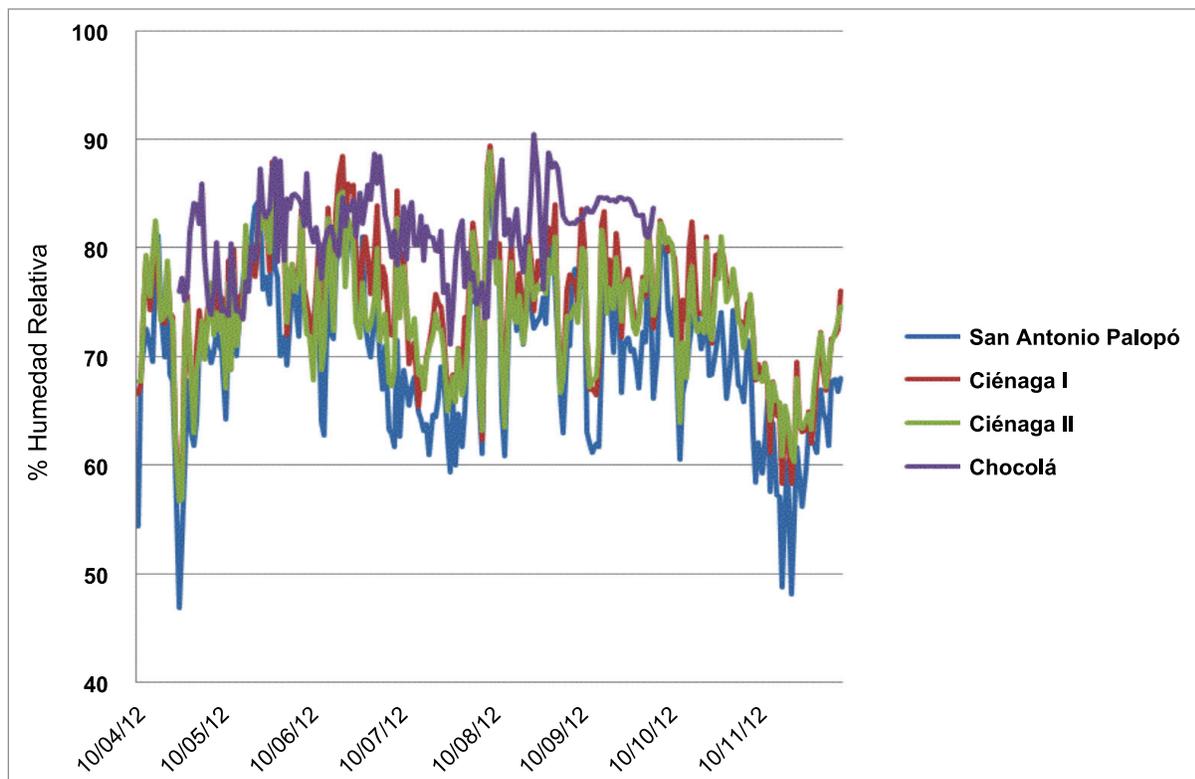


Figura 11. Humedad relativa promedio en los invernaderos de Sololá y Suchitepéquez.

Discusión

Los resultados muestran diferencias significativas ($p < 0.05$) en el rendimiento de los híbridos de tomate respecto al sitio. En general el rendimiento fue casi el doble en Sololá, que en Suchitepéquez. En los sitios de Ojo de Agua y Ciénaga II en Sololá se superaron los rendimientos reportados por la literatura mientras que en Ciénaga I y Chocotá se encuentran los rendimientos dentro del promedio reportado para cultivo de tomate en invernadero.

El rendimiento del tomate depende de la interacción de varios aspectos como la morfología de la planta, la fisiología y las condiciones de crecimiento (Van der Ploeg y Heuvelink 2005). Entre las condiciones de crecimiento que pudieron causar la diferencia en el rendimiento en los distintos sitios evaluados están principalmente las condiciones de suelo y clima. Se cree que efecto de la temperatura y humedad relativa entre sitios (Figura 10 y 11) podría tener el mayor efecto sobre los híbridos evaluados. Tal como exponen (Van der Ploeg y Heuvelink 2005) la temperatura tiene un gran efecto en todos los aspectos del desarrollo de la planta incluyendo el crecimiento vegetal, floración y cuaje de frutos, crecimiento del fruto y rendimiento. Adicionalmente se cree que existen otros aspectos importantes como el manejo agronómico de cada agricultor y el estado fitosanitario, pudiendo llegar a ser este último, un aspecto

limitante para la producción de tomate por pequeños agricultores en regiones tropicales (Huat et al. 2013).

El híbrido que consistentemente mostró el mayor rendimiento en los cuatro sitios evaluados fue la Escudero, seguido por la Nemo Netta y Tabaré. La Variedad Dartagnian únicamente fue evaluada en los 3 sitios de Sololá en donde los rendimientos suelen ser más altos. Sin embargo al compararla, con el rendimiento de los otros híbridos en los mismo sitios de Sololá, se encuentra en el tercer lugar de rendimiento detrás de Escudero y Nemo Netta.

En Sololá el ciclo de cultivo fue más largo, mientras que en la Suchitepéquez fue corto, posiblemente permitiendo realizar dos ciclos de cultivo al año. Como era de esperarse, la floración y la madurez fisiológica fueron más precoces en la costa que en los sitios del altiplano. El ciclo tuvo una duración de 236 días en Ciénaga I y Ciénaga II, 226 días en Ojo de Agua y 193 días en Chocotá (Figura 4).

En la costa las plantas de crecimiento indeterminado alcanzaron una mayor altura que en altiplano, La variedad con mayor altura fue la Tabaré, seguida en segundo lugar por Escudero y Dartagnian y en tercer lugar Nemo Netta.

Al observar el número de racimos por planta notamos que Escudero y Dartagnian tuvieron el mayor número, seguidos por

Tabaré, Nemo Netta. Al relacionar la altura de planta con el número de racimos se observó que hay algunas plantas que presentan una mayor distancia entre racimos. El híbrido con la mayor distancia fue la Tabaré. Escudero y Dartagnian presentaron una distancia entre racimos intermedia y por último Nemo Netta con la menor distancia entre racimos.

En cuanto a la calidad de los frutos, esta fue evaluada únicamente en el sitio de Suchitepéquez razón por la cual no se incluyó el híbrido Dartagnian. Se determinó que los distintos híbridos alcanzan distintos tamaños y pesos. El híbrido con los frutos más pesados es la Nemo netta, seguida por Escudero y Tabaré. Los híbridos guardan la misma relación de peso a través de las clasificaciones de primera, segunda y tercera. Nemo Netta presenta los frutos de forma más redondeada mientras que Escudero y Tabaré son de forma alargada. Dentro de los frutos alargados Tabaré es el más largo, mientras que el Escudero lo es, en menor medida.

La proporción de calidad por peso también varío de acuerdo a los híbridos. En el caso de Nemo Netta y Escudero se observó una mayor proporción de frutos de primera que de segunda calidad mientras que en Tabaré se observó una mayor proporción de frutos de segunda calidad que de primera. La variedad con la mayor proporción de frutos de primera calidad fue Escudero, seguido por Nemo Netta, y Tabaré. El híbrido con la mayor proporción de frutos de segunda calidad fue Tabaré, seguido por Escudero y Nemo Netta. La Variedad con la mayor proporción de frutos de tercera calidad fue Tabaré y Nemo Netta y finalmente por Escudero.

Las principales conclusiones resultantes de este estudio incluyen:

- Los híbridos de tomate Escudero, Nemo Netta, Dartagnian y Tabaré se adaptaron a las condiciones agroclimáticas de Sololá y Suchitepéquez en condiciones de cultivo bajo invernadero, sin embargo el híbrido Escudero es el que tuvo una mayor aceptación entre los agricultores.
- Aunque en todos los sitios evaluados, los rendimientos fueron superiores a los promedios nacionales, fue en Sololá en donde se obtuvieron los mayores rendimientos. Se cree que esta es una región con elevado potencial para el desarrollo de los cultivos bajo condiciones controladas.

Agradecimientos

Al Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) quien por medio del programa *Food for Progress 2010* (FFP10) financió la ejecución del presente estudio (Contrato OGSM: FCC-520-2010/026-00).

Bibliografía

- Brewer M, Lang L, Fujimura K, Dujmovic N, Gray S y Van Der Knaap E (2006) *Development of a Controlled Vocabulary and Application to Analyze Fruit Shape Variation in Tomato and Other Plant Species Plant Physiology* **141**: 15-25
- Cifuentes R, Colmenares A, de León E, González X (2013) *Efecto de la sustitución parcial de fertilizante inorgánico y la calidad del tomate en invernadero (Lycopersicon esculentum Mill) en Sololá* Revista de la Universidad del Valle de Guatemala. No. 26.
- Huat J, Doré T, Aubry C (2013) *Limiting factors for yield of field tomatoes grown by smallholders in tropical regions Crop Protection* **44**: 120-127
- Jerónimo V (2009) *Apoyo técnico al proyecto de investigación FAUSAC-AGROCYT 032-2004 "Evaluación agrotécnica y económica de tres diseños de estructuras de protección (invernaderos) en cultivos hortícolas para áreas intertropicales, en el centro experimental docente de la Facultad de Agronomía, FAUSAC, Universidad de San Carlos de Guatemala, Tesis*
- MAGA (2011) *El agro en cifras 2011* Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala
- Pérez J (2010) *Trabajo de graduación realizado en tomate bajo condiciones de invernadero en unidad productiva de San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala Tesis.*
- Siglo 21 (2012) *Migran hacia la agricultura protegida en:* [<http://www.s21.com.gt/agricultura/2012/06/19/migran-hacia-agricultura-protegida>] visitado el 11/09/2013
- Van Der Ploeg A, Heuvelink E (2005) *Influence of sub-optimal temperature on tomato growth and yield: a review J Hort Sci Biotechnol* **80**(6): 652-659