

ANÁLISIS SENSORIAL, FÍSICO-QUÍMICO Y AGRONÓMICO DE CULTIVARES DE TOMATE PARA SU CONSUMO EN FRESCO EN CANTABRIA

E. GARCÍA-MÉNDEZ
P. GÓMEZ
S. FERNÁNDEZ
S. GUTIÉRREZ
M. GUTIÉRREZ-CLARAMUNT

Centro de Investigación y Formación Agrarias. CIFA (Cantabria)

RESUMEN

El estudio del perfil del consumidor de productos hortofrutícolas ha puesto en evidencia que el sabor, aroma, madurez y apariencia son los atributos que más influyen a la hora de tomar la decisión final de la compra de alimentos. La calidad de los tomates, entendida como el grado de aceptación por parte del consumidor, debe primar cada vez más sobre otra serie de factores si se quiere ofertar un producto competitivo.

En este sentido, durante la campaña 2008, se han evaluado desde el punto de vista sensorial, físico-químico y agronómico seis cultivares de tomate: Caramba, Sinatra, Jack, Goloso, Comanche y Cabrales. Los resultados del análisis sensorial mostraron que existían preferencias entre los cultivares analizados y que el panel de consumidores fue capaz de distinguir entre sí la mayoría de los cultivares.

En el análisis de los parámetros físico-químicos se observaron diferencias significativas excepto en la conductividad eléctrica. La producción total acumulada osciló entre 27,5 kg.m⁻² para el cultivar Comanche y 19,1 kg.m⁻² para los cultivares Jack y Sinatra. En cuanto al calibre de los frutos, el calibre predominante fue el G.

Palabras clave: *calidad, producción, pruebas sensoriales.*

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, la mejora genética de la mayoría de los productos agrarios ha contemplado como objetivos principales factores como la calidad externa o comercial, rendimiento cuantitativo o la adaptación de los ciclos a las oportunidades de

los mercados. En la mayoría de los casos, la mejora en estos factores ha traído como consecuencia un detrimento de la calidad organoléptica o sensorial del fruto.

El aumento del nivel de calidad requerido por los consumidores hace necesario realizar análisis sensoriales con el fin de facilitar una información fiable y complementaria a la analítica físico-química de un determinado producto alimentario.

En Cantabria, los tomates con el distintivo “CC. Calidad Controlada” están sujetos al cumplimiento de una norma técnica que promueve la producción de calidad en todas las etapas del proceso productivo. Actualmente existen cinco cultivares que están incluidos en dicha norma. La evaluación sensorial, físico-química y agronómica es fundamental a la hora de la inclusión o rechazo de un nuevo cultivar dentro de dicho distintivo.

Los objetivos planteados en este estudio fueron los siguientes:

- Evaluación agronómica y físico-química de seis cultivares de tomate, cinco de ellos incluidos en la norma técnica.
- Evaluación de las características sensoriales de dichos cultivares mediante pruebas triangulares y de ordenación.
- Estudiar las posibles relaciones entre la percepción de los consumidores y los parámetros indicadores de la calidad del tomate medidos instrumentalmente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal

Para la realización del ensayo los cultivares empleados fueron los siguientes:

Cultivares	Casa comercial
Jack	Seminis
Comanche	Seminis
Goloso	Zeta seeds
Caramba	De Ruiter
Sinatra	Syngenta
Cabrales *	De Ruiter

* Cultivar no incluido en la norma técnica.

Características del ensayo

El ensayo se llevó a cabo en el año 2008, en el Centro de Investigación y Formación Agrarias ubicado en Muriedas (Cantabria). El invernadero utilizado fue tipo multitúnel con cubierta de polietileno y paredes de policarbonato, dotado de ventilación cenital, riego por goteo y con una superficie total de 1.006 m². La temperatura ambiental, humedad relativa y temperatura de suelo fueron registradas a lo largo de todo el ensayo mediante una microestación Em50.

El diseño adoptado fue de bloques al azar con tres repeticiones. El marco de plantación fue de 1,20 m entre líneas y 0,30 m entre plantas, lo que supuso una densidad de plantación de 3 plantas·m⁻². La plantación se realizó el 6 de febrero de 2008.

Los abonos de cobertera se aplicaron en fertirrigación con la siguiente frecuencia y composición: 2 riegos semanales del complejo 13-40-13 desde febrero hasta la segunda semana de marzo, 2 veces por semana del complejo 15-10-15 desde marzo hasta principios de mayo, 3 veces por semana del complejo 15-5-30 desde mayo hasta comienzos del mes de julio y 3 veces a la semana de mismo complejo, suplementado con 200cc de Calcio, microelementos y 200cc de HNO₃ hasta finalizar el ensayo.

Los tratamientos fitosanitarios fueron aplicados preventivamente, fundamentalmente contra mildiu y botrytis. La recolección se inició el 23 de junio, con dos recolecciones semanales, hasta el 8 de septiembre de 2008.

Determinaciones

a) *Análisis de la producción*

Las mediciones se realizaron sobre 9 plantas por variedad y repetición. Los controles que se realizaron en cada una de las recolecciones fueron el pesado y la distribución en calibres de cada parcela experimental.

La clasificación en calibres aplicada fue la comunitaria para el tomate redondo, con las siguientes denominaciones e intervalos según el diámetro ecuatorial del tomate: MM de 47-57 mm, M de 57-67 mm, G de 67-82 mm, GG de 82-102 mm y GGG más de 120 mm.

b) *Análisis de la calidad*

Para determinar los parámetros físico-químicos indicadores de calidad de los tomates, en cada una de las recolecciones, se analizaron 5 tomates de la mezcla de las repeticiones de un mismo cultivar. Estos tomates se homogenizaron en una trituradora durante 1 minuto. Una parte del triturado se utilizó para el cálculo de la materia seca y 200 g se centrifugó a 9.000 rpm a 4 °C durante 10 minutos utilizándose para determinar la jugosidad, sólidos solubles, conductividad eléctrica, pH y acidez titulable.

Los parámetros determinados fueron los siguientes:

- Color. Se determinó mediante un colorímetro Minolta (Chroma meter CR400), utilizando el espacio de color CIELAB (1976). Para cada muestra se promediaron los valores obtenidos en tres puntos tomados en el ecuador de cada fruto. Los resultados obtenidos se expresaron como la relación a^*/b^* .
- Dureza del fruto. Se determinó con un penetrómetro TR TURONI SRL usando un puntal de 8 mm. Este parámetro se estimó también en tres puntos. El valor para cada una de las muestras se obtuvo promediando los resultados obtenidos.
- Jugosidad. Se estimó de acuerdo con Mollendorf *et al.* (1992), pesando el líquido decantado y expresado como porcentaje total del peso.
- Contenido de sólidos solubles. Expresado en °Brix, se determinó directamente sobre el zumo mediante un refractómetro digital ATAGO Pal-1.
- pH. Se determinó usando un pH-metro SARTORIUS PB-11.
- Conductividad eléctrica (CE). Se determinó directamente en zumo usando un conductímetro CRISON Basic 30. Este parámetro fue expresado como $mS \cdot cm^{-1}$.

- Acidez titulable (AT). Se calculó por valoración con NaOH hasta pH 8,1. Este parámetro fue expresado como g de ácido cítrico Kg⁻¹ de peso fresco.
- Materia seca. Expresada en porcentaje, se obtuvo secando una parte del triturado en una estufa a 65 °C durante 72 horas.

c) Análisis sensorial

Para conocer la preferencia del consumidor y observar si existían diferencias entre los cultivares analizados se realizaron dos tipos de pruebas sensoriales: ordenación y triangulares. El grupo de cata se formó con un total 26 de catadores no entrenados, con un mínimo de 12 catadores por sesión.

Las pruebas de ordenación se realizaron una vez al mes, desde junio hasta septiembre coincidiendo con los análisis físico-químicos realizados en el laboratorio. En cada sesión se evaluaron los seis cultivares simultáneamente ordenándose según la preferencia (1 punto el mejor valorado, 6 puntos peor valorado).

Las pruebas triangulares se realizaron siguiendo la norma UNE 87-006-092 (AENOR, 1997). Para este análisis se realizaron un total de 45 pruebas entre los meses de junio y agosto. La presentación de las muestras se realizó con 15 pruebas cada mes distribuidas en cuatro sesiones.

Análisis estadístico

Cos datos obtenidos del rendimiento y los parámetros físico-químicos, se realizó un análisis de varianza mediante el programa estadístico SPSS (versión 15.0). Cuando se apreciaron diferencias significativas se llevó a cabo una separación de medias mediante el test de Duncan con un nivel de significación del 5%. En la distribución en calibres de los cultivares ensayados (%), los grupos fueron calculados en base a un test de comparación de proporciones con un nivel de confianza al 95%.

En las pruebas de ordenación, la evaluación estadística se realizó en base a la suma de puntuaciones asignada a cada cultivar. Los resultados se analizaron utilizando el test de Friedman como prueba estadística no paramétrica. Por otro lado, para conocer el grado de significación de los resultados en las pruebas triangulares se consultaron las tablas de distribución binomial ($p = 1/3$) citadas en la norma UNE 87-006-092.

Para estudiar las posibles relaciones entre la percepción de los consumidores y los parámetros indicadores de la calidad del tomate, se realizó un análisis de correlaciones mediante el coeficiente de correlación de Pearson (SPSS, versión 15.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos climáticos

La evolución de la temperaturas y humedad relativa a lo largo del ciclo de cultivo están representadas en la figura 1. La humedad relativa media más alta se observó en el mes de junio (90%) y los valores medios más bajos en el mes de abril (60%). Los valores máximos y mínimos absolutos fueron del 95% y del 24% res-

pectivamente. La temperatura media más alta fue observada en el mes de septiembre (25,3 °C) y la temperatura media más baja fue registrada en el mes de mayo (15,2°C). Los valores medios registrados en la temperatura de suelo oscilaron entre 19 y 24,5°C.

Producción y calibres

En la producción total acumulada y en la distribución del porcentaje de cada calibre se observaron diferencias significativas entre los distintos cultivares analizados (tabla 1). En la figura 2 se encuentra representada la producción total acumulada en función de los días después del trasplante (DDT). Las producciones acumuladas oscilaron entre 27,45 kg·m⁻² para el cultivar Comanche y 19,1 para los cultivares Jack y Sinatra. La producciones de los cultivares Cabrales, Goloso y Caramba fueron intermedias con 24,03 y 21,35 y 20,68 kg·m⁻² respectivamente. El valor observado para el cultivar Cabrales no se diferenció estadísticamente del cultivar Comanche.

Si se analiza la producción total de cada cultivar en función de los días después del trasplante (figura 3) se puede observar que para los cultivares Cabrales, Goloso, Jack y Comanche se recogieron dos picos importantes de producción, concretamente las mayores producciones se observaron a los 175 y 188 días después del trasplante. En el cultivar Caramba las máximas producciones fueron recogidas a los 175 y 181 días y en el cultivar Sinatra, las producciones totales no tuvieron oscilaciones tan acusadas aunque las máximas producciones fueron recogidas a los 181 y 188 días.

En cuanto a la distribución de la producción en calibres de cada cultivar (figura 4), se pudo observar como el porcentaje de frutos con calibre superior a 102 mm fue prácticamente inexistente, aunque destacaron los porcentajes de Jack y Goloso con un 3,9 y 3,5% respectivamente, existiendo diferencias significativas con respecto al resto de los cultivares analizados (datos no mostrados). En Sinatra se obtuvieron los mayores porcentajes de MM y M con un 27,02 y 28,14% respectivamente.

El porcentaje del calibre G fue el más abundante en todos los cultivares, destacando Comanche y Cabrales con un 43,04 y 42,38% respectivamente. En el calibre GG, los porcentajes más bajos fueron observados en Sinatra con un 6,74% y los más elevados fueron observados en Jack con un 28,68%. En cuanto a la producción no comercial (datos no mostrados) destacó con un 8,5% de la producción total.

Calidad

Materia seca

El efecto del cultivar en el contenido en materia seca fue estadísticamente significativo (figura 5). Los valores medios más altos correspondieron a los cultivares Sinatra y Jack con valores de 7,29 y 7,02% respectivamente y en el cultivar Comanche se observaron los valores medios más bajos con un 6,00%. Los valores mínimos y máximos se obtuvieron para Comanche (5,35%) y Goloso (8,51%).

Firmeza

Los valores más altos en cuanto a firmeza para la mayor parte de las recolecciones correspondieron a los cultivares Sinatra y Caramba. La firmeza del tomate varía con el cultivar (Anza *et al.*, 2006). En este ensayo se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre cultivares. Sinatra y Caramba presentaron las medias más altas con valores de 3,6 y 3,4 kg respectivamente mientras que Cabrales apareció como el más blando con una media de 2,81 kg (figura 5). Para este parámetro, los valores mínimos observados fueron para Jack con 2,28 kg y los máximos para el cultivar Sinatra con un valor de 4,53 kg.

Color

El análisis de varianza para el parámetro a^*/b^* mostró la existencia de diferencias significativas entre los cultivares ensayados (figura 6). Los valores máximos se observaron en Goloso, con una media de 0,72, seguido por Jack con una media de 0,70. Entre el resto de cultivares no se apreciaron diferencias significativas. El valor mínimo observado correspondió a Caramba (0,26) y el valor máximo a Goloso (0,99).

Jugosidad

Para este parámetro, el cultivar Jack alcanzó los valores más altos prácticamente en todas las recolecciones. La jugosidad media osciló entre el 63,89% de Sinatra y el 73,23% de Jack, encontrando diferencias significativas entre los cultivares analizados (figura 6). El valor mínimo se observó en el cultivar Sinatra (52,31%) y el valor máximo fue observado en el cultivar Cabrales (81,81%).

Sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix)

El contenido en Sólidos solubles depende del cultivar (Gomez *et al.*, 2001). Los valores medios más altos, que reflejan el contenido en glucosa y fructosa, correspondieron a los cultivares Jack, Sinatra y Cabrales con unas medias de 5,84, 5,80 y 5,62 $^{\circ}$ Brix respectivamente. Los valores medios más bajos se observaron en el cultivar Comanche con un valor de 4,73 $^{\circ}$ Brix; este último cultivar fue el único que no superó los 5 $^{\circ}$ Brix de media, (figura 7). Los valores mínimos y máximos fueron observados para Comanche (4,20 $^{\circ}$ Brix) y Jack (6,80 $^{\circ}$ Brix) respectivamente.

Acidez titulable (AT)

Al igual que los autores Moraru *et al.* en 2004, el análisis de varianza para este parámetro mostró la existencia de diferencias significativas entre los cultivares analizados (figura 7). La acidez titulable osciló entre medias de 3,96 y 3,88 (g ácido cítrico·kg⁻¹) para los cultivares Cabrales y Jack y valores de 3,00 (g ácido cítrico·kg⁻¹) para Comanche. En el cultivar Cabrales se observó el valor máximo (4,97 g ácido cítrico·kg⁻¹) y el valor mínimo fue observado en Comanche (2,39 g ácido cítrico kg⁻¹).

pH

Todos los cultivares mostraron valores medios de pH entre 4 y 5, valores considerados necesarios para un buen sabor (figura 8). Las variaciones en los valores medios fueron muy pequeñas, estando comprendidas entre 4,22 y 4,21 para Goloso y Jack y 4,11 y 4,15 para Sinatra y Cabrales respectivamente. Aunque el análisis de varianza mostró la existencia de diferencias significativas, éstas, pueden ser debidas a la sensibilidad instrumental (Moraru *et al.*, 2004).

Conductividad eléctrica (CE)

En este parámetro no se observaron diferencias significativas entre los cultivares (figura 8). Estos resultados coinciden con los trabajos realizados por otros autores donde concluyeron que las condiciones medioambientales tienen más influencia que la componente genética (Anza *et al.*, 2006). Los valores medios oscilaron entre 5,00 mS·cm⁻¹ para Goloso y 4,68 mS·cm⁻¹ para el cultivar Cabrales.

Análisis sensorial

En la tabla 2 están representados los estadísticos descriptivos y la prueba de Friedman obtenidos para las pruebas de ordenación. Según este parámetro, existieron preferencias por parte del consumidor entre los cultivares analizados. Observando el rango promedio obtenido del total de las puntuaciones, Comanche fue el menos valorado (5,14) existiendo diferencias significativas con el resto de cultivares. Jack y Goloso fueron los mejores valorados con una media de 2,77 y 3,02 respectivamente.

Según los resultados obtenidos para las pruebas triangulares al nivel de significación del 1% (tabla 3), el panel de consumidores fue capaz de distinguir entre sí todos los cultivares excepto entre el cultivar Jack y Goloso y entre Jack y Cabrales.

Correlaciones

Al analizar las correlaciones existentes entre la percepción global de los consumidores y los parámetros indicadores de la calidad medidos instrumentalmente, se pudo apreciar que existieron correlaciones significativas al nivel del 0,01 entre la valoración por parte del consumidor y el porcentaje de materia seca (-0.698) y el contenido de sólidos solubles (-0.695). En cuanto a la relación entre sólidos solubles y acidez titulable (SSC/AT), no se apreciaron correlaciones entre este parámetro y la valoración global, al contrario que los resultados obtenidos por otros autores que observaron que los cambios en dicha relación son los que influyen en la aceptación por parte del consumidor. (Anza *et al.*, 2006).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en los análisis sensoriales, físico-químicos y agronómicos para el cultivar Cabrales nos indican que por sus características podría ser incluido dentro de la marca de Garantía “CC Calidad Controlada”.

Los análisis sensoriales mostraron que no todos los cultivares analizados tienen la misma valoración por parte del consumidor, siendo además capaces de discriminar entre la mayoría de ellos.

Es necesario la continuidad de este tipo de trabajos para evaluar la posibilidad de admitir otros cultivares de tomate dentro de la norma técnica y seguir complementando y profundizando los ensayos mediante técnicas de análisis sensorial.

BIBLIOGRAFÍA

- AENOR (1997). Análisis sensorial. Tomo 1 Alimentación.
- ANZA, M.; RIGA, P.; GARBISU, C. (2006). Effects of variety and growth season on the organoleptic and nutritional quality of hydroponically grown tomato. *J. Food qual.*, 29:16-37.
- CIE (1976). Recommendations on uniform color spaces, color differences, equations. Psychometric color terms. Supplement, 2 to CIE Publications n. 15. Commission Internationale de l'Éclairage, Colorimetry, Paris.
- GÓMEZ, R.; COSTA, J.; AMO, M.; ALVARRUIZ, A.; PICAZO, M.; PARDO, J.E. (2001). Physicochemical and colorimetric evaluation of local varieties of tomato grown in SE Spain. *J. Sci. Food Agric.*, 81: 1.101-1.105.
- MORARU, C.; LOGENDRA, L.; LEE, T.C.; JANES, H. (2004). Characteristics of 10 processing tomato cultivars grown hydroponically for the NASA advanced life support (ALS) program. *J. Food Comp. Anal.*, 17: 141-154.
- VON MOLLENDORF, L. J.; JACOBS, G.; DE VILLIERS, O. T. (1992). Cold storage influences internal characteristics of nectarines during ripening. *HortScience*, 27: 1.295-1.297.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca y Biodiversidad del Gobierno de Cantabria. Agradecemos la colaboración a todo el personal del CIFA que ha participado en las catas de tomate y especialmente a J. Peña y A. Gallo ya que sin su participación este trabajo no hubiese sido posible su realización.



Foto 1. Vista general del ensayo de tomate en las instalaciones del CIFA



Foto 2. Detalle de algunos de los cultivares incluidos en la norma técnica

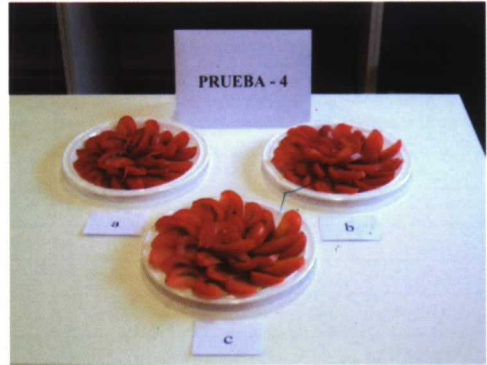


Foto 3. Pruebas sensoriales de ordenación y triangular realizadas en el ensayo

Tabla 1. Producción acumulada y porcentaje de cada calibre en los cultivares ensayados

Cultivar	Producción acumulada ^a (kg·m ⁻²)	MM ^b (47-57 mm)	M (57-67 mm)	G (67-82 mm)	GG (82-102 mm)
Comanche	27,45 a	16,31 d	16,45 c	43,04 a	22,21 b
Goloso	21,35 bc	19,03 c	16,86 c	40,22 ab	20,38 bc
Jack	19,07 c	20,07 b	12,76 d	34,57 c	28,68 a
Sinatra	19,10 c	27,02 a	28,14 a	37,80 b	6,74 d
Caramba	20,68 bc	22,18 b	19,46 b	33,88 c	22,42 b
Cabrales	24,03 ab	18,63 c	18,41 bc	42,38 a	19,49 c

^a Separaciones de medias llevadas a cabo por el test de Duncan. Los valores con la misma letra no fueron significativamente diferentes al nivel del 5%.

^b Los grupos establecidos para la distribución en calibres fueron establecidos en base a un test de comparación de proporciones con un nivel de confianza al 95%.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos y prueba de Friedman obtenidos para la prueba de ordenación

Cultivar	N.º de respuestas	Rango promedio	Percentiles			Prueba de Friedman
			25	Mediana	75	
Comanche	57	5,14	4,5	6,0	6,0	Chi-cuadrado 58,19
Goloso	57	3,02	2,0	3,0	4,0	
Jack	57	2,77	1,0	2,0	4,0	gl 5
Sinatra	57	3,32	2,0	3,0	5,0	
Caramba	57	3,21	2,0	3,0	5,0	Sig. asintót. 0,000
Cabrales	57	3,54	2,0	4,0	5,0	

Tabla 3. Niveles de significación al 1% obtenidos entre los cultivares para las pruebas triangulares

Cultivar	Comanche	Goloso	Jack	Sinatra	Caramba	Cabrales
Comanche		+	+	+	+	+
Goloso	+		-	+	+	+
Jack	+	-		+	+	-
Sinatra	+	+	+		+	+
Caramba	+	+	+	+		+
Cabrales	+	+	-	+	+	

+ Cultivar diferenciable; - Cultivar no diferenciable.

Significaciones obtenidas a través de tablas de distribución binomial ($p = 1/3$). Norma UNE 87-006-92.

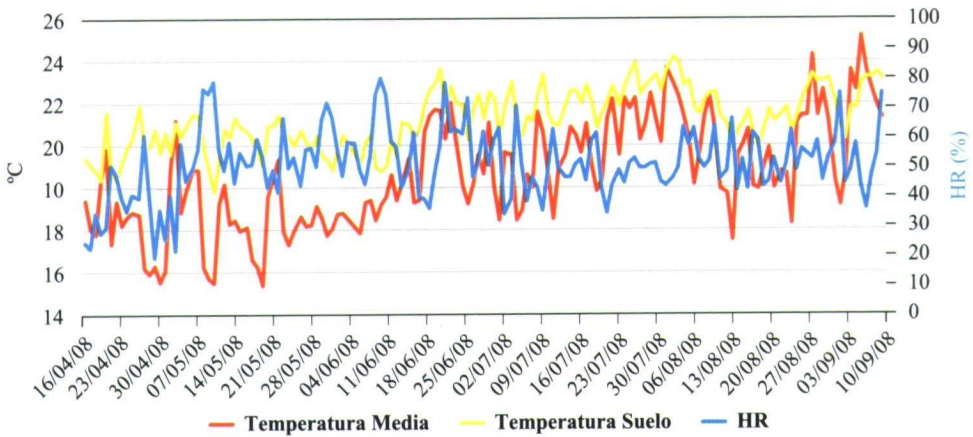


Figura 1. Evolución de las temperaturas y humedad relativa a lo largo del ciclo de cultivo

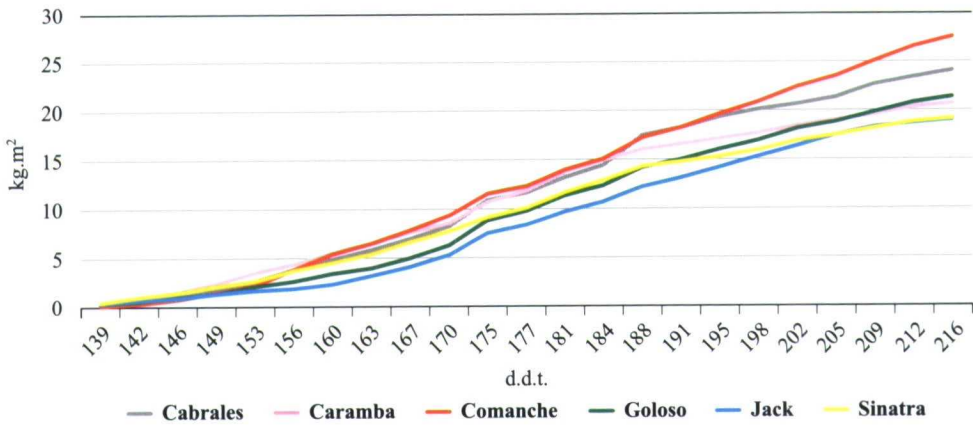


Figura 2. Producción acumulada en función de los días después del trasplante (DDT)

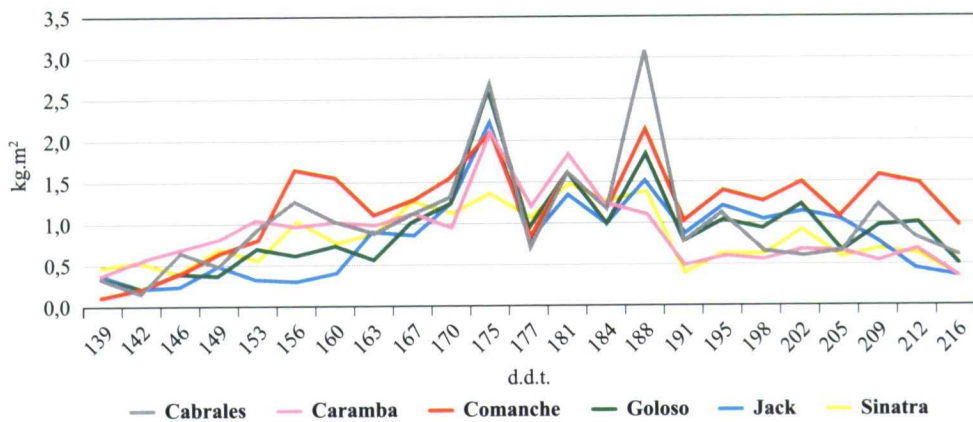


Figura 3. Producción total en función de los días después del trasplante (DDT)

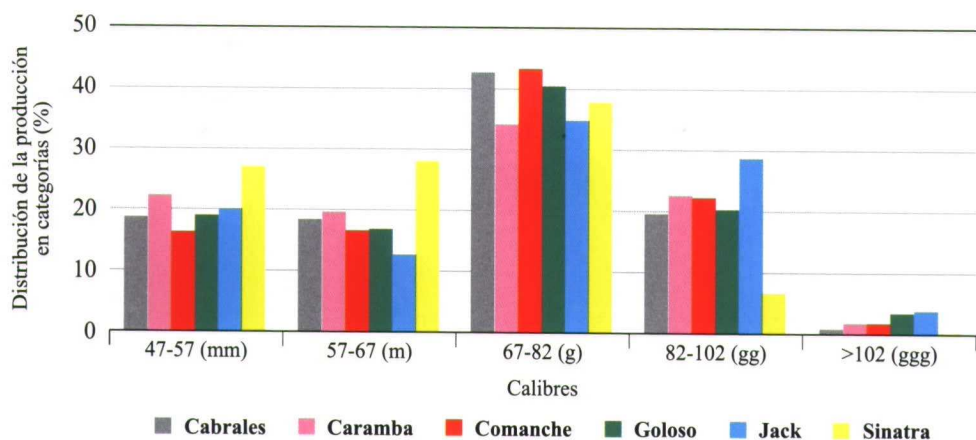


Figura 4. Distribución (%) de la producción de los frutos comerciales de los cultivares ensayados según el calibre

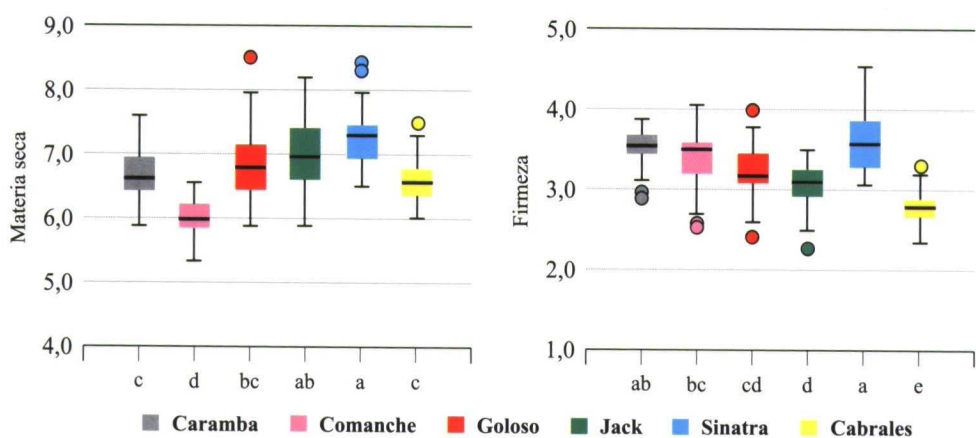


Figura 5. Diagrama de cajas del contenido en materia seca (%) y firmeza (kg) de los cultivares ensayados. Datos representados en cajas donde se muestra la mediana, cuartiles y los valores extremos y atípicos. Los valores medios con la misma letra no fueron significativamente diferentes por el test de Duncan al nivel del 5%

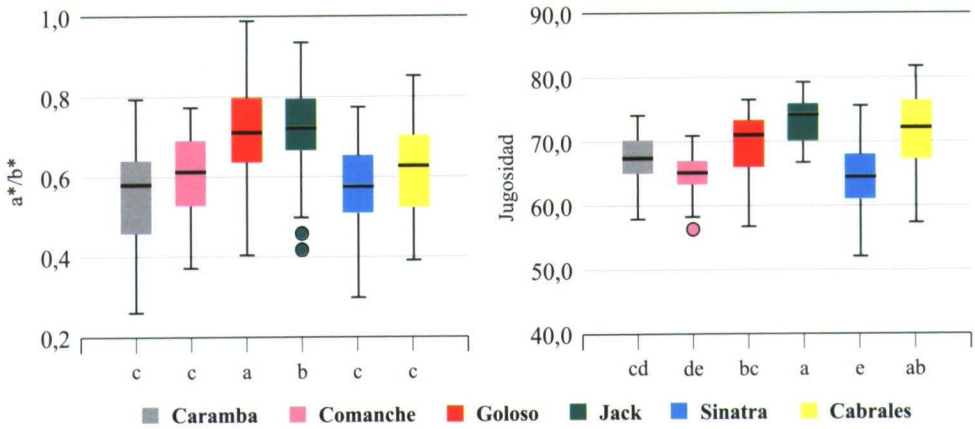


Figura 6. Diagrama de cajas del color (relación a*/b*) y jugosidad (%) de los cultivares ensayados. Datos representados en cajas donde se muestra la mediana, cuartiles y los valores extremos y atípicos. Los valores medios con la misma letra no fueron significativamente diferentes por el test de Duncan al nivel del 5%.

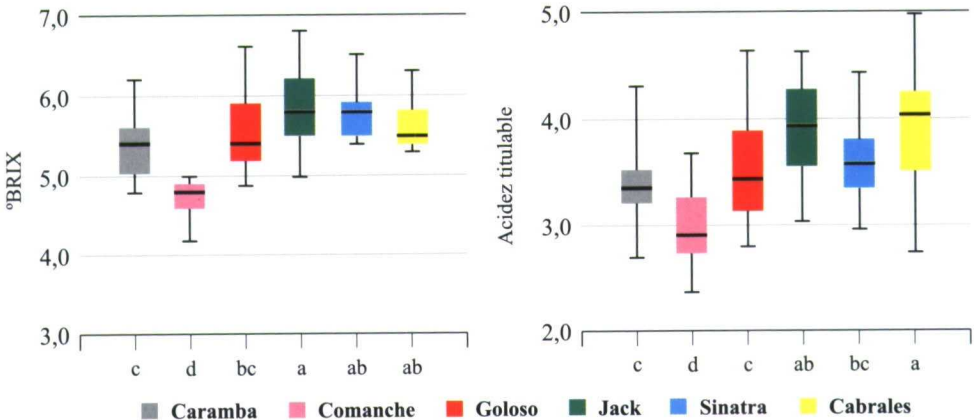


Figura 7. Diagrama de cajas del contenido en sólidos solubles (°Brix) y acidez titulable (g de ácido cítrico·kg⁻¹) de los cultivares ensayados. Datos representados en cajas donde se muestra la mediana, cuartiles y los valores extremos y atípicos. Los valores medios con la misma letra no fueron significativamente diferentes por el test de Duncan al nivel del 5%

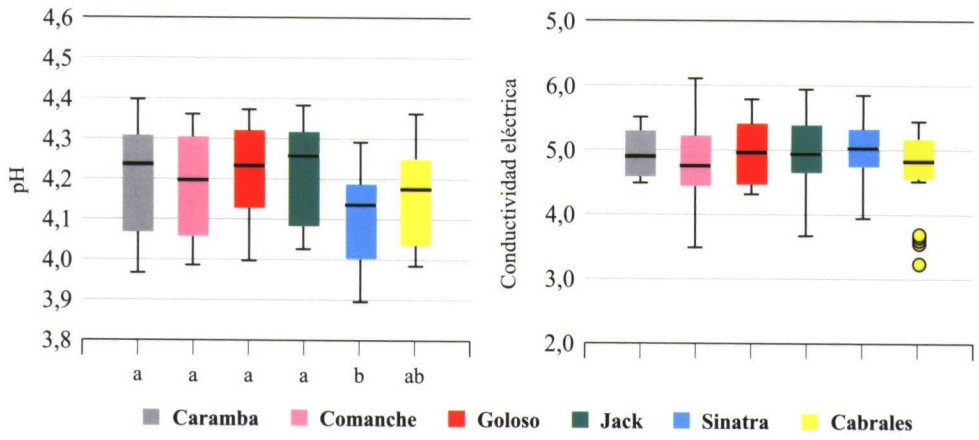


Figura 8. Diagrama de cajas del pH y conductividad eléctrica (mS·cm⁻¹) de los cultivos ensayados. Datos representados en cajas donde se muestra la mediana, cuartiles y los valores extremos y atípicos. Para el pH los valores medios con la misma letra no fueron significativamente diferentes por el test de Duncan al nivel del 5%