

*Artículo científico***¿‘AEGEAN’, TOMATE PARA INVIERNO O PARA VERANO EN CUBA?**

Gisela Rodríguez Rodríguez, Tania Hernández Ramos, Elena Bravo González, Luis Sánchez Hernández y Yuleisi Cárdenas Herrera.

RESUMEN

El tomate es una hortaliza muy preferida a nivel mundial y la de mayor valor económico y por tanto hay que realizar gran esfuerzo para mantener abastecido el mercado durante todo el año, porque su producción es muy difícil en el periodo lluvioso. La técnica de protección o forzado de los cultivos consigue modificar parcial o totalmente las condiciones climáticas haciendo que algunos se desarrollen con cierta independencia del clima. Con este tipo de cultivo se pueden lograr producciones de alto valor comercial en períodos en que la oferta del tomate cultivado a pleno campo es nula o escasa. Para ello es necesaria la introducción de híbridos F_1 adaptados a las nuevas condiciones con producciones altas, estables y de calidad. El presente trabajo se desarrolló en dos etapas, en el módulo de casas de cultivo de la UBPC ‘9 de Abril’ de la Empresa de Cítricos Ceiba con el objetivo de estudiar el comportamiento del híbrido ‘Aegean’ comparado con los testigos comerciales ‘FA 180’ y ‘HA 3019’ en dos épocas de producción (invierno y primavera – verano) respectivamente, en casas de cultivo protegido para su recomendación a la estructura varietal del sistema protegido. Es posible la producción de tomate con el híbrido ‘Aegean’, en época óptima pero sus rendimientos no superan el testigo comercial ‘HA 3019’ en la época no óptima. Importante estudiar la estructura del rendimiento alcanzado en las diferentes épocas de producción y valorar la misma comercialmente para la recomendación de cultivares.

Palabras clave: tomate, cultivo protegido, época, rendimiento

‘Aegean’, is a winter or summer tomato in Cuba?.

ABSTRACT

Tomato is a very preferred vegetable in the world. It’s necessary to keep the market provided all the year round. Production is affected during the raining period. Greenhouses technique modified partial or totally the climate conditions and some crops can grow without climate change. Greenhouse technology contributes to obtain productions with high commercial value, during the period in which open field tomato productions is almost impossible. For that reason, is necessary to introduce F_1 hybrids adapted to new conditions with high and stable yield and excellent quality. Present work was developed in two phases; in “9 of April” module, belong to “Ceiba Citric” enterprise. The objective was to evaluate the ‘Aegean’ F_1 hybrid adaptability compare with commercial varieties ‘FA 180’ y ‘HA 3019’ in two seasons (winter and spring-summer) respectively undersheltered culture conditions to recommender to varietal structure in this production system. It’s possible to produce ‘Aegean’ tomato in optimal season but ‘HA 3019’ variety is better in not optimal season. Important

MSc. Gisela Rodríguez Rodríguez, Investigador Auxiliar del Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”. Carretera Bejucal – Quivicán, km 33 ½, Quivicán, Mayabeque, Cuba. E-mail: climatico1@liliana.co.cu

point is to study the yield structure in this hybrid in different production épocas and made commercial value to recommend new cultivar.

Key word: tomato, sheltered culture, época, yield

INTRODUCCIÓN

Para disponer de hortalizas frescas durante todo el año, el hombre ha diversificado los sistemas de producción a través de diferentes enfoques y técnicas en función de las zonas agroclimáticas, lo que trajo como consecuencia la introducción y generalización del cultivo de las hortalizas con parte o todo el ciclo bajo protección (Marín, 2010)

El cultivo protegido es una tecnología que modifica el clima que rodea a las plantas, las protege de sus efectos adversos y mejora la productividad de los cultivos. Su adopción persigue como objetivo, asegurar el suministro de hortalizas frescas de alta calidad en lugares y épocas del año donde las condiciones climáticas imposibilitan o limitan su desarrollo, incrementar los rendimientos por unidad de superficie y obtener ventajas económicas en el mercado externo al presentar productos fuera de temporada (Alemán *et al.*, 2016 y ONE, 2018).

En cuanto a los principales factores que determinan la asimilación de esta tecnología en las diferentes zonas edafoclimáticas y especialmente en Cuba para la producción de vegetales se señalan, la irregularidad de las lluvias y fuertes precipitaciones durante la época de verano, alta radiación solar, alta humedad relativa y ocurrencia de tormentas y ciclones tropicales.

Por otra parte, la diferencia de temperatura durante el día y la noche es muy pequeña, las temperaturas sobrepasan el límite biológico permisible para la gran mayoría de los cultivos hortícolas, especialmente el tomate (*Solanum lycopersicum* L.), ya que el clima tiene una

marcada influencia en los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas y por lo tanto en su rendimiento (Barros, 2017). De lo anterior se infiere que el cultivo del tomate en el país es muy difícil durante una parte del año; sin embargo, existe gran interés por su producción.

El auge del cultivo protegido de hortalizas en Cuba se inicia a mediados de la década del 90 a partir de transferencias de tecnologías de Israel y España. Actualmente se aprecia una importante evolución en la superficie cultivada bajo estas condiciones que sobrepasa las 150 ha (Ruisánchez y Hernández, 2017).

La producción en este tipo de instalaciones ha estado basada en la producción de híbridos F₁ (Rey *et al.*, 2015), fundamentalmente en el uso del híbrido 'FA180' de procedencia israelí en época de invierno y el híbrido 'HA 3019' en época de verano; sin embargo, los híbridos adaptados a las condiciones de cultivo protegido han sido el principal vector tecnológico en Almería y así deberá ser en Cuba; por lo que deben ser seleccionados para superar los factores abióticos y bióticos que limitan el sistema de cultivo protegido en nuestras condiciones (Gabriel *et al.*, 2016).

Teniendo en cuenta lo anterior se efectuó el presente trabajo que ha tenido como objetivo estudiar el comportamiento del híbrido 'Aegean' en dos épocas de producción en casas de cultivo protegido para su recomendación a la estructura varietal del sistema protegido.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Módulo de Casas de Cultivo de la UBPC '9 de Abril' de la Empresa de Cítricos Ceiba, en San Antonio de los Baños, provincia Artemisa en dos etapas, una experimental (2016) y la segunda de validación de resultados (2017).

Etapa experimental

Para el ensayo se empleó el híbrido 'Aegean' de la firma comercial Enza Zaden de procedencia holandesa, comparado con los testigos comerciales para cada época del año. Se usan híbridos F₁ de crecimiento indeterminado para el cultivo vertical y que permiten la combinación de características tales como, alta productividad, calidad del fruto y resistencia simultánea a plagas. En época de invierno (óptima) se usó el híbrido israelí 'FA180'. Se utilizan también híbridos del tipo determinado o semideterminado con un manejo vertical especial, en época de verano (no óptima), entre los que se destaca el híbrido comercial israelí 'HA 3019', con alta tolerancia al TYLCV y generalizado en todo el país a partir del 2003; este híbrido forma parte de la estructura varietal del 42,63 % de las unidades de producción existentes (Ruisánchez y Hernández, 2017).

Los estudios se desarrollaron en una casa de la tipología II (abierta) modelo Tropical A-12, (Casanova y Hernández., 2019), en suelo Ferralítico Rojo según a la clasificación del World Reference Base como, Nitisol ferrálico ródico éutrico (IUSS, work in group, WRB, 2008). El suelo posee un pH ligeramente alcalino (7,2), altos contenidos de P₂O₅ y K₂O y bajos en contenidos de materia orgánica.

La preparación de suelos se realizó mediante la tracción animal (bueyes) con arado de vertedera a una profundidad de 0,50 m para lograr un buen drenaje interno y mullido aceptable. El ancho de

los canteros es de 0.70 m; se conformaron manualmente con palas y rastrillos. Se aplicó materia orgánica y humus de lombriz a razón de 2.6 kg.m⁻² y 1.5 kg.m⁻² respectivamente.

Las semillas de tomate fueron tratadas con Imidacloprid (Gaucho) a razón de 70 g.kg⁻¹ de semilla. La siembra se efectuó por el método de trasplante en cepellones según Casanova et al (2007).

El sistema de plantación fue a una sola hilera por cantero a 0.30 m de distancia entre plantas para una densidad de 2.1 plantas.m⁻². Los registros de temperatura media mínima y máxima y de humedad en el suelo se efectuaron en el lugar correspondiente y aparecen en la Tabla 1.

Para la época óptima se aplicaron 51 fertirriegos con un intervalo de dos días entre ellos y un volumen de agua de 217 m³ y para la época no óptima se aplicaron 39 fertirriegos para un volumen de agua de 153 m³ con un intervalo de dos días entre ellos (Bojocá et al., 2017).

La conducción de la plantación, la nutrición y la sanidad vegetal se efectuaron según lo indicado en el manual para casas de cultivo protegido (Casanova et al., 2007). Las principales labores de manejo fueron deshije, tutorado, deshoje, baje de las plantas, poda de frutos y flores, decapitado y la cosecha.

Se efectuaron 29 cosechas con un ciclo de recolección de cuatro veces por semana. Los frutos fueron clasificados en categorías según su tamaño. Se cosecharon en estado pintón y maduro (Ávila, 2015). Se separaron por categorías según establecen las normas existentes: Extra (>75 mm), Primera (65-74 mm), Segunda (55-64 mm) y Tercera (<55 mm)

Tabla 1. Comportamiento de las condiciones de temperatura y humedad imperantes en cada época de siembra.

Época trasplante	Temp media mínima (°C)	Temp media máxima (°C)	Variación temp (°C)	Humedad Relativa (%)
Noviembre (Invierno)	18,5	34,8	13,3	85
Junio (verano)	21,3	39,6	18,3	92
Noviembre(Validación)	17,6	33,2	15,6	87

Las evaluaciones realizadas fueron las siguientes:

- Ciclo de producción en días después del trasplante (ddt)
- Altura de la planta hasta el primer racimo (cm)
- Número de días a la cosecha
- Promedio de frutos por racimo
- Masa promedio del fruto (g)
- Cantidad de frutos por cajas
- Masa promedio de las cajas cosechadas (kg)
- Producción total (kg)
- Producción por categorías (kg)
- Rendimiento total y por categorías (t.ha⁻¹)

- Valor comercial (CUC)

Análisis económico

El análisis económico se efectuó según la valoración de los frutos por categorías y precios atendiendo a la escala de precios establecida por la comercializadora del Grupo Empresarial Frutícola (Tabla 2). Además, se tuvieron en cuenta los gastos incurridos durante el ciclo de desarrollo del cultivo, entre los que se destacan: costo de la semilla, posturas, aplicación de nematicidas, aplicación de pesticidas, fertilización química, etc.

Tabla 2. Precios de venta a la comercializadora del Grupo Empresarial Frutícola (GEF) según las categorías de comercialización.

Categoría	Precio (CUC.kg ⁻¹)	
	Época óptima	Época no óptima
Selecta	5,00	6,00
Primera	4,10	4,24
Segunda	2,00	2,00
Tercera	-	0,50

Procesamiento estadístico

El análisis estadístico se realizó para las variables agroproductivas. Se utilizaron los datos de cada época. El análisis de varianza se efectuó a través del programa computacional Stat Graphics Plus

Versión 5,0 para todos los caracteres en estudio. Se calculó la mínima diferencia entre los genotipos para $\alpha=5\%$ para cada carácter, usando la dócima de medias sobre la base de la prueba de Tukey HSD al 95 %.

Segunda etapa

Se llevó a cabo una validación a mayor escala donde se sembraron dos casas de cultivo completas, modelo Tropical A-12 de 540 m², una casa de cada híbrido 'Aegean' y 'FA180', en la siguiente época de invierno (mes de noviembre), en suelo Ferralítico Rojo según a la clasificación del World Reference Base como, Nitisol ferrálico ródico éutrico (IUSS, work in group, WRB, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN**Comportamiento del ciclo de producción (ddt).**

El híbrido 'Aegean' se muestra más tardío que los híbridos usados como testigo en las dos épocas de producción con 117 ddt en época óptima y 89

ddt en época no óptima debido a que las altas temperaturas de esta temporada aceleran el proceso de maduración de los frutos (Tabla 3). La primera respuesta de las plantas al impacto del estrés por temperatura alta se traduce en una reducción en la duración de todas las etapas de desarrollo, además de causar reducciones en el tamaño de sus órganos y finalmente disminuir el rendimiento.

Comportamiento agroproductivo.

Se midieron algunos caracteres productivos que dan indicio de la adaptación o no del híbrido 'Aegean' a las condiciones de verano en Cuba (Tabla 4).

Tabla 3. Comportamiento del ciclo productivo de las plantas para las dos épocas de producción.

Variables	ÉPOCA ÓPTIMA		ÉPOCA NO ÓPTIMA	
	FA 180	Aegean	HA3019	Aegean
Emisión del primer racimo floral (ddt)	19	19	21	22
Inicio de cosecha (ddt)	64	71	57	61
Fin de cosecha (ddt)	110	117	84	90

Tabla 4. Comportamiento agroproductivo de los cultivares para las dos épocas de producción.

Variables	ÉPOCA ÓPTIMA		ÉPOCA NO ÓPTIMA		ESx
	FA180	Aegean	HA3019	Aegean	
Altura del primer racimo (cm)	50-60	65-75	60-65	65-75	0.8504 ^{ns}
Promedio de frutos por racimo	3,3	2,2	2.7	1.3	0.0300*
Cantidad de frutos por cajas	105	80	100-110	95-100	1.0421 ^{ns}
Masa promedio del fruto (g)	170 b	265 a	155 b	193 a	0.0556*
Masa promedio de las cajas (kg)	18,6	19	18	18.6	1.7088 ^{ns}

El híbrido 'Aegean' emite su primer racimo en una posición más alta que el 'FA180' y 'HA 3019' en época óptima y no óptima respectivamente, lo que lo pone en desventaja a la hora de decidir con qué material trabajar en dependencia de las exigencias y premuras del mercado demandante. Este carácter no varía en ambas épocas porque es una

característica genética de las variedades (Aleman *et al.*, 2016).

En época no óptima, la temperatura extrema se eleva y provoca que se produzcan menor cantidad de frutos por racimos y de menor tamaño. Chaves y Gutiérrez (2017) demostraron que incrementos

de temperatura están asociados con el desarrollo de las plantas y comportamiento poscosecha, como quemaduras y abscisión de las hojas, ramas y tallos, la senescencia foliar, disminuyendo el crecimiento radicular, abortos florales y caída de fruto, además, produce frutos más pequeños que los que son comercialmente aceptables y con pobre cubierta foliar, decoloración y reducciones del rendimiento.

La caída de las flores se incrementa marcadamente con las altas temperaturas y aparece un amarillamiento de los pedúnculos al afectarse la producción de carbohidratos y la redistribución de estos, ya que se establece una competencia entre la actividad vegetativa y reproductiva de la planta (Florido y Álvarez, 2015). Por su parte, Portalfrutícola (2018) plantea que las temperaturas elevadas traen como consecuencia que los estilos de las flores se prolonguen de manera anormal, antes de que las anteras se abran, por lo cual no se puede realizar eficientemente la fecundación y se produce la caída de las flores.

A pesar de que el tomate vegetativamente puede desarrollarse en un amplio rango de condiciones climáticas, es conocido que temperaturas superiores a 34/20 °C (día/noche) o un período de exposición de 40 °C durante sólo cuatro horas, pueden causar la caída de los botones en la mayoría de los cultivares (Monge, 2014).

La correcta fructificación del tomate se restringe al rango de 10-23 °C de temperatura nocturna, pues fuera de ella pueden reducirse la cantidad, calidad y germinación del polen u ocurrir esterilidad funcional en las flores. El período crítico de desarrollo de las plantas de tomate en presencia de temperaturas altas se encuentra entre 8-13 días anteriores a la antesis, lo cual se asocia a cambios en el desarrollo de las anteras,

irregularidades en la epidermis y endotecio que es quien permite la dehiscencia de las anteras con pobre formación del polen y una disminución de la viabilidad del polen. El incremento de las temperaturas en tomate afecta casi todos las etapas de desarrollo del polen, tanto en órganos femeninos como masculinos, pero sin dudas la mayor afectación se produce en la fase de meiosis, donde se dificultan, tanto la viabilidad como la cantidad de polen producido y cuando el polen se produce a temperaturas superiores a 35 °C, se reduce su viabilidad, respuesta que varía de un cultivar a otro (Florido y Álvarez, 2015)

Número de frutos por planta

En el componente del rendimiento, número de frutos por planta, (Tabla 4), se encontraron diferencias entre los cultivares. En época óptima se obtienen como promedio 2,2 frutos por racimo con una masa promedio de 265 g, superior significativamente a 'FA 180'; sin embargo, se logran menor cantidad de frutos por racimo en época no óptima (2,0), pero su masa promedio solo alcanza 193 g.

El número de frutos por planta constituye uno de los principales componentes del rendimiento y se encuentra correlacionado con el mismo y con la capacidad de cuajado, de ahí que se ha destacado la importancia de este indicador en la selección para incrementar los rendimientos del tomate en las siembras de verano, siendo de gran ayuda en la identificación de cultivares tolerantes al calor (Alsamir *et al.*, 2017).

Los cultivares de tomate mejorados en áreas templadas presentan con frecuencia fallos en el cuajado de los frutos cuando se siembran en zonas tropicales, fundamentalmente en el período de verano. Se hace necesario contar con programas de mejoramiento encaminados a obtener cultivares que se desarrollen en estas

condiciones y que presenten, en lo posible, una serie de características favorables como la mayor dehiscencia del polen o mayor apertura del estambre y el saco polínico, ausencia de exsersión del estigma, endotecio bien organizado y normal, ausencia de rajadura del cono de la antera, gran número de semillas por fruto como medida de la viabilidad de los gametos, alta viabilidad del polen y del óvulo y alta tasa de crecimiento del tubo polínico, aspectos que sin dudas aliviarán los efectos nocivos de las temperaturas altas en la producción fuera de época de tomate en los trópicos (Baixauli, 2016).

Masa del fruto

En el otro componente del rendimiento del tomate, la masa del fruto (Tabla 4), también se encontraron diferencias significativas entre los cultivares, en las dos épocas ensayadas. En época óptima, la masa promedio de los frutos fue de 217 g, sobrepasado por 'Aegean' en 47 g en la época no óptima, así como la masa promedio del fruto también disminuyó al alcanzar 174 g. En esta época se destaca también 'Aegean' con 19 g por encima del valor medio. Los testigos estudiados solo alcanzaron 170 g y 155 g en época óptima y no óptima respectivamente.

Aunque ha sido informada una alta heredabilidad para el carácter masa del fruto en el tomate, se sabe que éste se incrementa en ambiente óptimo para el cultivo, en el que el genotipo es capaz de expresar su potencial, ya que se ha encontrado una correlación significativa y negativa del mismo con la temperatura mínima promedio. A menudo, las variedades tolerantes a las altas temperaturas presentan frutos más pequeños, aun cuando no se ha encontrado ligamiento entre la habilidad para fructificar a altas temperaturas y el tamaño del fruto, lo cual permite el avance de la mejora (Panthee *et al.*, 2018).

Rendimiento

En los resultados productivos alcanzados por los distintos cultivares ensayados en el presente trabajo en época óptima, la media general del ensayo fue de 130,68 t.ha⁻¹. En esta época el híbrido 'Aegean' (138,24 t.ha⁻¹) supera al testigo 'FA 180' (123,30 t.ha⁻¹).

En la época menos favorable para el cultivo, el rendimiento promedio del ensayo decreció a 79,74 t.ha⁻¹. En el mismo sobresale el testigo 'HA 301'9 con un rendimiento de 92,88 t.ha⁻¹; el híbrido 'Aegean' sólo alcanzó 66,60 t.ha⁻¹ y solo el 56 % de sus frutos se ubican en las categorías de selecta + primera que son las más productivas económicamente (Tabla 5).

Existe una fuerte correlación positiva entre el cuajado y el rendimiento en condiciones de temperatura alta. Por lo tanto, la evaluación del germoplasma para identificar fuentes de tolerancia al calor, regularmente se ha llevado a cabo mediante la detección del cuajado del fruto en condiciones de temperatura alta (Meena y Bahadur, 2014).

Los resultados alcanzados en este trabajo, muestran lo correcto del uso del híbrido 'Aegean' en época óptima para el cultivo, dado su alto rendimiento total y el hecho de que el 100 % del mismo es en frutos de las categorías selecta + primera, de mayores valores. Sin embargo, en época no óptima el híbrido HA 3019 lo supera significativamente en rendimiento con más de 27,0 t.ha⁻¹. Alemán *et al.* (2016) observaron una correlación negativa y significativa entre el rendimiento comercial y la temperatura promedio diaria, en consecuencia, algunos ambientes no son favorables para la obtención de altos rendimientos cuando se utilizan cultivares no adaptados a los mismos.

Tabla 5. Estructura del rendimiento por categorías de los cultivares (%) en las dos épocas ensayadas.

Variables	ÉPOCA ÓPTIMA		ÉPOCA NO ÓPTIMA	
	FA180	Aegean	HA3019	Aegean
Producción total (kg)	3425	3840	2578	1852
Producción categoría selecta (kg)	736	1459	335	146
Producción categoría primera (kg)	2086	2381	1638	891
Producción categoría segunda (kg)	603	0	483	702
Producción categoría tercera (kg)	-	-	122	113
Rendimiento (t.ha ⁻¹)	123,30	138,24	92,88	66,60
Rendimiento selecta (t.ha ⁻¹)	26,46 (21%)	52,56 (38%)	12,06 (13%)	5,22 (8%)
Rendimiento primera (t.ha ⁻¹)	75,24 (61%)	85,68 (62%)	59,04 (64%)	32,04 (48%)
Rendimiento Selecta + Primera (t.ha ⁻¹)	101,7 (82%)	138,24 (100%)	71,10 (77%)	37,26 (56%)
Rendimiento segunda (t.ha ⁻¹)	21,78 (18%)	-	17,46 (19%)	25,20 (38%)
Rendimiento tercera (t.ha ⁻¹)	-	-	4,32 (5%)	4,14 (6%)

Es interesante observar que la estructura del rendimiento (Selecta, Primera, Segunda y Tercera) del híbrido ensayado, se mantiene en ambas épocas. Además, el rendimiento total disminuye en la época no óptima. El carácter estructura del rendimiento es una característica genética. Rodríguez (2012) planteó la importancia de este carácter en los ensayos de prueba de variedades. Es de destacar, que el híbrido estudiado mantiene, en ambas épocas, estructuras semejantes en sus rendimientos totales, con superior producción de frutos de la categoría primera.

El sistema de cultivo protegido de las hortalizas se introdujo en Cuba para garantizar la oferta, fundamentalmente de tomate, durante todo el año, con privilegio del verano, dada la imposibilidad de su producción a pleno campo; luego es preciso

tener en cuenta este carácter en el estudio de los nuevos cultivares, por la repercusión que en el impacto económico puede tener el mismo (Ruisánchez y Hernández, 2017).

Valor comercial

En Cuba, el tomate se comercializa por tamaño, es por eso que es preciso conocer la valoración del rendimiento de los cultivares en un ambiente dado, en función de su estructura por categorías de frutos.

El valor comercial promedio (Tabla 6) del ensayo efectuado en época óptima fue de \$ 15247,85 CUC. En la misma, el mayor valor comercial lo alcanza el híbrido 'Aegean' (\$17057,10 CUC) con diferencias significativas con el testigo 'FA180', (\$13438,60 CUC), debido a los altos valores que alcanza en frutos de la categoría selecta.

Tabla 6. Valor comercial de los cultivares (CUC) en las dos épocas ensayadas.

Variables	ÉPOCA ÓPTIMA		ÉPOCA NO ÓPTIMA	
	FA 180	Aegean	HA 3019	Aegean
Total (\$)	13438,60	17057,10	9982,12	6114,00
Categoría selecta (CUC)	3680,00	7295,00	2010,00	876,00
Categoría primera (CUC)	8552,60	9762,10	6945,12	3777,84
Categoría segunda (CUC)	1206,00	0	966,00	1404,00
Categoría tercera (CUC)	-	-	61,00	56,50
Promedio ensayo (CUC)	15247,85		8048,06	

El valor comercial promedio del ensayo efectuado en época no óptima fue de \$ 8048,06 CUC, muy distante al de la época óptima (\$ 15247,85 CUC), a pesar de los precios favorecidos que alcanza el tomate fuera de época, ya que la oferta en el mercado es menor. En esta época el mayor valor lo alcanza el híbrido 'HA 3019' (\$ 9982,12 CUC), lo que acierta en su aceptabilidad en la estructura varietal del verano (época no óptima) en el sistema de cultivo protegido en Cuba, en ello influye su alto valor en frutos de primera categoría (\$ 6945,12 CUC).

Lo anterior, demuestra la utilidad de valorar comercialmente en cada época del año, la estructura del rendimiento alcanzado por cada cultivar y no sólo considerar su rendimiento total como argumento positivo para su recomendación a la práctica productiva (Rodríguez *et al.*, 2005).

Ello también demuestra la utilidad de usar cultivares adaptados a cada ambiente, pues mientras en época óptima, por un mayor impacto económico, se puede recomendar el híbrido 'Aegean' conjuntamente con 'FA 180'; en época no óptima se recomienda continuar con el uso del cultivar 'HA 3019'.

Comparación de ambas épocas.

En la Tabla 7 puede observarse que los valores de todos los caracteres evaluados decrecen drásticamente en el ensayo efectuado en época no óptima, siendo el rendimiento, la producción y la masa del fruto los que registran las reducciones más drásticas (61 %, 61 % y 80 % respectivamente). Ello se explica por las condiciones adversas imperantes en el verano tropical, ya que la temperatura media mínima mensual estuvo entre 18,5 °C – 21,3 °C y la media máxima entre 34,8 °C – 39,6 °C, totalmente desfavorable a la reproducción del tomate.

Resultados similares han sido informados por Fullana *et al.*, (2018) en ensayos de cultivares de tomate en condiciones protegidas efectuados en Martinica.

En Cuba, se habían informado efectos negativos de las altas temperaturas sobre la fructificación y el rendimiento del tomate sembrado a campo abierto al igual que en Martinica, Puerto Rico y Barbados. Las temperaturas altas afectan el desarrollo de las plantas de tomate, causando serios daños en las estructuras reproductivas, lo que trae como consecuencia excersiones estigmáticas que dificultan el cuajado de los frutos y la disminución de la producción, de ahí que éste constituya uno de los factores más importantes

que inciden en la baja producción de tomate en ambientes tropicales (Hernández, 2017).

El uso de esos cultivares híbridos ha incrementado la producción de tomate en zonas donde el mayor impacto en el éxito alcanzado, por el sistema de cultivo protegido del tomate, ha estado dado por el uso de híbridos de crecimiento indeterminado, de ciclo más largo y producción superior, a los cuales aún no se les ha extraído su completo potencial productivo; estos híbridos pueden ser renovables, como producto de la fuerte creación varietal existente en dicha especie. Estos planteamientos fundamentan la validez del estudio previo de los nuevos cultivares teniendo en cuenta la integralidad de sus caracteres productivos (Rodríguez *et al.*, 2017).

Segunda etapa.

En la etapa de validación se sembraron a mayor escala en época de invierno/ óptima los híbridos 'Aegean' y 'FA 180'. Los resultados corroboran que es factible la siembra de estos dos cultivares en época óptima (Tabla 8).

CONCLUSIONES

- Es posible la producción de tomate, tanto en época óptima como no óptima para el cultivo de tomate en condiciones de cultivo protegido, aunque existe un comportamiento diferencial de los genotipos usados en las mismas.

Tabla 7. Valores promedio de todos los caracteres productivos evaluados en ambas épocas.

Caracteres evaluados	Promedio época óptima	Promedio época no óptima	Decrec (%)
Peso promedio del fruto (g)	217,5	174,0	80
Producción total (kg)	3632,5	2215,0	61
Producción categoría selecta (kg)	1097,5	240,5	22
Producción categoría primera (kg)	2233,5	1264,5	57
Producción categoría segunda (kg)	301,5	592,5	
Producción categoría tercera (kg)	0,0	117,5	
Rendimiento (t.ha ⁻¹)	131,4	79,2	10
Rendimiento selecta (t.ha ⁻¹)	39,6	9,0	22
Rendimiento primera (t.ha ⁻¹)	81,0	45,0	55
Rendimiento Selecta + Primera (t.ha ⁻¹)	120,6	54	45
Rendimiento segunda (t.ha ⁻¹)	21,6	21,6	0
Rendimiento tercera (t.ha ⁻¹)	0,0	3,6	
Valor comercial total (CUC)	15248	8048,06	53
Valor comercial categoría selecta (CUC)	5487,50	1443	26
Valor comercial categoría primera (CUC)	9157,40	5361,48	59
Valor comercial categoría segunda (CUC)	603,00	1185,00	
Valor comercial categoría tercera (CUC)	0,00	58,75	

Tabla 8. Resultados de la validación de los híbridos 'Aegean' y 'FA 180' en época óptima.

Variables	ÉPOCA ÓPTIMA	
	FA 180	Aegean
Emisión del primer racimo floral (ddt)	21	21
Inicio de cosecha(ddt)	69	74
Fin de cosecha (ddt)	119	122
Peso promedio de los frutos (g)	225	303
Número de racimos por planta	8	8
Producción total (kg)	7084,00	8144,00
Producción categoría selecta (kg)	1629,50	3827,98
Producción categoría primera (kg)	8078,29	3884,66
Producción categoría segunda (kg)	377,00	432,00
Rendimiento (t.ha ⁻¹)	131,4	79,2
Rendimiento selecta (t.ha ⁻¹)	39,6	9,0
Rendimiento primera (t.ha ⁻¹)	81,0	45,0
Rendimiento Selecta+Primera (t.ha ⁻¹)	120,6	54
Rendimiento segunda (t.ha ⁻¹)	21,6	21,6
Rendimiento tercera (t.ha ⁻¹)	0,0	3,6
Valor comercial categoría selecta (CUC)	8145,00	19139,90
Valor comercial categoría primera (CUC)	20819,80	15927,00
Valor comercial categoría segunda (CUC)	754,00	864,00
Valor comercial total (CUC)	29718,80	35931,00
Utilidades para la UBPC	19543,63	23617,80

- El rendimiento total no debe ser el único argumento ponderado en la recomendación de nuevos híbridos a la práctica productiva, es necesario además, estudiar la estructura del rendimiento alcanzado por estos en las diferentes épocas de producción y valorar la misma comercialmente.
- El híbrido F₁ 'Aegean' es el cultivar estrella para siembra en época óptima y el híbrido F₁ 'HA 3019' para la época no óptima.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alemán, R.D.; Domínguez, J.; Rodríguez, Y. y Soria, S. (2016). Indicadores morfológicos y productivos del cultivo del tomate en Invernadero con manejo agroecológico en

las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana. Centro Agrícola, 43 (1): 71-76, enero-marzo.

Alsamir, M., Ahmad, N.M., Keitel, C., Mahmood, T y Trethowan, R. (2017). Identification of High-Temperature Tolerant and Agronomically Viable Tomato (*S. lycopersicum*) Genotypes from a Diverse Germplasm Collection. Plant Breeding Institute, University of Sydney, Australia. Adv. Crop Sci Tech., 5: 299.

Ávila, E.P. (2015). Manual: Tomate. Programa de apoyo agrícola y agroindustrial. Vicepresidencia de fortalecimiento empresarial. Cámara de Comercio Bogotá, 55 p.

Baixaui, C. (2016) Cómo mejorar los cultivos ante el cambio climático. Grupo Cooperativo

- Cajamar, España. [en línea]. [Fecha de consulta: 7 febrero 2017] Disponible en: <https://compromisosocial.es/como-mejorar-los-cultivos-ante-el-cambio-climatico/>
- Barros, J. (2017). ¿Cómo afectan las altas temperaturas a nuestros cultivos?. Seminis. México. [en línea]. [Fecha de consulta: 14 mayo 2018] Disponible en: <https://www.seminis.mx/blog-como-afectan-las-altas-temperaturas-nuestros-cultivos/>
- Bojacá, C.R.; Villagrán, E.A.; Gil, R. y Franco, H. (2017). El riego y la fertilización del cultivo del tomate. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 64 p. ISBN: 978-958-725-209-5.
- Casanova, A.; Gómez, O.; Pupo, F.R.; Hernández, M.; Chailloux, M.; Depestre, T.; Hernández, J.C.; Moreno, V.; León, M. e Igarza, A. (2007): Manual para la producción protegida de hortalizas. 2da. Ed. Maracay, Venezuela: Ed. Liliana, 138 p.
- Chaves, N.F. y Gutiérrez, M.V. (2017). Respuestas al estrés por calor en los cultivos. II. Tolerancia y tratamiento agronómico. Revisión bibliográfica. Costa Rica. Rev. Agronomía Mesoamericana, 28(1):255-271. ISSN 2215-3608 doi:10.15517/am.v28i1.21904
- Florido, M. y Álvarez, M. (2015). Aspectos relacionados con el estrés de calor en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Reseña Bibliográfica. Cultivos tropicales, 36 supl.1. versión On-line ISSN 1819-4087
- Fullana, M.; Ponce, J.; Conesa, M. À.; Juan, A.; Ribas, M. y Galmés, J. (2018). Changes in yield, growth and photosynthesis in a drought-adapted Mediterranean tomato landrace (*Solanum lycopersicum* 'Ramellet') when grafted onto commercial rootstocks and *Solanum pimpinellifolium*. Sci. Hort., 233: 70–77.
- Gabriel, J.; Angulo, A.; Velasco, J. y Guzmán, R. (2016). Adaptación de híbridos de tomate indeterminado [*Solanum lycopersicum* L. (Mill.)] bajo condiciones de invernadero. Journal of the Selva Andina Research Society, 7 (2), La Paz. Version On-line ISSN 2072-9294
- Hernández, V. (2017). Respuesta de tomate a condicionantes abióticos y mitigación de su efecto mediante estrategias agronómicas. Tesis doctoral Programa de Técnicas Avanzadas en Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario. Escuela Nacional de Doctorado de la Universidad Politécnica de Cartagena. 199p. [en línea]. [fecha de consulta: 14 mayo 2018] Disponible en: <http://repositorio.upct.es/handle/10317/5976> ISSN 1818-4952
- IUSS working group WRB. (2008): Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Informes sobre recursos mundiales de suelos 103. Roma: FAO/ISRIC. ISBN: 978-92-5-305511, 117 p.
- Marín, F. (2010). Cuantificación y valoración de estructuras y procesos de producción agrícola bajo ambientes protegidos en Costa Rica. Informe final Proyecto Fittacori F-02-08. San José: Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola Bajo Ambientes Protegidos, Ministerio de Agricultura y Ganadería. [en línea]. [fecha de consulta: 15 noviembre 2015] Disponible en: <http://www.mag.go.cr/biblioteca/virtual/a00290.pdf>
- Meena, O.P. y Bahadur, V. (2014). Assessment of correlation and path coefficient analysis for yield and yield contributing traits among tomato (*Solanum lycopersicum* L.) germplasm. Agric. Sci. Digest., 34 (4): 245 – 250.
- Monge, J.E. (2014). Caracterización de 14 genotipos de tomate (*Lycopersicon*

- esculentum* Mill.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 27 (4): 58-68, Octubre-Diciembre.
- ONEI (2018). Anuario estadístico de Cuba. 2017. Agricultura, Ganadería, Silvicultura y pesca. Capítulo 9. Edición 2018. Oficina Nacional de Estadísticas e Información, 32 p.
- Panthee, D.R.; Kressin, J.P. y Piotrowski, A. (2018). Heritability of Flower Number and Fruit Set under Heat Stress in Tomato. Department of Horticultural Science, North Carolina State University, Mountain Horticultural Crops Research & Extension Center, Mills River, HortScience, 53 (9): 1294-1299 [en línea]. [fecha de consulta: 14 noviembre 2018] Disponible en: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13317-18>
- Portalfruticola (2018). Consejos técnicos para mitigar el estrés térmico en los tomates. Las Condes, Santiago de Chile. [en línea]. [fecha de consulta: 14 noviembre 2018]. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/12/21/consejos-tecnicos-para-mitigar-el-estres-termico-en-los-tomates/>
- Rey, A.E.; Garzón, A.B. y Lozano, L.A. (2015). Producción de tres híbridos de tomate bajo semicubierta. Municipio de Falán –Tolima. *Revista Tumbaga. Ciencias biológicas*, 10 (1): 45-57. ISSN 1909-4841. Online 2216-118x.
- Rodríguez, A.; Florido, M.; Dueñas, F.; Muñoz, L.J.; Hanson, P. y Álvarez, M. (2017). Caracterización morfoagronómica en líneas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con resistencia a begomovirus. *Cultivos Tropicales*, 38 (2): 70-79. ISSN impreso: 0258-5936, ISSN digital: 1819-4087.
- Rodríguez, G.; Gómez, O. y Pupo, F.R. (2005). Comportamiento de híbridos F₁ de tomate bajo condiciones de cultivo protegido en Cuba. *Revista Temas de Ciencia y Tecnología*, 26: 21-29, Mayo-Agosto.
- Rodríguez, L.M. (2012). Rendimiento, aptitud combinatoria y heterosis intervarietal en líneas experimentales de tomate. Tesis en opción al título de Maestro en Ciencias de la Horticultura. Universidad Autónoma de Chapingo, México, 105 p.
- Ruisánchez, Y. y Hernández, J.C. (2017). Evolución, situación actual y perspectivas del cultivo protegido en Cuba. [Monografias.com](http://www.monografias.com) > [Agricultura y Ganadería](http://www.monografias.com). [en línea]. [fecha de consulta: 14 mayo 2018] Disponible en: <https://www.monografias.com/docs114/evolucion-perspectivas-cultivo-protegido-cuba/evolucion-perspectivas-cultivo-protegido-cuba.shtml>

Fecha de recepción: 8 enero 2019

Fecha de aceptación: 23 mayo 2019

Agrotecnia de Cuba
ISSN impresa: 0568-3114
ISSN digital: 2414- 4673
<http://www.ausuc.co.cu>

