

UNIVERSIDAD DE ALMERIA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

“Aptitud de cuatro cultivares de Tomate
Cherry para su cultivo en Invernadero de La
Costa de Granada”

Mención:

Curso 2016/2017

Alumno/a:

José Enrique Lombardo Bosch

Director/es:

José Miguel Guzman Palomino
María del Carmen García García



TITULO: Aptitud de cuatro cultivares de tomate cherry para su cultivo en invernadero de la Costa de Granada

Autor	José Enrique Lombardo Bosch
Titulación	Grado en Ingeniería Agrícola
Tutores	Dr. Miguel Guzmán palomino María del Carmen García García
Departamento	Agronomía
Modalidad	Monográfico
Línea de trabajo	TFGrado en Ingeniera Agrícola.
Palabras clave	Tomate, Cherry, Producción, Calidad Fruto, Invernadero, Granada.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL TOMATE	3
1.2 SITUACIÓN TAXONÓMICA Y BOTÁNICA.....	3
1.3. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS, DE SUELO Y FERTIRRIGACIÓN.....	5
1.4. EL CULTIVO DE TOMATE CHERRY EN LA PROVINCIA DE GRANADA.....	7
2. OBJETIVOS.....	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1. MATERIAL VEGETAL	10
3.2. INFRAESTRUCTURAS Y TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN.....	10
3.3. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE LOS 4 CV.....	12
3.4. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DE LOS FRUTOS	13
3.5. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS DE LOS FRUTOS.....	15
3.6. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.....	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE LOS 4 CV.....	17
4.2. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DE LOS FRUTOS.....	24
4.3. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS DE LOS FRUTOS	29
5. CONCLUSIONES.....	32
6. BIBLIOGRAFÍA.....	33

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento al Dr. Miguel Guzman Palomino y a Dña. María del Carmen Garcia García, por su paciencia y entendimiento.

Al Dr. José Manuel Estévez Caparrós por su colaboración.

A Jorge Aguilar Amat y German Maldonado Madrid por su ayuda

Especialmente mi agradecimiento para Ana.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL TOMATE

El centro de origen del género *Lycopersicon* es la región que comparten Ecuador, Perú, Bolivia Colombia, y Chile (Esquina-Alcázar y Nuez, 1995). El país donde se considera que se originó la domesticación de los tomates fue México. Cuando los españoles llegaron a América el tomate era parte de la cultura azteca, lo cultivaban, le vendían y se consumía, existiendo muchos tamaños, colores y formas de fruto. El vocablo tomate tiene el origen en la lengua natural de México (Rick,1978).

El tomate se introdujo fácilmente en Europa y fue aceptado para consumo humano por diferentes países europeos como Italia, España y Portugal, aunque por otros países se usó como planta ornamental y se consideró como hortaliza en el año 1785 (Rick,1978).

La difusión del tomate por África y Asia se realizó por los españoles y portugueses a través de sus colonias de ultramar (Esquinas-Alcazar,1981).

Hoy en día se ha convertido en uno de los cultivos más importantes a nivel de la economía mundial. En España es la hortaliza que más se consume tanto en fresco como preparado culinario; parte de la producción se envía a la transformación industrial y para la exportación a otros países de Europa, teniendo un papel muy importante.

1.2 SITUACIÓN TAXONÓMICA Y BOTÁNICA

El tomate (*Solanum lycopersicum* L) es una planta dicotiledónea que pertenece a la familia de las solanáceas; existe un número importante de especies, donde podemos encontrar el tomate cherry, *Solanum lycopersicum* L. var. Cerasiforme (Peralta *et al.*,2005), donde podemos tener varias formas y colores. Es una planta herbácea y perenne de porte arbustivo y se cultiva como anual, donde aprovechamos los frutos para su consumo. Según el Integrated Taxonomic Information System e North Americé (ITS) la clasificación taxonómica es:

- Clase: *Magnoliopsida* (Dicotiledónea)
- Orden: *Solanales*
- Familia: *Solanaceae*
- Género: *Solanum*
- Especie: *lycopersicum*
- Variedad: Cerasiforme

Tenemos dos tipos de crecimiento en la planta:

- Crecimiento determinado, donde se detiene el crecimiento; son plantas anuales
- Crecimiento indeterminado, son las plantas perennes (Papadopoulos,1991), pudiendo llegar a tener 10 m en un año (Rick,1978).

Tiene un sistema radicular cuya función principal es de anclaje al suelo y de absorción y transporte del agua y los nutrientes hacia la parte más alta de la planta; está formado por una raíz principal y muchas ramificaciones secundarias y también adventicias. En este sistema radicular, su crecimiento óptimo se sitúa entre 20 y 30°C; por debajo de 15°C los crecimientos disminuyen.

Semillas

Son de color grisáceo, de pequeño tamaño, de forma discoidal y con un embrión.

Tallo

El tallo es grueso, anguloso, de un color verde y recubierto de pelos que son visibles. El porte del tallo es erguido y compuesto de tres hojas y una inflorescencia.

Hojas

Las hojas se encuentran alternadas en los tallos, son pinnado-compuestas, tienen generalmente de 7-9 folíolos lobulados y en raquis, puede aparecer pequeños folíolos; están recubiertas de pelos glandulares.

Floración

La floración del tomate se agrupa en inflorescencias del tipo racimosa (Creysen y Sawheney,1972). A menudo se forman inflorescencias compuestas, teniendo muchas flores; incluso pueden tener 250 flores. Según qué condiciones ambientales y de nutrición tengamos, puede afectar a la diferenciación y el desarrollo de la flor.

Polinización

Los granos de polen caen desde el estambre hasta el estigma receptivo, el polen germina, hay un crecimiento del tubo polínico que llega al ovario, y es donde se produce la fecundación, seguida de modificaciones hormonales naturales hacen crecer el ovario para transformarse en fruto. Las diferentes condiciones ambientales que tengamos, como temperatura, luz, humedad... influyen para que estos pasos se produzcan de forma eficiente.

Fruto

Es una baya que puede ser bi o multilocular. Se forma de un ovario de 5-8 mg y puede alcanzar al final de la madurez hasta 1kg, dependiendo de la variedad y de las condiciones del cultivo. Este fruto está unido a la planta por medio de un pedicelo que lleva un engrosamiento articulado, en el cual se observa la zona de

abscisión. El fruto maduro está formado por el tejido placentero, pericarpio y las semillas.

1.3. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS, DE SUELO Y FERTIRRIGACIÓN

Exigencias climáticas

Según Cadenas *et al.*, 2003, éstas son las temperaturas críticas para el cultivo del tomate:

- Se huela la planta a 2°C
- Detiene su desarrollo entre 10 a 15°C
- Mayor desarrollo entre 20 a 24°C
- Germinación mínima a 10°C
- Germinación óptima entre 25 a 30°C
- Germinación máxima 35°C
- Nasciencia a 18°C
- Primeras hojas a 12°C
- Desarrollo diurno entre 18 a 21°C
- Desarrollo nocturno entre 15 a 18°C
- Floración diurna entre 23 a 26°C
- Floración nocturna entre 15 a 18°C
- Maduración fruto rojo entre 15 a 22°C
- Maduración fruto amarillo a >30°C
- Suelo:
 - mínima a 12°C
 - óptima de 20 a 24°C
 - máxima a 34°C

Exigencias de suelo.

El cultivo del tomate no es muy exigente a suelos; aunque se desarrolla bien en suelos profundos y sueltos, y suelos francos, el suelo franco-arenoso sería el más idóneo, siempre con un buen drenaje para poder evitar asfixia radicular y otras enfermedades de raíces, como puede ocurrir en suelos arcillosos. El pH debe estar entre 5 y 7 pero funciona bien con pH8. Es bastante tolerante a la salinidad (Ayers y Westcot, 1976).

Fertirrigación

Fertirrigación o riego localizado, nos permite la posibilidad aportar, dosificar los fertilizantes y agua, y repartirlos durante todos los días del ciclo del cultivo en función de las necesidades de la planta

Se utilizan diferentes fertilizantes según las condiciones del cultivo, en concreto fechas de plantación, fertilidad del suelo, clima y suelo, entre otros.

Los principales fertilizantes son sulfato potásico, nitrato potásico, fosfato monopotásico, sulfato de magnesio, nitrato cálcico, y ácidos nítrico y fosfórico.

El consumo medio de agua de riego para 1 hectárea de tomate en un ciclo largo se estima entre 7.000 y 8.000 m³/ha.

La necesidad nutritiva del cultivo de del tomate por tonelada de cosecha, según Castilla y Fereres1995, son:

- N = 2,1-3,8 kg
- P = 0,3-0,7 kg
- K = 4,4-7,0 kg
- Ca = 1,2-3,2 kg
- Mg= 0,31.1 kg

En una cosecha de 120.000 kg/ha, las necesidades nutritivas según Cadahía, 1995, son:

- N = 400 kg/ha
- P₂O₅ = 200kg/ha
- K₂O = 850 kg/ha

Según Fernández y Camacho, 2008, la disolución fertilizante ideal, expresando los nutrientes en mM/l y mg/l de disolución, sería:

Macroelementos (mM/l)	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ⁼	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
Siembra hasta floración 2º racimo	8	2.5	2.5	5.0	4.0	2.0
De 2º a 5º racimo	11	2.0	2.0	7.5	6.0	2.0
De 5º a 10º racimo	14	1.5	2.0	8.5	5.0	2.0
Último racimo cuajado hasta el final del cultivo	14	1.5	1.5	7.0	4.0	2.0

Tabla 1.- Solución nutritiva tipo para fertirrigación de tomate.

Como base orientativa, y según Fernández y Camacho, 2008, podemos ver en la tabla 2, los equilibrios más utilizados:

Estado fenológico planta	Equilibrio	g/m ² .dia	C.E. (ds/m)
Trasplante a inicio floración	1:21	1.5	Agua+0,5
Floración y cuaje	1:1:1	3	Agua+0,8
Recolección	1:1:1.5	4	Agua+1,0

Tabla 2.- Equilibrios tipo para fertirrigación de tomate.

En periodos de mucho calor (primavera y verano) tenemos que observar los niveles de calcio y potasio, para que no surjan problemas de deficiencia de calcio o manchado del fruto.

Tenemos momentos difíciles de cultivo debido a situaciones climáticas por lo que es conveniente hacer análisis foliares para poder corregir la fertilización.

1.4. EL CULTIVO DE TOMATE CHERRY EN LA PROVINCIA DE GRANADA

El tomate, hoy en día se ha convertido en uno de los cultivos más importantes a nivel de la economía mundial. La producción del cultivo del tomate en España es muy diversa y se extiende por casi toda España, donde tenemos más de 70.000 ha de producción, destacando las provincias de Granada (1.700ha) y Almería (10.600ha), donde hay gran diversidad de cultivares.



Imagen 1.- Diversidad de tipologías en tomate.

En los últimos años en las provincias de Almería y Granada, las empresas de semillas han realizado una gran inversión en investigación para la mejora del tomate, tanto en producción como en calidad comercial (conservación, firmeza, aspecto, color, brix, calibre y morfología), resistencia a enfermedades. Los cultivares de tomate se han ido adaptando a las necesidades del mercado y esto se ha conseguido con la creación nuevos híbridos de mucho valor agronómico y, por supuesto, económico.

Centrados en los cultivos de la tomate cherry de la provincia de Granada, su segmentación es evidente. Desde el año 1999 la superficie ha ido aumentando cada año, y apareciendo diversas tipologías y colores (fuente propia):

- Tomate cherry rojo redondo para suelto, 420ha
- Tomate cherry rojo pera para suelto, 490ha
- Tomate cherry rojo pera en ramo, 15ha
- Tomate cherry rojo redondo para rama, 50ha
- Tomate cherry redondo amarillo, 50ha
- Tomate cherry pera amarillo, 20 ha
- Tomate cherry pera marrón, 30 ha
- Tomate cherry pera naranja, 25 ha



Imagen 2.- Diversidad de tipologías cherry en tomate.

El incremento de superficie que se va produciendo año tras año de la tipología de tomate cherry pera en detrimento de la tipología redondo, debido principalmente a la mayor calidad organoléptica del tomate cherry pera, hace necesario acometer ensayos de nuevos cultivares de esta exitosa tipología en la provincia de Granada.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es el estudio de la aptitud de cuatro cultivares de tomate cherry tipo pera para su cultivo en Invernadero de la Costa de Granada

Como objetivos secundarios, se plantea la evaluación agronómica y de calidad de fruto de los cultivares seleccionados.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIAL VEGETAL

Los cultivares utilizados son variedades híbridas de la tipología de tomate cherry redondo, para recolección en suelto, con un color rojo-naranja; todos ellos están relacionados en la Tabla 3.

Cultivar	Tolerancias/Resistencias	Empresa Comercial
TM 2102	ToMV/Fol:0,1,2, Nematodos, TYLCV	Sakata
Katalina	ToMV/Fol:0/Ff:5, Nematodos	Zeraim
Sweet Star	ToMV:0,1,2/Fol:0,1,2, Nematodos, TYLCV	Sakata
TM10595	ToMV:0,1,2/Fol:0,1,2, Nematodos, TYLCV	Sakata

Tabla 3. Cultivares ensayados con indicación de empresa y resistencias.

3.2. INFRAESTRUCTURAS Y TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

Este ensayo se realizó bajo estructura de invernadero de plástico del tipo parral de “raspa y amagado”, suelo enarenado, con estructura de tubo galvanizado de una superficie total de 6.000 m², ubicado en Puntalón, en la provincia de Granada. La finca es propiedad de José Ramírez y la cosecha se comercializa en la SAT La Caña, también ubicada en Puntalón.

El invernadero posee sistema de fertirrigación, con cabezal de formulación y filtrado, conteniendo un sistema de riego localizado, con sus redes de distribución de tuberías para distribuir el agua y el abono a la superficie que se desea regar con sus goteros, de donde sale el agua con su correspondiente solución nutritiva.

Se eligió la parte central del invernadero para hacer el ensayo, con objeto de evitar el efecto borde. El diseño experimental fue un bloque con tres repeticiones por bloque, teniendo plantas de borde alrededor del ensayo. Cada repetición constaba de 15 plantas.

La fecha de plantación fue el 8 de septiembre del 2015 y la de arranque 19 de abril de 2016. Se procedió a la recolección durante 15 semanas a partir del 13 de diciembre de 2015.

El marco de plantación: 2 m x 0.5 m. Fue el mismo que utiliza normalmente el agricultor para su plantación.

La planta se despuntó y se dejó a dos tallos, idéntico al resto de la plantación del agricultor. Igualmente, para el entutorado de las plantas y demás operaciones culturales, se siguió el criterio usual del agricultor.



Imagen 3. Aplicación de técnica de deshojado en el ensayo.

3.3. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE LOS 4 CV.

Todos los parámetros caracterizados se analizaron para la totalidad de las quince plantas que conforman cada una de las tres repeticiones por cultivar.

Producción comercial

Se procedió de la producción comercializable en Báscula Digital de plataforma Gram ZMissil, con capacidad de 60 kg. y precisión de 10g.

El resultado se expresa en kg. m⁻².

Destrío

Se procedió a la pesada de los frutos de destrío, considerando como tales aquellos en los que se aprecian defectos comerciales (malformación, rajado, pudrición, manchado, cicatrices, rajados longitudinal y circular, microcraqueing...).

La balanza utilizada fue el modelo de balanza de precisión Mettler Toledo, con rango de medida de 1 a 5200 mg.

El resultado se expresa en kg. m⁻².

Precocidad

Tras inspección visual semanal a las plantas, por parte de un ingeniero entrenado, se ha adjudicado un índice de precocidad definido como:

- 1.- Recolecciones de 03/12/15 – 21/01/16
- 2.- Recolecciones de 04/02/16 – 07/03/16
- 3.- Recolecciones de 17/03/16 – 18/04/16

Vigor de Planta

Tras inspección visual semanal a las plantas, por parte de personal ingeniero entrenado, se ha adjudicado un índice de vigor definido como:

- 1.- Vigor muy débil
- 2.- Vigor débil
- 3.- Vigor intermedio
- 4.- Vigor fuerte
- 5.- Vigor muy fuerte

Entrenudos

Tras inspección visual semanal a las plantas, por parte de personal ingeniero entrenado, se ha adjudicado un índice de longitud de entrenudos definido como:

- 1.- Entrenudos muy cortos
- 2.- Entrenudos cortos
- 3.- Entrenudos intermedios
- 4.- Entrenudos largos
- 5.- Entrenudos muy largos

Cuajado Verano e Invierno

Tras inspección visual semanal a las plantas y coincidiendo con las estaciones anuales convencionales, altas y bajas temperaturas, por parte de personal ingeniero entrenado, se ha adjudicado un índice de cuajado definido como:

- 1.- Cuajado muy malo
- 2.- Cuajado malo
- 3.- Cuajado intermedio
- 4.- Cuajado bueno
- 5.- Cuajado muy bueno

3.4. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DE LOS FRUTOS

Las muestras que aparecen en cada apartado fueron tomadas por triplicado, para la recolección precoz, media y tardía.

Peso Medio del Fruto

Se pesaron 10 frutos, pertenecientes a cinco plantas (2 frutos/planta) al azar, de las quince que conforman cada una de las tres repeticiones por cultivar. ...).

La balanza utilizada fue el modelo de balanza de precisión Mettler Toledo, con rango de medida de 1 a 5200 mg.

El resultado del peso de 10 frutos se expresa en kg. m^{-2} .

Homogeneidad Color

Se utilizó la misma cantidad de muestra usada para la obtención de peso medio de los frutos.

Tras inspección visual semanal a las plantas, por parte de personal ingeniero entrenado, se ha adjudicado un índice de homogeneidad de color definido como:

- 1.- Color muy poco homogéneo
- 2.- Color poco homogéneo
- 3.- Color de homogeneidad intermedia
- 4.- Color homogéneo
- 5.- Color muy homogéneo

Vida útil

Se utilizó el doble de muestra que en el parámetro anterior.

Para medir la vida útil de los frutos de los diferentes cultivares se ha escogido la dureza como parámetro fundamental.

Para medir la dureza del tomate, se utilizan métodos destructivos, valorando la resistencia que ofrecen los frutos a la comprensión con un durómetro de la marca Tr, (escala de 0-100 dyn=g.cm⁻² y superficie de comprensión de 0,25cm²). Está especialmente indicado para medir este parámetro en las frutas y hortalizas blandas.

Las muestras se conservan en cámara frigorífica durante 5 días a temperatura entre 7 y 10°C y, seguidamente y durante 6 días más a temperatura ambiente (18-25°C), hasta completar una vida a 11 días, se vuelve a proceder a realizar la medición sobre otra muestra mantenida desde el principio a iguales condiciones que la ya analizada. El resultado se expresa en g.cm⁻².

Porcentaje de jugo

Se utilizó la misma cantidad de muestra usada para la obtención de peso medio de los frutos.

Cada muestra se pasó por el extractor de Jugos OSTER 3157.

El resultado se expresa en % p.p. (Peso fruto fresco / Peso jugo).

3.5. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS DE LOS FRUTOS

Las muestras utilizadas para el análisis de los parámetros químico consistieron en 10 frutos, pertenecientes a cinco plantas (2 frutos/planta) al azar, de las quince que conforman cada una de las tres repeticiones por cultivar. ...).

Contenido en Sólidos Solubles

Para determinar en contenido de sólidos solubles, se utiliza un Refractómetro digital, de la marca Atago, modelo PR-101, con rango de medida 0-45%, expresando los resultados en °Brix.

Se miden tres frutos por variedad, repetición y recolección. Para ello, se rayan los frutos de uno en uno y con un cuentagotas se toma cada una de las muestras, y se colocan sobre el prisma del refractómetro, procurando que se rellene completamente todo el hueco del prisma, y se procede a la realización de tres lecturas, procediéndose después a la realización de la lectura media. La temperatura ambiente del laboratorio es de aproximadamente 20°C.

Acidez titulable

La acidez titulable es un parámetro cuyo valor se obtiene por medio de una valoración potenciométrica con una disolución alcalina hasta alcanzar pH=8,1. La medida se realiza a partir de 10 g. de jugo resultante de la mezcla de los caldos de cada uno de los frutos a los que previamente se les ha realizado la medición de los °Brix. Para la determinación de este parámetro, se utiliza una disolución de Hidróxido de sodio 0,01N, pipeta, bureta y matraz aforado.

La acidez titulable se ha expresado en meq de NaOH 0,01N empleados en la valoración potenciométrica.

Índice de calidad gustativa de los frutos

Este índice está considerado como un buen indicador del sabor de fruto de tomate.

Se calcula como la relación entre la acidez (mmol NaOH 0,01N para 100g fruto fresco) y el contenido en sólidos solubles (°Brix).



Imagen 4. Diverso aparataje utilizado para analíticas de frutos: balanza de precisión, báscula, refractómetro y equipo titración.

3.6. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Para la elaboración de resultados y análisis estadístico, se determinó la existencia de diferencias significativas sobre los datos de producción y los parámetros de calidad y caracterización de frutos mediante un análisis de varianza

Posteriormente se aplicó el test de mínimas diferencias significativas (LSD), con una significación del 5%, para determinar cuáles son los grupos homogéneos y se estableció una nomenclatura según la cual producciones que van acompañadas de igual letra suponen grupos equivalentes.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE LOS 4 CV.

Cultivar Tomate Cherry	Producción Comercial (Kg.m ⁻²)		Destrío (Kg.m ⁻²)		Índice de Precocidad		Índice Vigor de la Planta		Índice Distancia Entrenudos		Índice de Cuajado Invierno		Índice de Cuajado Verano	
cv. Katalina	6,62	a	0,18	a	1,80	a	4,16	a	2,50	ab	4,33	b	3,00	a
cv. TM 10598	7,08	a	0,66	a	1,90	ab	3,50	a	3,33	b	2,66	a	2,66	a
cv. TM 2104	6,42	a	0,04	a	1,80	a	3,50	a	2,33	a	3,00	a	4,00	b
cv. Sweet Star	6,37	a	0,35	a	2,00	b	3,16	a	2,33	a	3,66	ab	4,00	b

Tabla 4.- Tabla de resultados de caracterización agronómica.

Letras diferentes representan diferencias significativas estadísticamente $p < 0,05$

Producción comercial

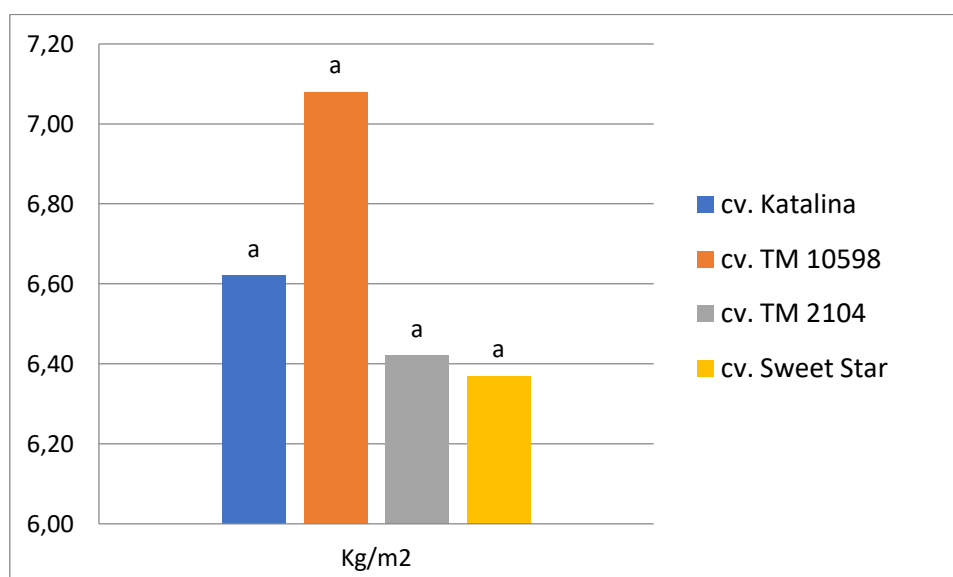


Gráfico 1.- Producción comercial de los 4 cv. de tomate cherry ensayados (Kg m⁻²)

La tabla nos muestra kg m^{-2} de las diferentes variedades de tomate ensayadas. No hay diferencias significativas entre ellas, pero destaca su producción TM 10598 con $7,08 \text{ Kg m}^{-2}$, y la menos productiva es Sweet Star con $6,37 \text{ Kg m}^{-2}$, la diferencia entre ellas es de $0,71 \text{ Kg m}^{-2}$. No obstante, hay que tener en cuenta que para el mercado, calidad no es equivalente a producción.

En general, el nivel de productividad en tomate cherry bajo invernadero es menor en comparación con otros tipos de tomate y para el caso de España éste puede variar de $4,44$ a $17,54 \text{ kg m}^{-2}$ (Berenguer *et al.*, 2003), con lo cual, las producciones obtenidas se encuentran dentro de un límite aceptable.

Destrío

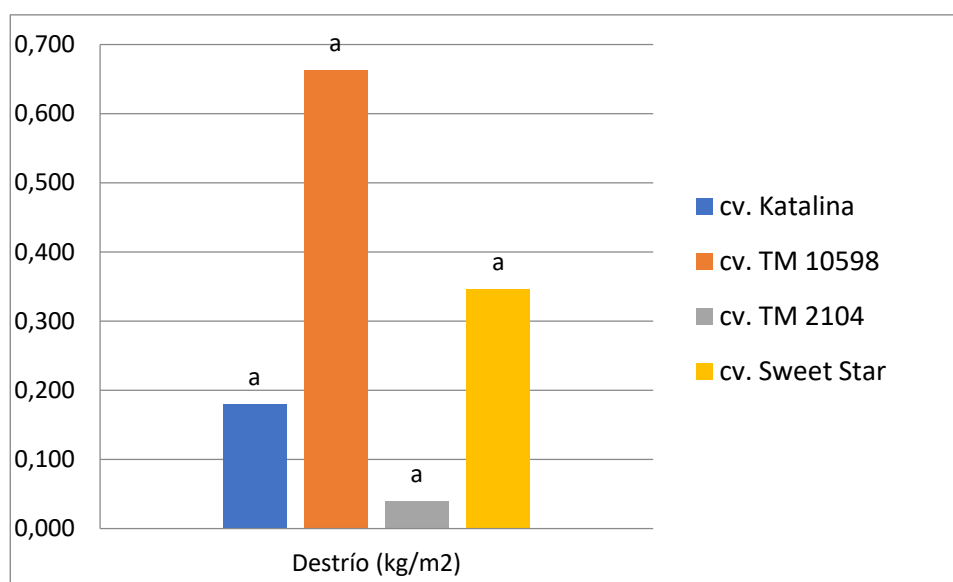


Gráfico 2a.- Destrío de los 4 cv. de tomate cherry ensayados (Kg m^{-2})

Destaca en producción no comercial del cv. Katalina, aunque no son muchas los kg no comerciales por hectárea, la variedad TM2104 se distingue por ser la que tiene menos destrío de todas. No existen diferencias significativas en el destrío de todas las variedades ensayadas aunque, en general, estamos hablando de cantidades bajas y asumibles puesto que son múltiples los motivos que pueden deprecia un fruto: necrosis apical, rajado longitudinal y circular, defectos de coloración, cicatrices, etc.

Precocidad

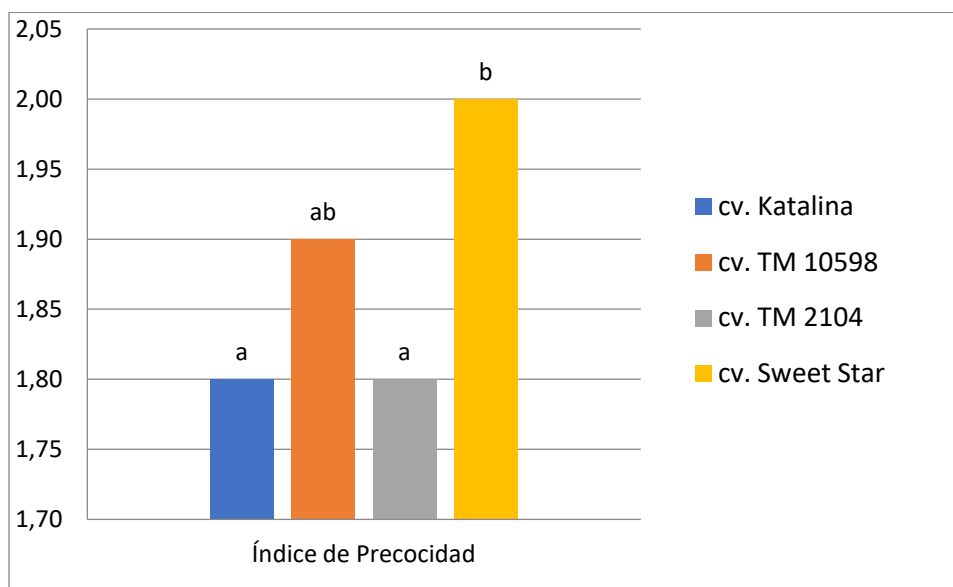


Gráfico 2b.- Índice de precocidad (1-3)

Katalina y TM2104 fueron los cv más precoces, lo cual normalmente se traduce en un incremento del precio de mercado. El cv. TM10598 es de precocidad media, existiendo diferencias significativas con cv. Sweet Star, el más tardía.

Vigor de Planta

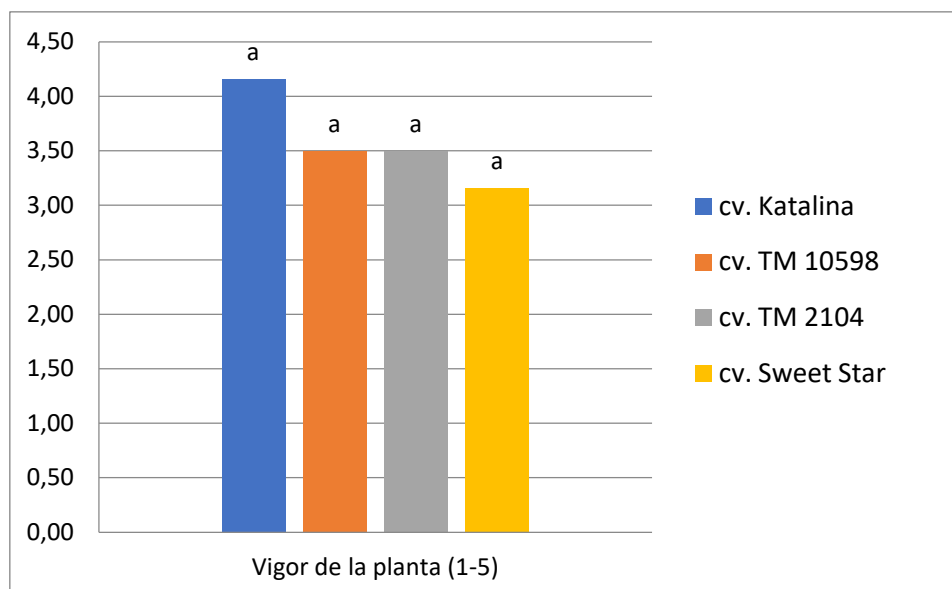


Gráfico 3.- Índice de vigor de la planta de los 4 cv. de tomate cherry ensayados

Tenemos un vigor adecuado de las cuatro variedades para su adaptación a la zona; TM10598 y Katalina tienen el mayor valor, aunque no excesivo. No existen diferencias significativas entre variedades.

Distancia de entrenudos

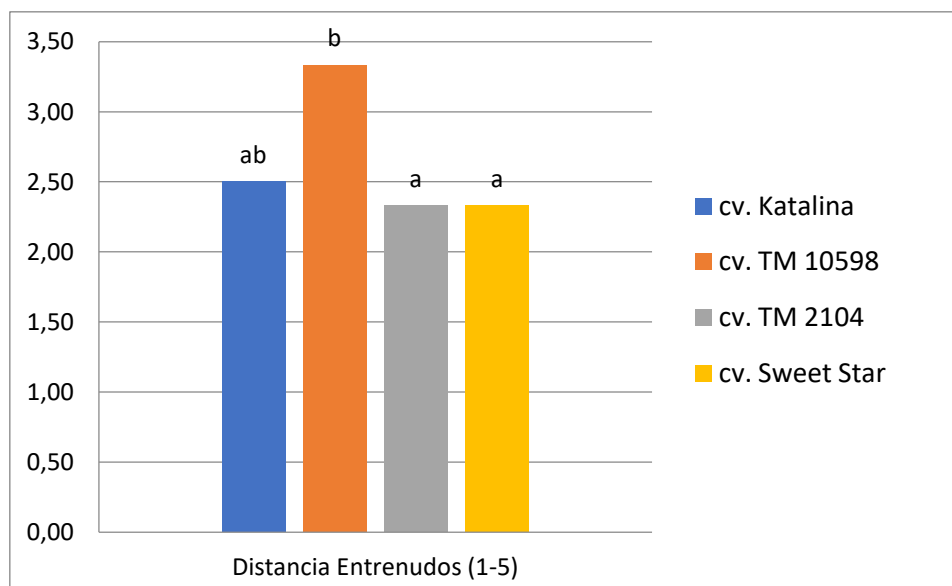


Gráfico 4.- Índice de distancia entrenudos de los 4 cv. de tomate cherry ensayados

Este índice indica que podríamos tener más o menos cantidad de ramilletes, y por tanto más cantidad de frutos a igualdad de frutos por ramilletes. En la gráfica podemos ver el valor máximo de TM10598 con índice 3,33, con diferencias significativas con los cv. TM2104 y Sweet Star, que tienen valores inferiores y por lo tanto, más ramilletes para una misma longitud de tallo. El cv. Katalina se encuentra en una posición intermedia entre ambos grupos.

Cuajado Verano e Invierno

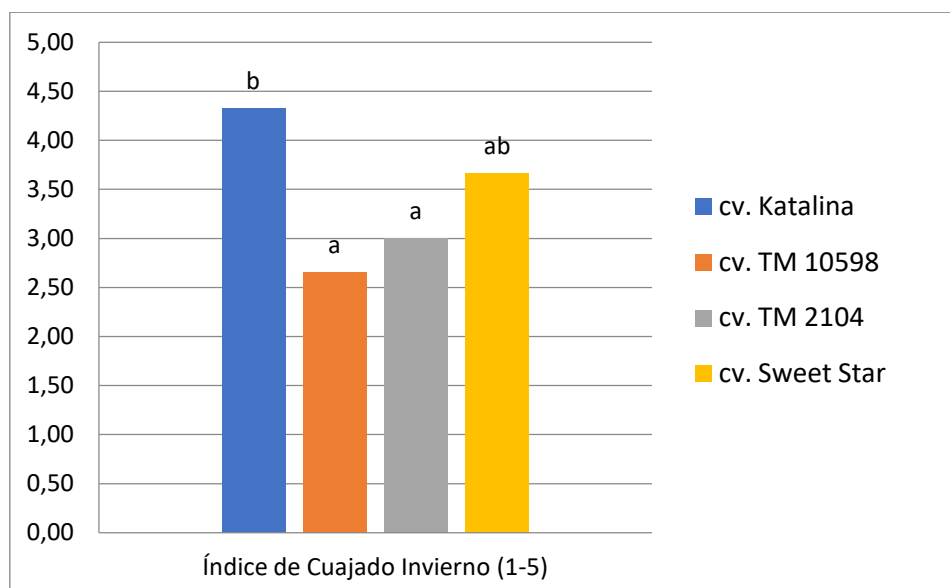


Gráfico 5.- Índice de cuajado de verano de los 4 cv. de tomate cherry ensayados

Las variedades que tengan mal cuajado en épocas de frío, generalmente son variedades que los agricultores eliminan ya que es un factor muy importante para poder continuar su producción en los meses siguientes, mediados febrero, marzo, abril, donde normalmente se obtienen buenos precios.

El gráfico 5 es muy representativo puesto que existen diferencias significativas. La variedad Katalina tiene el mejor cuajado en invierno y TM10598 el peor. Hay que decir que el ensayo está situado en una zona climáticamente buena y no hubo grandes variaciones climáticas; no fue un año de frío fuerte ni hubo heladas en la zona del ensayo.

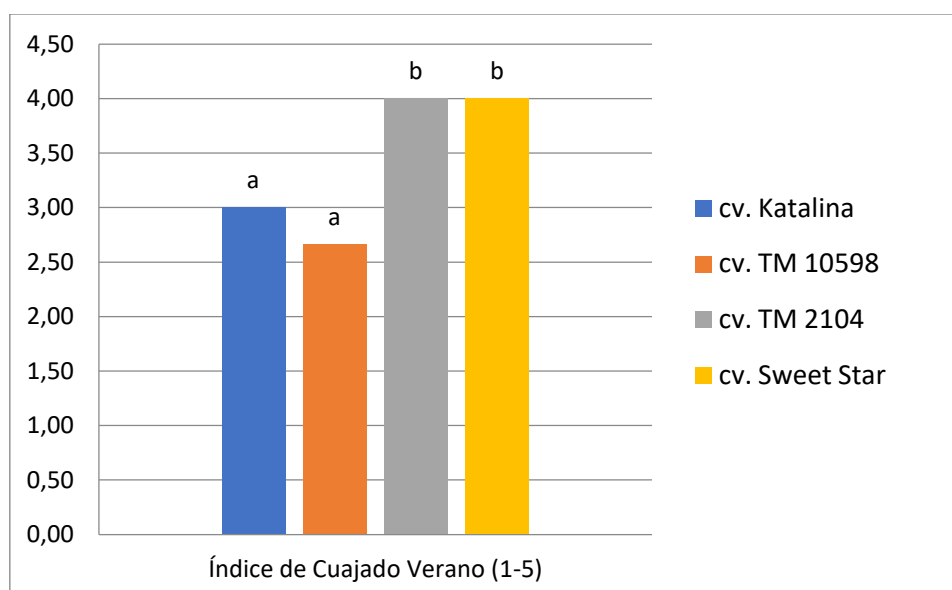


Gráfico 6.- Índice de cuajado de invierno de los 4 cv. de tomate cherry ensayados

Los trasplantes de tomate en la zona de Granada se realizan principalmente desde mediados de Julio hasta septiembre y primeros días de Octubre, desde mediados de septiembre y octubre se consideran tardíos. El trasplante fue el 8 de septiembre por lo que podríamos considerar como un trasplante medio/ tardío, donde las connotaciones del calor en los primeros ramilletes ya no tienen tanta presión como en los trasplantes tempranos (desde mediados julio hasta mediados de agosto).

Desde el 15 agosto hasta el 5 septiembre son las principales fechas de trasplante de tomate. Vemos que los valores de las cuatro variedades son diferentes entre sí de forma estadísticamente significativa.

Los valores de las cuatro variedades son parecidos y forman dos grupos: uno formado por Katalina y TM10598 con valores más bajos, menor cuajado, y el otro formado por TM2104 y Sweet Star con valores iguales y valores superiores al otro grupo; entre ellas no tienen diferencias significativas aunque sí con el primer grupo de cv. mencionados.

Cabe destacar Sweet Star y TM2104 son las variedades que mejor se podrían adaptar a plantaciones tempranas/medias, debido a su mejor cuajado con calor.

4.2. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DE LOS FRUTOS

Cultivar Tomate Cherry	PFF Peso Medio de 10 Frutos (Kg.m ⁻²)		Índice Homogeneidad de Color de Fruto		Dureza Fruto a 5 días (g.cm ⁻²)		Dureza Fruto a 11 días (g.cm ⁻²)		Jugo (%)	
cv. Katalina	0,14	a	3,000	a	75,08	b	68,90	b	57,83	a
cv. TM 10598	0,15	a	3,000	a	75,44	b	68,12	b	52,00	a
cv. TM 2104	0,15	a	2,500	a	71,11	a	64,00	a	55,33	a
cv. Sweet Star	0,15	a	3,160	a	70,68	a	65,37	a	51,83	a

Tabla 5.- Tabla de resultados de parámetros físicos

Letras diferentes representan diferencias significativas estadísticamente $p < 0,05$

Peso Medio del Fruto

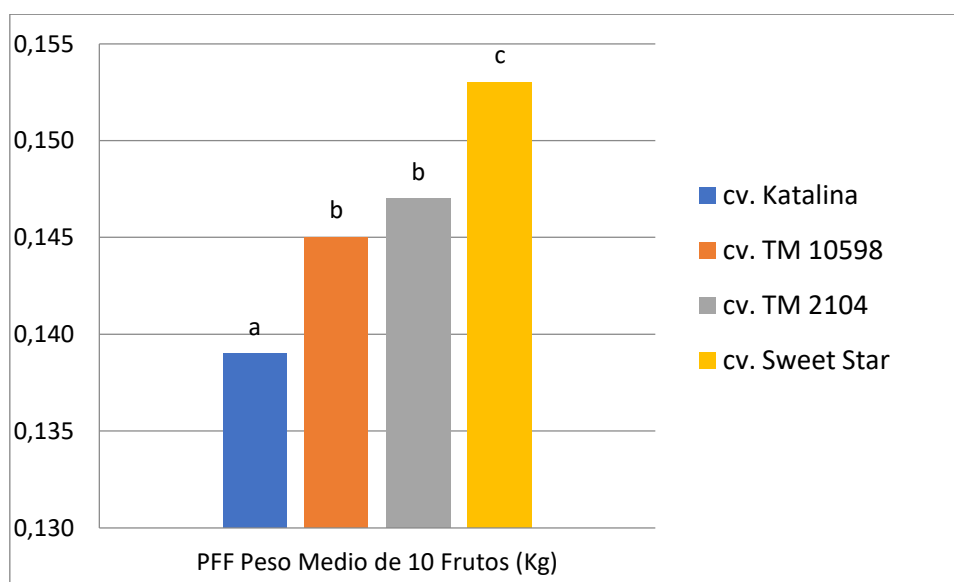


Gráfico 7.- Peso medio de fruto de los 4 cv. ensayados (kg. m⁻²)

Los datos muestran el intervalo de Katalina, 13,9 g/fruto, con el menor peso, y Sweet Star con el mayor peso, 15,3 g/fruto; la diferencia es de 1,4 g/fruto. Todas las

variedades son totalmente comerciales por el tamaño del fruto, existiendo diferencias significativas entre las variedades TM con el resto. Los valores son similares a los aportados por Choi *et al.* (2014), entre 2,5 – 14,0 g/fruto.

Homogeneidad Color

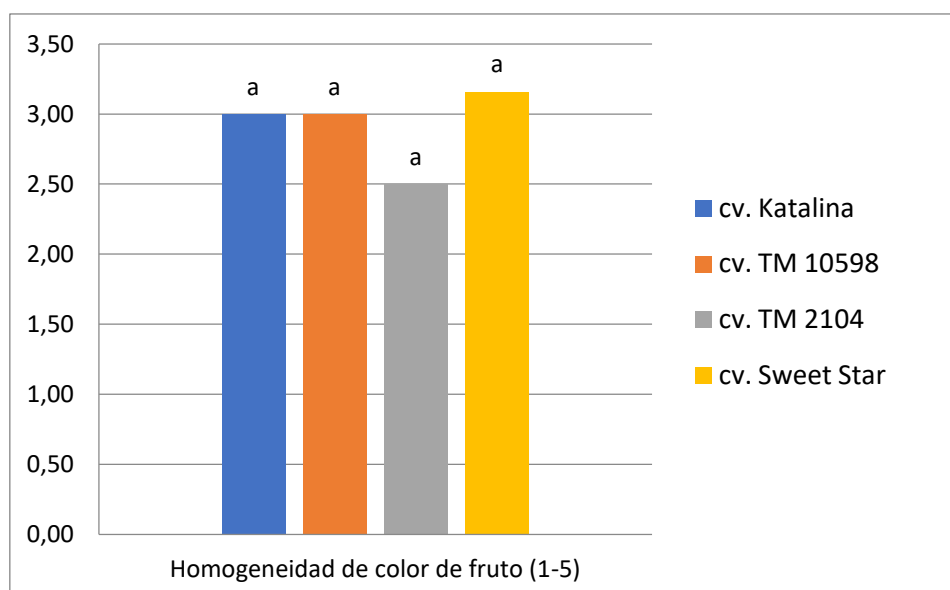


Gráfico 8.- Índice de homogeneidad de color de fruto de los 4 cv. ensayados

El color es una de las principales características externas que determina la aceptación del producto por parte del consumidor. Durante la maduración tiene lugar importantes modificaciones en la coloración de estos frutos asociados en gran medida con la disminución en el contenido en clorofilas (color verde) y la acumulación de licopeno (color rojo) (Pinheiro *et al.*, 2013). En este sentido algunos autores señalan que una intensidad mayor en la tonalidad de rojo se correlaciona con un mayor contenido en licopeno, mientras que otros autores afirman que no existe una alta correlación, en nuestro caso no se observa dicha correlación (Lahoz *et al.*, 2013).

El fruto se desarrolla más rápidamente a mayor temperatura. La temperatura óptima se sitúa entre 15 y 20°C. También la temperatura afecta a la velocidad de la síntesis de los pigmentos, y la luz directa puede afectar a una coloración irregular ya que hay un incremento de temperatura la fruto. Para saber la recolección y comercialización de los tomates se usan escalas de colores y para proceder a una

correcta tipificación de los productos, es importante que exista una homogeneidad de color.

Los valores representados nos indican que las cuatro variedades son muy homogéneas en su color y no presentan diferencias significativas.

Vida útil

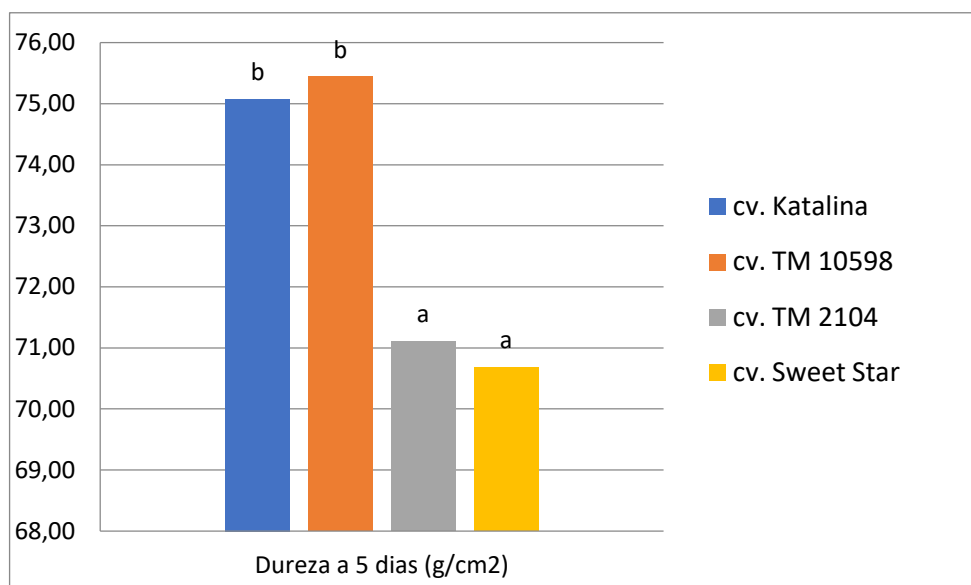


Gráfico 9.- Índice de dureza a 5 días de conservación de fruto de los 4 cv. ensayados

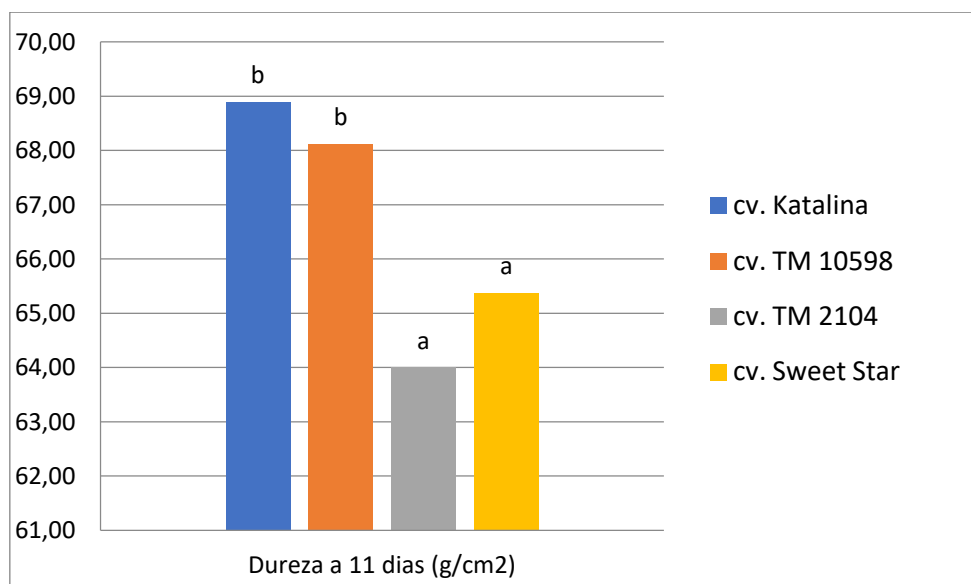


Gráfico 10.- Índice de dureza a 11 días de conservación de fruto de los 4 cv. ensayados

El concepto dureza o consistencia es un parámetro muy importante para el consumidor y sobre todo para los supermercados, y uno de los principales parámetros en la vida útil de un producto. Es muy importante que los tomate permanezcan consistentes desde que se han recolectado maduros hasta que el consumidor los consume, esto implica que su vida útil hasta llegar al consumidor debe ser óptima.

Los valores del gráfico 9 nos indican TM10.598, con $75,44 \text{ g.cm}^{-2}$, es la variedad con más dureza al pasar los cinco días recolectados y Sweet Star la que menor índice de dureza, con $70,68 \text{ g.cm}^{-2}$. Esto es una diferencia, aunque significativa, escasa después de pasar los cinco días desde la recolección.

En el gráfico 10 vuelven a observarse diferencias significativas. Tenemos dos grupos, uno formado por Katlina y TM10598 y otro formado por TM2104 y Sweet Star. La variedad Katalina no era la variedad más dura a los cinco días, sin embargo, a los 11 días de conservación ha pasado a ser la variedad con más dureza. TM10598, que era la variedad más dura a los 5 días ha sido superada por Katalina.

En el otro grupo vemos que Sweet Star ha mantenido la consistencia en contra de TM2104, que ha bajado su dureza y es la variedad con menor consistencia. Estadísticamente existen diferencias a los 5 y a los 11 días de conservación entre estos dos grupos de cultivares.

Porcentaje de jugo

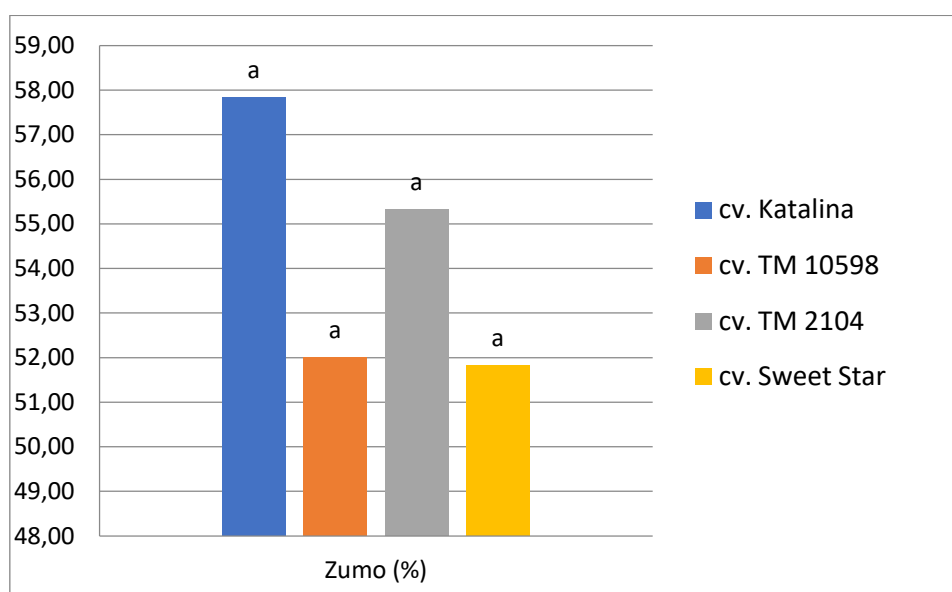


Gráfico 11.- Porcentaje de jugo de fruto de los 4 cv. ensayados

Hay variedades de cherry que al morderlas nos explotan en la boca y nos llenan de zumo y esta característica en exceso no es muy apreciada por los consumidores; no es el caso de esos cultivares tal como expresa los porcentajes del gráfico 11. El porcentaje de zumo que tenemos en los cuatro cultivares va desde Katalina, 57,8%, con el máximo porcentaje a Sweet Star, con 51,8%: una diferencia del 6%. No existen diferencias significativas en el porcentaje de jugosidad y todas ellas tienen un rango apropiado.

4.3. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS DE LOS FRUTOS

Cultivar Tomate Cherry	Contenido en Sólidos Solubles (° Brix)		Acidez (meq de NaOH 0,01N /100g jugo)		Índice de Calidad Gustativa (%)	
cv. Katalina	7,46	a	10,11	a	55,00	a
cv. TM 10598	7,57	a	10,28	a	55,16	a
cv. TM 2104	8,21	b	8,80	a	60,16	b
cv. Sweet Star	8,17	b	19,80	a	63,66	c

Tabla 6.- Tabla de resultados de parámetros químicos

Letras diferentes representan diferencias significativas estadísticamente $p < 0,05$

Contenido en Sólidos Solubles

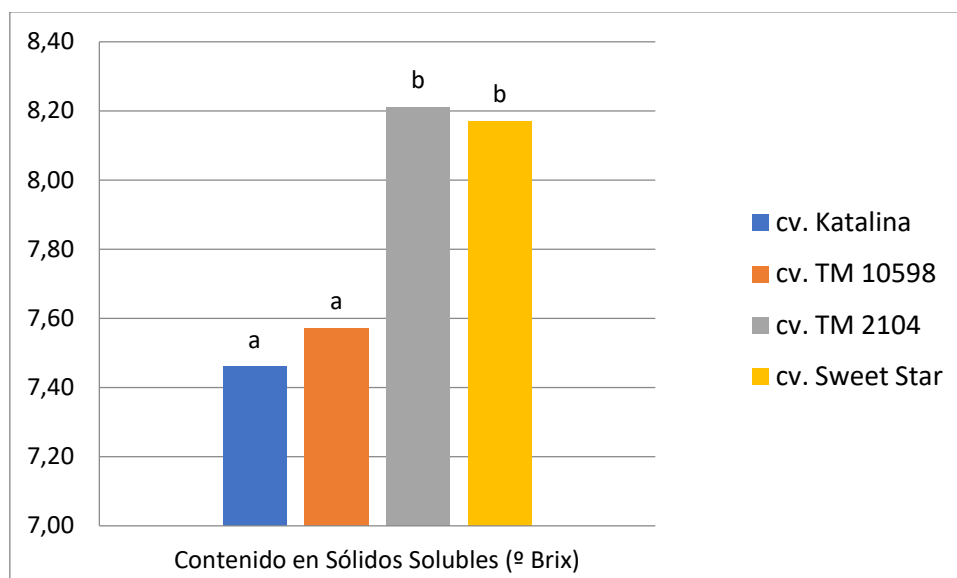


Gráfico 12.- Contenido en sólidos solubles de fruto de los 4 cv. ensayados (°Brix)

El contenido en sólidos solubles está muy relacionada con el contenido en azúcares, que es un importante factor en la calidad. Cantwell (2004) indica que el contenido de sólidos solubles de los tomates en general, se sitúa entre 3,5 y 7,0 °Brix, dependiendo de la variedad. Mientras que Arana *et al.*, (2007) señalan que las cualidades organolépticas de los tomates están relacionadas con su composición química, y que los mismos en su período de madurez comercial deben poseer un contenido de sólidos solubles entre 4 y 6 °Brix, estando relacionado con un aroma y sabor óptimos. Sin embargo, ya se sabe que los tomates tipo cherry tienen un mejor sabor en comparación con el resto de tomates, gracias a sus frutos ricos en azúcares y ácidos, de modo que se puede establecer que para que un tomate tipo cherry sea considerado de sabor dulce debe tener un valor de sólidos solubles igual o mayor a 8,0 °Brix (Causse *et al.*, 2003).

En este trabajo, el rango obtenido estuvo comprendido entre 7,46 y 8,21 °Brix, con importantes diferencias significativas entre dos grupos.

Vemos claramente que la variedad TM2104 y Sweet Star el contenido en sólidos solubles es más alto. Las variedades TM10598 y Katalina, aun teniendo alrededor de 7.50 °Brix, son significativamente diferentes al otro grupo.

El mercado está fijando un mínimo de 8 °brix para su mejor comercialización, por lo tanto, las variedades Katalina y TM10598 deberían ser eliminadas para este mercado más competitivo.

Acidez titulable

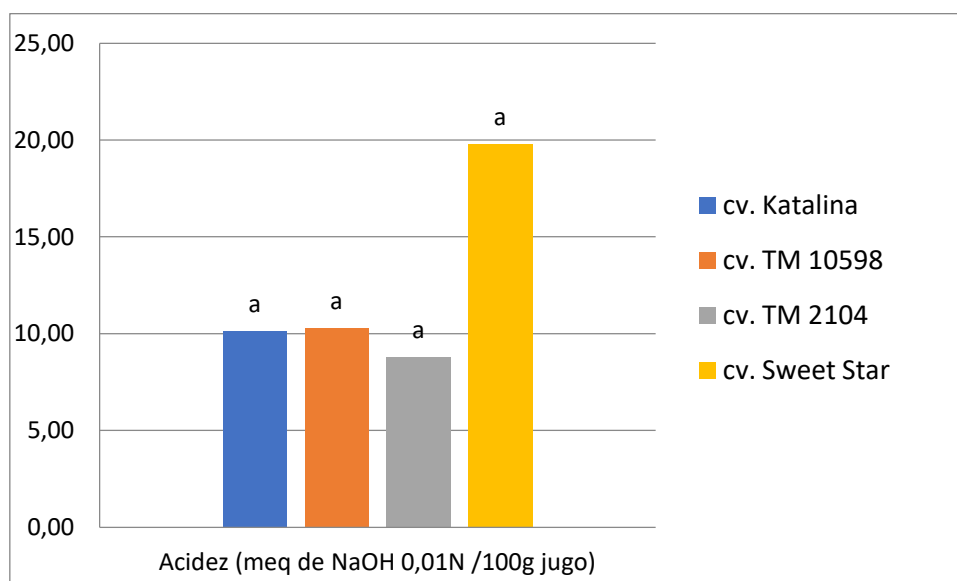


Gráfico 13.- Acidez titulable de fruto de los 4 cv. ensayados (meq de NaOH 0,01N /100 g jugo)

A pesar de obtener el cv. Katalina la máxima acidez titulable, no existen diferencias significativas para las variedades ensayadas en relación a este parámetro, encontrándose todas en los límites aceptables, tal como se aprecia en la literatura científica (Breksa III *et al.*, 2015; García *et al.*, 2014; Kaur *et al.*, 2013; Cantwell, 2004).

Índice de calidad gustativa de los frutos

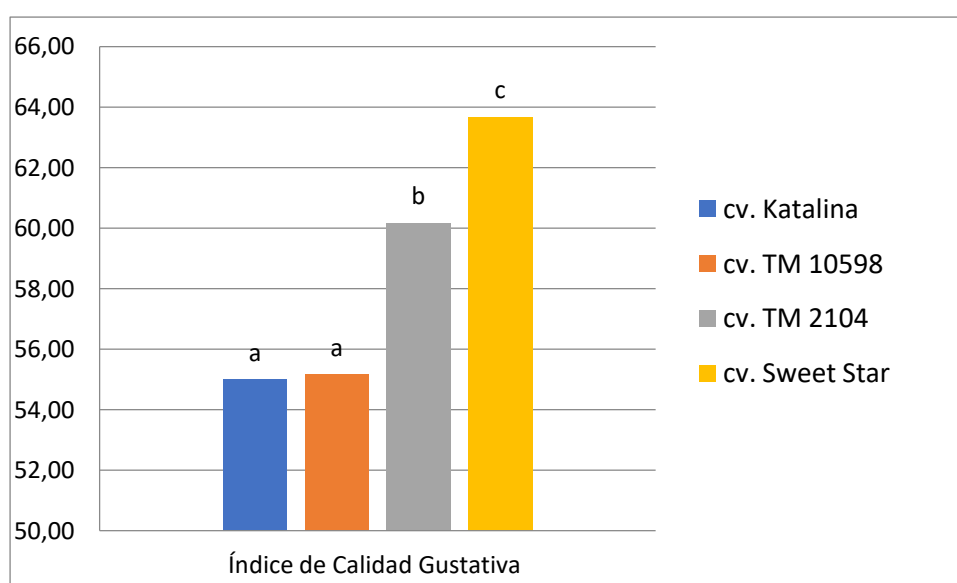


Gráfico 14.- Índice de calidad gustativa de fruto de los 4 cv. ensayados

Investigaciones desarrolladas por Vogel *et al.* (2010) indican que las variedades de tomate que presentan alto contenido en sólidos solubles y ácido cítrico (acidez titulable), tienden a tener mayor aceptabilidad por parte de los consumidores, generalmente por el sabor y el dulzor. En este caso todas las variedades tipo cherry presentan contenidos superiores en estos parámetros en comparación con las variedades de calibre grande, por lo que su sabor sería más agradable.

Aún siendo aceptables todos los índices obtenidos, los cv. Katalina y TM10598 son los que alcanzan valores inferiores de forma significativa. Valores superiores obtiene el cv. TM2104 (60.1) y el máximo obtenido en calidad gustativa es para el cv. Sweet Star, con altos resultados en acidez y contenido en sólidos solubles.

5. CONCLUSIONES

El estudio realizado sobre estas variedades de tomate cherry para su recolección en suelto y maduración en rojo, nos ha permitido ver diversos comportamientos respecto a los parámetros analizados, por lo tanto estas son las siguientes conclusiones:

Los cuatro cv tienen buena adaptación a las condiciones de la zona, cumplen con la calidad requerida por el mercado, la producción también es buena. Por lo tanto, no tenemos grandes diferencias entre calidades y producciones, as que los cuatro cv son competitivas,

Si nos basamos en las nuevas exigencias del mercado, que pide buena producción, un índice de calidad gustativa mayor y un mínimo de 8°Brix, destaca la variedad Sweet Star ya que ésta tiene los parámetros que nos hemos establecido. En segundo lugar está TM2104 que también se adapta las exigencias del mercado pero con valores inferiores a Sweet Star

6. BIBLIOGRAFÍA

Anastasio, G., & Abad, J. (1997). Recuperación del sabor en tomate. *Horticultura*, 5, 70-77.

Arana, I.; Jarén, C.; Arazuri, S.; García-Gembe, M.J.; Ursua, A.; Riga, P. (2007). Calidad del tomate fresco: técnica de cultivo y variedad. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/67/359/67359.pdf>.

Berenguer, J. J.; Escobar, I.; Cuartero, J. (2003). Gastos de cultivos de tomate tipo cereza en invernadero. *Actas de horticultura*. 39:47-48.

Breksa III, A.P.; Robertson, L.D.; Labate, J.A.; King, B.A.; Ding, D.E. (2015).

Physicochemical and morphological analysis of ten tomato varieties identifies quality traits more readily manipulated through breeding and traditional selection methods. *J. Food Compos. Anal.* 42: 16-25.

Cadahía, L.C. & Nuez, F. (2001). *El cultivo del tomate*. Editorial Mundiprensa.

Cadenas, T.F.; Gonzalez, V.J & Hernández, J.M (2003). *El cultivo protegido del tomate. Técnicas de protección en cultivos protegidos*. Ed. Caja Rural Intermediterranea.

Cantwell, M. (2004). Fresh market Tomato Statewide Uniform variety Trial Report Field and Postharvest Evaluations. South San Joaquin Valley. UCCE. University of California Cooperative Extension. Michelle Le Strange, UCCE Farm Advisor, Tulare & Kings Counties, 25.

Castilla, N., & Prados, N. C. (2007). *Invernaderos de plástico: tecnología y manejo*. Mundi-Prensa Libros.

Causse, M.; Buret, M.; Robini, K.; Verschave, P. (2003). Inheritance of nutritional and sensory quality traits in fresh market tomato and relation to consumer preferences. *J. Food Sci.* 68(7): 2342-2350.

Cuartero, J. (2001). *Tomate para consumo en fresco*. Ed. SECH y Ediciones de Horticultura, S.L

Chamorro, J. (1995). *Anatomía y fisiología de la planta..El cultivo del tomate*. Ediciones Mundi-Prensa.

- Choi, S.H.; Kim, D.S.; Kozukue, N.; Kim, H.J.; Nishitani, Y.; Mizuno, M.; Levin, C.E.; Friedman, M. (2014). Protein, free amino acid, phenolic, β -carotene, and lycopene content, and antioxidative and cancer cell inhibitory effects of 12 greenhouse-grown commercial cherry tomato varieties. *J. Food Compos. Anal.* 34: 115-127.
- Elías Castillo, F., & Ruiz, L. (1973). Clasificación Agroclimática de España basada en la clasificación ecológica de J. Papadakis. INM. Madrid.
- FAO/ FAOSTAT. Bases de datos estadísticos de la FAO (2014).
- Fernandez, E.J; Camacho, F. & Ricardez, S.M, (2004). El cultivo del tomate. Ed. Horticultura.S.L. Barcelona, España.
- Fernández, E. J., & Camacho, F. (2008). Manual práctico de Fertirrigación en riego por goteo. Ediciones Agrotécnicas, Madrid, España.
- García García, M.C.; Pascual, F.; Font, R.; Gómez, P.; Del Río-Celestino, M. (2014). Características físico-químicas de cultivares tradicionales de tomate de calibre medio-alto en agricultura ecológica protegida. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. p 1-21.
- Grasselly, D., Letard, M., Navez, B., Bertin, N., & Aubert, C. (2000). Tomate: Pour un produit de qualité. CTIFL.
- Greyson, R. I. & Sawhney, V. K., (1972). On the initiation of the inflorescence and floral organs in tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Canadian Journal of Botany*, 50(7), 1493-1495.
- Jordá, G.C.; Delgado, M.A.; Tello, M.J.; Lacasa, A.L. & Moral, V.J (1998). La sanidad del tomate. Phytoma-España.
- Kaur, C.; Walia, S.; Nagal, S.; Walia, S.; Singh, J.; Singh, B.B.; Saha, S.; Singh, B.; Kalia, P; Jaggi, S.; Sarika. (2013). Functional quality and antioxidant composition of selected tomato (*Solanum lycopersicon L*) cultivars grown in Northern India. *LWT-Food Sci. Technol.* 50: 139-145.
- Lahoz, I.; Campillo, C.; González, J.A.; Cebolla, J.; Roselló, S.; Macua, J.I. (2013,). Efecto del manejo ecológico y convencional sobre la producción y calidad en el tomate de industria. VII Congreso ibérico de agroingeniería y ciencias hortícolas. Madrid, España. [Documento en línea]. Disponible: <http://sechagingmadrid2013.org/geystiona/adjs/comunicaciones/272/C02740002.pdf>.

- Maroto J.V (1983). Horticultura herbácea especial..Editorial Mundi-Prensa, España.
- MAROTO, J. V., & i Borrego, J. V. M. (2008). Elementos de horticultura general. Mundi-Prensa Libros.
- Nuez, F. (2001). Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate; anatomía y fisiología de la planta. En: El cultivo del tomate. Grafo SA, Bilbao, España, 1-87.
- Papadopoulos, A. P. (1991). Growing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media. Available from Communications Branch, Agriculture Canada.
- Peralta R. M., Benavides-Mendoza, A., Sánchez-López, A., Robledo-Torres, V., & Hernández-Dávila, J. (2005). Efectos de prohexadiona-ca en tomate y su relación con la variación de la concentración de giberelinas y citocininas. Revista Chapingo Serie Horticultura, 11(2).
- Petro- Turza, M. (1986). Flavor of tomato and tomato products. Food Reviews International, 2(3), 309-351.
- Pinheiro, J.; Alegria, C.; Abreu, M; Gonçalves, E.M; Silva, C.M.L. (2013). Dinetics of changes in the physiscal quality parameters of fresh tomato fruits (*Solanum lycopersicum*, cv. "Zinac") during storage. J. Food Eng. 114: 338-345.
- Reche Mármol, J., & Mármol, J. R. (2008). Agua, suelo y fertirrigación de cultivos hortícolas en invernadero (No. 635.0483 R4A3).
- Rick, C. M., & Holle, M. (1990). Andean *Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme: genetic variation and its evolutionary significance. Economic Botany, 44, 69-78.
- Rodríguez, R. R., Tabares, J. M., & Medina San Juan, J. (2001). Cultivo moderno del tomate. 2ª. Ed. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Urrestarazu Gavilán, M., & Gavilán, M. U. (2004). Tratado de cultivo sin suelo.
- Vogel, J.T.; Tieman, D.M.; Sims, C.A.; Odabasi, A.Z.; Clark, D.G.; Klee, H.J. (2010). Carotenoid content impacts flavor acceptability in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). J. Sci. Food. Agric. 90: 2233-2240

Aptitud de 4 cultivares de Tomate Cherry para su cultivo en invernadero de La Costa de Granada

Debido a la demanda que se está produciendo en el sector agrícola de variedades que superen a las actuales que se están comercializando en la Unión Europea (Alemania, Francia, Holanda, Inglaterra, etc.), es necesario que éstas tengan más sabor y contenido en azúcares, mayor consistencia, intensidad de color y homogeneidad, resistencias a plagas y enfermedades para que los agricultores no tengan problemas en sus cultivos y una mejor adaptación a la zona.

La Costa de Granada es la zona de mayor área de producción de tomates Cherry de España y de Europa. Su economía va ligada a la agricultura, en concreto a los tomates y en particular a los cherry. En esta zona es donde están instaladas las empresas más importantes de comercialización de este producto. La Costa de Granada fue pionera en España en este tipo de cultivo desde hace más de 20 años. Durante este tiempo, las variedades han ido evolucionando constantemente para adaptarse a la cada vez mayor exigencia del mercado europeo.

El fin de este estudio de aptitud de 4 cultivares de tomate cherry, es superar las características de las actuales variedades comerciales según la demanda de los clientes europeos (supermercados, cadenas de distribución, etc.).

No hay diferencias significativas ni en la producción total ni en el destrío de los 4 cv. El peso medio es similar, el vigor tampoco presenta diferencias entre ellos. A los 11 días de la cosecha se observan unos valores más altos de dureza en los frutos de Katalina y TM10598, y unos valores más bajos, pero no limitantes, en Sweet Star y TM2104. En invierno, el cuaje es bueno en tres de los cv, pero no está dentro de los parámetros aceptables el cuaje del cv TM10598. Analizando los °Brix, hay dos cv, TM10.598 y Katalina, con valores alrededor de 7,5 °Brix; Sweet Star y TM2104 presentan valores por encima de 8°Brix. Como conclusión podemos decir que las cuatro cv son aptas para su cultivo en invernadero de La Costa de Granada. Pero si queremos cv con 8°Brix, con buena producción, calidad y consistencia, TM2104 y Sweet Star serían las más adecuadas.

Aptitude of 4 cherry tomato cultivars for cultivation Granada-Cost greenhouse.

Due to the demand from the agriculture customers of varieties with better characteristics than the present ones which are being commercialized in the European Union (Germany, France, Holland, England, etc.), it is necessary they have more flavour and sugar, better LSL, bright colour and homogeneity, resistant to pest and diseases in order to the growers do not have problems about their harvest, and the varieties have to have a better adaptation to the area. The coast of Granada is the best place of Spain and Europe to grow Cherry tomato. Its economy joined to agriculture, specially tomatoes, and mainly cherry tomatoes. The most important companies of tomato commercialization are installed in this area.

The coast of Granada was the first area to produce cherry tomato in Spain more than twenty years ago.

Along this time, the varieties have been improving to adapt their characteristics to the more and more demanding European market.

The target of this study is to check and compare 4 cultivars of cherry tomato to improve the characteristics of the current commercial varieties according to the European customers (supermarkets, supply chains, etc.).

There are no relevant differences in the total production and in the waste among the 4cv. The average weight is similar, the vigour is similar, too. After eleven days since the harvest, we can check the fruits of Katalina y TM10598 are hard, and Sweet Star and TM2104 are less duros, but this is not significant. In winter, cold set it is good in three of the cv, but TM10598 has bad cold set. About °Brix, there are two cv, TM10598 and Katalina with 7,5^aBrix; Sweet Star and TM2104 have 8°Brix. In conclusion, we can say the 4cv have good aptitude to grow them in greenhouses in the coast of Granada. But if it is required cv with 8°Brix, good production, quality and hard, TM2104 and Sweet Star would be better.

