

Evaluación de calidad de fruta y aceptabilidad de diferentes cultivares de frutilla

Lado Joanna¹, Vicente Esteban¹, Manzioni Ariel¹, Ghelfi Brian¹, Ares Gastón²

¹*Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Salto Grande. Camino a la Represa s/n, Salto, Uruguay.
Correo electrónico: jlado@inia.org.uy*

²*Sección Análisis Sensorial, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química, Universidad de la República*

Recibido: 28/12/10 Aceptado: 2/9/11

Resumen

El sistema de producción de frutilla en el litoral norte de Uruguay está basado en micro y macrotúneles, con el objetivo de producir fruta durante otoño, invierno y primavera. El objetivo del programa de mejoramiento de INIA es contar con variedades adaptadas a las condiciones ambientales, resistentes a enfermedades y plagas, de alta calidad, sabor y vida postcosecha. El objetivo del trabajo consistió en la evaluación de calidad de fruta de seis cultivares de frutilla (INIA Yvahé, INIA Guenoa, Yuri, Earlibrite, SGK50.4 y SGJ37.2) durante la estación productiva y la evaluación sensorial de los tres cultivares INIA disponibles en el mercado. Se trabajó con tres repeticiones por cultivar, evaluando calidad externa e interna en cosecha para cada fecha considerada (junio, setiembre y octubre). Se seleccionaron tres cultivares (INIA Yvahé, INIA Guenoa, Yuri) para su evaluación sensorial con consumidores en la cosecha de octubre. Yuri destacó por su calidad de fruta, siendo el cultivar más firme en todas las fechas de cosecha (20-55%). Respecto a la evaluación sensorial, los tres cultivares alcanzaron altos puntajes de aceptabilidad global. De acuerdo a la percepción de los consumidores, existieron claras diferencias en las características sensoriales de los cultivares, principalmente en su dulzor, acidez, tamaño, firmeza y forma. Yuri fue percibido por los consumidores como más dulce y firme que INIA Guenoa e INIA Yvahé. Es posible concluir que existen diferencias significativas en la calidad de fruta obtenida en función de la época de cosecha y que los cultivares evaluados tienen amplia aceptación por los consumidores uruguayos.

Palabras clave: evaluación sensorial, estudios con consumidores, selección de cultivares, firmeza, *Fragaria x ananassa* Duch

Summary

Fruit Quality and Consumer Liking of Different Strawberry Cultivars

The strawberry production system in the north of Uruguay is primarily done under low and high tunnels with the objective of obtaining fruit during autumn, winter and spring. The aim of INIA's breeding program is to obtain varieties adapted to local environmental conditions, resistant to pests and diseases, with high fruit quality, good flavour and extended postharvest life. The aim of this work was to evaluate fruit quality of six strawberry cultivars (INIA Yvahé, INIA Guenoa, Yuri, Earlibrite, SGK50.4 and SGJ37.2) throughout harvest season and the sensory evaluation of the three INIA cultivars available in the market. Three replicates per cultivar were analyzed at harvest for external and internal quality for each date considered (June, September and October). Three cultivars were selected (INIA Yvahé, INIA Guenoa, Yuri) for sensory evaluation with consumers in the October harvest. Yuri showed the highest fruit quality, being the cultivar with the higher fruit firmness throughout harvest season (20-55 %). The three selected cultivars showed high consumer overall and flavour acceptability scores. According to consumer's perception, clear differences on sensory attributes existed between cultivars, mainly in sweetness, acidity, size, firmness and shape. Yuri was perceived by consumers sweeter and firmer than INIA Guenoa and INIA Yvahé. It is possible

to conclude that fruit quality is dependent on harvest date and that the cultivars considered were highly accepted by Uruguayan consumers.

Key words: sensory evaluation, consumer studies, cultivar selection, firmness, *Fragaria x ananassa* Duch.

Introducción

El consumo de frutillas en la última década ha experimentado un gran crecimiento, lo que ha aumentado el interés en el desarrollo y evaluación de nuevos cultivares (Smith *et al.*, 2003). Tradicionalmente la selección de cultivares ha puesto énfasis en el aumento del rendimiento y el tamaño de fruta, la mejora de la resistencia a enfermedades y la extensión de la vida postcosecha (Capocasa *et al.*, 2008). Sin embargo, los consumidores compran este producto buscando una experiencia sensorial agradable, y por lo tanto las características sensoriales de las frutillas tienen un rol crucial en su calidad (Kafkas *et al.*, 2007). Por esta razón la evaluación de cultivares debe poner especial énfasis en las características sensoriales de los frutos.

De acuerdo a Lado *et al.* (2010) los consumidores uruguayos prefieren frutillas dulces, firmes, con intenso color rojo y sabor a frutilla. Por lo tanto, desde el punto de vista fisicoquímico puede afirmarse que la alta calidad de fruta en este producto se caracteriza por la obtención de producto firme, de coloración y forma homogénea, con un equilibrio entre el contenido de sólidos solubles y la acidez, sin defectos externos y un aroma atractivo. Esta calidad varía durante el período de cosecha de la región norte de Uruguay, estando influenciada por las condiciones climáticas. Las condiciones ambientales ejercen gran influencia sobre el sabor, el cual varía a lo largo del período productivo, dependiendo de la fecha de recolección, estado de madurez y otros factores ambientales, afectando a todos los cultivares por igual, mejorando a medida que se avanza en la campaña (Bartual, 2003; Martinelli *et al.*, 2002). En este sentido, las condiciones climáticas durante el crecimiento y maduración de los frutos afectan directamente la calidad del producto final obtenido, influyendo también sobre la aceptabilidad final del consumidor (Lado *et al.*, 2010). La presencia de menos horas de luz y una menor amplitud térmica provoca una reducción en el contenido de sólidos solubles de los frutos, afectando también la calidad sensorial (Mackenzie y Chandler, 2009; Moretti *et al.*, 2010). Por otra parte, Galleta y Bringham (1990) reportaron que altas temperaturas durante el día y la noche tienen un marcado efecto en el color de las frutillas, ocasionando un aumento en la intensidad de color rojo. En las condiciones de cultivo bajo invernaderos

o túneles, se tiende a obtener frutos con menor sabor, sólidos solubles y acidez (Wozniak *et al.*, 1997; D'Antuono *et al.*, 2000). Además, se han encontrado variaciones importantes en el contenido de sólidos solubles entre cultivares durante las cosechas de invierno (Chandler *et al.*, 2003).

La producción de frutilla de la zona norte de Uruguay se concentra entre los meses de junio y octubre, con el objetivo principal de abastecer el mercado del sur del país. La producción se basa en cultivares de día corto que son manejados bajo plástico (macro y microtúneles), buscando atenuar el efecto de las bajas temperaturas. Los cultivares más plantados son INIA Yvahé, INIA Guenoa y Earlibrite que muestran variaciones de la calidad de fruta producida. El proyecto de mejoramiento genético de frutilla de INIA tiene como objetivo obtener nuevos genotipos, más adaptados a cultivo protegido, de elevada precocidad, resistencia a las plagas y enfermedades y una alta calidad de fruta en cosecha y postcosecha (Vicente *et al.*, 2009). En este contexto, el objetivo de este trabajo se centra en la evaluación de la evolución de la calidad de fruta de diferentes cultivares (INIA Yvahé, INIA Guenoa, Yuri, SGJ37.2, SGK50.4 y Earlibrite) a lo largo de la estación de producción del norte de Uruguay y en la evaluación la aceptación por parte del consumidor de los tres cultivares INIA disponibles comercialmente (INIA Yvahé, INIA Guenoa y Yuri).

Materiales y métodos

Momento de cosecha

Fueron evaluados seis cultivares: INIA Guenoa, INIA Yvahé, Yuri, SGJ37.2, SGK50.4 y Earlibrite (Florida, USA). Los tres primeros son cultivares utilizados en la zona Litoral Norte de Uruguay mientras que los códigos numéricos representan selecciones avanzadas en evaluación. Las cosechas se realizaron en tres momentos diferentes del año 2009 (26 de junio, 3 de setiembre, 9 de octubre), representando tres momentos claves a lo largo de la estación de producción en la zona norte del país (junio-noviembre). Las condiciones de cultivo (macro túneles) fueron las mismas para todos los cultivares, estando instalado el ensayo en un predio comercial de Colonia 18 de Julio, departamento de Salto-Uruguay. La fruta se cosechó completamente madu-

ra (coloración roja en 90-100% de superficie de la fruta), siendo acondicionada en bandejas para su transporte hasta el laboratorio.

Características fisicoquímicas evaluadas

Las muestras fueron pesadas para determinar tamaño promedio. Se evaluó el color realizando dos medidas por fruta (colorímetro minolta CR-200), determinándose los valores de las coordenadas CIELAB, L*, a* y b*. La firmeza se determinó con un penetrómetro (Wagner FT-02, USA), expresándose en Newtons (1 medida por fruta, 10 frutas por repetición). Se evaluó la coloración interna con una escala visual de cuatro puntos: 1=Blanquecino (10-30% superficie roja); 3=Rojo claro (30-70% rojo); 5=Rojo medio (70-90% de rojo); 7=Rojo oscuro (90-100% rojo) (RAEA, 2004), transformando los datos para su evaluación en un índice de color interno [(número de frutas en 1*1 + número de frutas en 3*3 + número de frutas en 5*5 + número de frutas en 7*7)/(número de frutas totales)]. Los valores de dicho índice se sitúan entre 1 y 4 (1=muy poca proporción de rojo en superficie, 4= muy alta proporción de superficie roja). Los frutos se procesaron para la obtención de jugo utilizando una juguera de uso doméstico, marca Philips. A partir del jugo obtenido se determinó el contenido de sólidos solubles (°Brix), utilizando un refractómetro digital RX-1000 marca Atago, y la acidez titulable según Lado *et al.* (2010). Se trabajó con un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones de 10 frutas por variedad.

Evaluación sensorial con consumidores

Considerando los resultados de las variables fisicoquímicas y los resultados de estudios previos (Lado *et al.*, 2010), se seleccionaron tres cultivares para la evaluación con consumidores: INIA Yvahé, INIA Guenoa y Yuri, por ser también cultivares creados en INIA y disponibles comercialmente. La cosecha fue realizada el 9 de octubre, seleccionándose fruta totalmente coloreada en estado de madurez comercial. El momento de cosecha en octubre fue seleccionado por disponer de una mayor producción en este período del ciclo del cultivo. Las determinaciones fisicoquímicas se realizaron el mismo día de la cosecha y al día siguiente, la evaluación con consumidores. Durante la noche, los frutos permanecieron en una cámara de almacenamiento a 0-1 °C y 90% de HR. Todas las frutas provenían de un mismo macro túnel, sometidas a las mismas condiciones de manejo.

El estudio con consumidores se realizó durante una exposición en la ciudad de Salto. Se trabajó con 99 consumidores de frutas, con edades comprendidas entre los 18 y 70 años (edad promedio 36,5 años, desviación estándar 14,7 años). Los consumidores se distribuyeron de acuerdo al sexo de la siguiente forma: 44,4% mujeres y 55,6% hombres. El 49,5% de los consumidores afirmó consumir frutas diariamente, el 45,0% entre 1 y 3 veces por semana y el 5,5% una vez al mes. Las frutillas fueron presentadas a los consumidores en bandejas plásticas incoloras, codificadas con números aleatorios de tres cifras. Se siguió un diseño de bloques completos balanceados para la presentación de las muestras, y se utilizó agua mineral sin gas como borrador entre muestras.

Se les solicitó a los consumidores que probaran las muestras y que indicaran cuánto les gustaba en general (aceptabilidad global) y cuánto les gustaba su sabor (aceptabilidad del sabor) utilizando una escala hedónica estructurada de 9 puntos con los extremos «nada» y «mucho». Además, se les pidió que respondieran «sí» o «no» a la pregunta «¿Compraría esta frutilla si supiera su nombre?». Por último se les solicitó que respondieran una pregunta del tipo «marque todo lo que corresponda» para indicar las características sensoriales que consideraban adecuadas para describir cada una de las muestras. Se consideraron 22 términos, correspondientes a características sensoriales: poco dulce, dulce, muy dulce, muy ácido, ácido, poco ácido, olor intenso a frutilla, poco olor a frutilla, mucho sabor a frutilla, poco sabor a frutilla, color rojo intenso, poco color rojo, forma regular, forma irregular, pequeña, grande, firme, muy firme, blanda, jugosa, muy jugosa, poco jugosa.

Para los datos de la caracterización fisicoquímica se realizó un análisis de varianza considerando muestra como factor de variación. Además, se realizó un análisis de varianza sobre los datos de aceptabilidad global y de sabor, considerando muestra y consumidor como factores de variación. Se consideró un nivel de significación del 5%. Cuando se detectaron diferencias significativas se utilizó el test de Tukey de comparación de medias.

Para los datos de intención de compra se realizó un análisis de varianza de Friedman considerando un nivel de significación del 5%. También se determinó el número de consumidores que utilizó cada término de la pregunta «marque todo lo que corresponda» para describir cada una de las muestras, y se determinó la existencia de diferencias significativas entre las muestras para cada término mediante un análisis de varianza de Friedman.

Resultados

Análisis de laboratorio: características fisicoquímicas

La diferencia en el peso promedio de la fruta entre cultivares fue detectada al comienzo de la estación, en donde Earlibrite, SGJ37.2 y SGK50.4 destacaron con una fruta más temprana y de mayor tamaño (Cuadro 1). Esto no se mantuvo a lo largo de la estación, no diferenciándose luego del resto de los cultivares (Cuadros 2 y 3).

Respecto a la variable firmeza, Yuri fue el cultivar más firme cualquiera sea la fecha de cosecha, siendo INIA Yvahé el cultivar más blando en todas las fechas evaluadas. INIA Guenoa también resultó tener una baja firmeza en comparación con el resto de los cultivares evaluados (Cuadro 1).

Hacia comienzos de la estación de producción fueron significativas las diferencias en color, siendo INIA Guenoa y SGK50.4 las variedades menos rojas, no existiendo diferencias entre INIA Yvahé, Yuri y SGJ37.2 (Cuadro 1). Dichas diferencias entre INIA Guenoa, INIA Yvahé y Yuri no existen hacia el final de la estación (Cuadro 3).

Como se observa en el Cuadro 3, las diferencias entre cultivares se encontraron en la firmeza, acidez y sólidos solubles. INIA Guenoa y Yuri poseen similar contenido de sólidos y acidez, con un ratio cercano a 18. En cambio, INIA Yvahé resultó ser la variedad más ácida, con un ratio de 13. El valor de sólidos solubles fue el mayor para INIA Guenoa, diferenciándose significativamente del resto.

La calidad interna, al igual que la intensidad del color rojo (valor de a^*), estuvo altamente influenciada por las condiciones climáticas, existiendo diferencias entre las fechas de cosecha. La reducción en la radiación solar (50-80% menor que datos históricos para la época), así como una reducida amplitud térmica ($< 6\text{ }^\circ\text{C}$) en los días previos a la cosecha del 3 de setiembre, probablemente provocaron una reducción en la coloración roja respecto a las otras dos fechas de cosecha. En esta fecha de cosecha los valores de a^* (cuanto mayor, más coloración roja) fueron de 10-20 en comparación con 29-30 para las cosechas de junio y octubre. Estos efectos también se registraron significativamente en el contenido de sólidos solubles, obteniéndose valores un 50-60% más bajos (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Peso promedio (g), firmeza (N), color externo (L^* y a^*), porcentaje de jugo (%), sólidos solubles ($^\circ\text{Brix}$) y acidez (% ácido cítrico) según cultivar, para la fruta cosechada el 26 de junio.

Variiedad	Peso prom	Firmeza	L^*	a^*	Jugo(%)	SS	Acidez
Earlibrite	25,8 a	1,55 b	41,2 a	30,0 b	64,7	7,68	0,42 ab
INIA Guenoa	17,9 b	1,29 c	35,8 c	27,6 c	61,1	7,73	0,34 c
INIA Yvahé	18,5 b	1,29 c	40,5 ab	32,4 a	64,5	8,55	0,43 ab
Yuri	18,6 b	1,91 a	39,3 b	32,0 a	58,3	8,56	0,37 bc
SGJ37.2	25,4 a	1,43 b	39,7 ab	33,2 a	56,8	8,46	0,44 ab
SGK50.4	25,1 a	1,33 bc	35,1 c	27,6 c	59,9	8,05	0,49 a
p	*	***	*	*	ns	ns	*

Medias seguidas de igual letra no difieren significativamente. *** $<0,001$; ** $<0,01$; * $<0,05$; ns: diferencias entre medias no significativas (Tukey $p\leq 0,05$).

Cuadro 2. Peso promedio (g), firmeza (N), color externo (L^* y a^*), porcentaje de jugo (%), sólidos solubles ($^\circ\text{Brix}$) y acidez (% ácido cítrico) según cultivar, para la fruta cosechada el 3 de setiembre.

Variiedad	Peso prom	Firmeza	L^*	a^*	Jugo (%)	SS	Acidez
Earlibrite	28,9	0,68 a	34,8 ab	9,80 a	53,8	3,23 a	0,21 a
INIA Guenoa	33,4	0,57 a	35,0 ab	13,3 ab	63,7	3,63 ab	0,23 ab
INIA Yvahé	30,5	0,54 a	37,2 bc	15,8 bc	49,0	3,67 ab	0,26 b
Yuri	36,7	1,25 b	37,4 bc	17,5 cd	56,9	4,43 b	0,23 ab
SGJ37.2	39,2	1,11 b	38,8 c	20,0 d	57,4	4,47 b	0,32 c
SGK50.4	34,8	0,57 a	34,0 a	12,4 ab	58,4	3,57 a	0,33 c
p	ns	***	**	***	ns	**	***

Medias seguidas de igual letra no difieren significativamente. *** $<0,001$; ** $<0,01$; * $<0,05$; ns: diferencias entre medias no significativas (Tukey $p\leq 0,05$).

Cuadro 3. Peso promedio (g), firmeza (N), color externo (L* y a*), porcentaje de jugo (%), sólidos solubles (°Brix) y acidez (% ácido cítrico) según cultivar, para la fruta cosechada el 9 de octubre.

Variedad	Peso prom	Firmeza	L*	a*	Jugo (%)	SS	Acidez
Earlibrite	15,5 b	1,14 b	38,5 a	30,5 ab	69,6	6,95 c	0,45 c
INIA Guenoa	16,4 b	1,07 c	35,9 bc	30,4 ab	53,6	8,59 a	0,47 c
INIA Yvahé	17,7 ab	1,45 b	35,2 bc	29,7 b	59,4	7,74 b	0,60 b
Yurí	17,9 ab	1,71 a	37,2 ab	29,9 b	65,6	7,69 bc	0,44 c
SGJ37.2	22,7 a	1,64 a	34,1 cd	32,4 a	63,3	7,70 bc	0,48 c
SGK50.4	14,5 b	1,06 c	33,4 d	28,7 b	64,1	8,08 ab	0,73 a
p	**	**	***	**	ns	**	***

Medias seguidas de igual letra no difieren significativamente. ***<0,001; **<0,01; *<0,05; ns: diferencias entre medias no significativas (Tukey $p \leq 0,05$).

La selección avanzada SGJ37.2 resultó muy estable en calidad en el inicio y fin de la estación de cosecha. Por otro lado, INIA Guenoa aumentó el contenido de sólidos solubles y acidez hacia el final de la cosecha (Cuadros 1 y 3).

La firmeza de fruta es una característica altamente deseada en una frutilla, especialmente cuando es sometida a períodos importantes de viaje previo a su consumo. El cultivar Yurí demostró una mayor firmeza de piel a lo largo de toda la estación.

El color interno, característica importante para el procesamiento industrial (congelado), fue menor hacia el comienzo de la estación, aumentando sobre el final de la misma. En el mes de junio no se detectaron diferencias entre variedades, apareciendo sí las mismas en octubre (Cuadro 4). La selección avanzada SGJ37.2 alcanzó una mayor proporción de color rojo interno que INIA Yvahé y SGK50.4 hacia el final de la estación, no diferenciándose del resto de los cultivares evaluados.

Cuadro 4. Color interno (Índice de color: 1=0-30% rojo a 3=80-100% rojo) para cada cultivar, según fecha de cosecha.

Variedad	26-Jun	05-Oct
Earlibrite	1,33	3,27 ab
INIA Guenoa	1,20	2,47ab
INIA Yvahé	1,13	2,00 b
Yurí	1,87	2,80 ab
SGJ37.2	1,87	4,07 a
SGK50.4	1,73	2,20 b
p	ns	*

Medias seguidas de igual letra no difieren significativamente. **<0,01; *<0,05; ns: diferencias entre medias no significativas (Tukey $p \leq 0,05$).

Evaluación sensorial con consumidores

No existieron diferencias significativas entre los cultivares en aceptabilidad global, sabor e intención de compra (Cuadro 5). Las tres cultivares alcanzaron puntajes de aceptabilidad global y de sabor superior al mínimo puntaje que indica agrado por parte de los consumidores (6 en la escala hedónica de 9 puntos utilizada). Esto demuestra aceptación por los consumidores del norte del país hacia estas tres cultivares; lo que se reflejó en una elevada intención de compra (Cuadro 5).

Cuadro 5. Promedios de aceptabilidad global, aceptabilidad del sabor e intención de compra (expresada como porcentaje de los consumidores) para los tres cultivares de frutillas evaluados.

Muestra	Aceptabilidad Global (1-9)	Aceptabilidad Sabor (1-9)	Intención de compra (%)
INIA Guenoa	6,5	6,2	96
Yurí	7,0	6,8	98
INIA Yvahé	6,5	6,5	100
p	ns	ns	ns

ns: diferencias entre medias no significativas (Tukey $p \leq 0,05$).

Los términos más frecuentemente utilizados por los consumidores fueron *dulce, rojo intenso, mucho sabor a frutilla, firme, forma regular, grande, y jugosa*. Estos términos están asociados generalmente a características sensoriales deseadas en las frutillas. Por lo tanto, la utilización de estos términos para describir las frutillas puede relacionarse con los altos puntajes de aceptabilidad global registrados. Por otra parte, los términos menos utilizados fueron *pequeña, forma irregular, muy ácido y muy firme*. El bajo número de términos en los que se encontraron diferencias significativas entre las cultivares indica que los consumido-

Cuadro 6. Frecuencia de utilización de los términos de la pregunta «marque todo lo que corresponda» para describir cada uno de los tres cultivares de frutillas.

Término	Variedad		
	INIA Guenoa	Yurí	INIA Yvahé
Poco dulce ^{ns}	40 ^a	25 ^a	38 ^a
Dulce ^{ns}	28 ^a	34 ^a	29 ^a
Muy dulce ^{**}	10 ^a	26 ^b	13 ^a
Poco ácido ^{ns}	24 ^a	22 ^a	28 ^a
Ácido ^{**}	8 ^a	4 ^a	17 ^b
Muy ácido ^{ns}	4 ^a	1 ^a	7 ^a
Olor intenso a frutilla ^{ns}	18 ^a	19 ^a	18 ^a
Poco olor a frutilla ^{ns}	27 ^a	25 ^a	26 ^a
Mucho sabor a frutilla ^{ns}	26 ^a	29 ^a	25 ^a
Poco sabor a frutilla ^{ns}	23 ^a	20 ^a	15 ^a
Rojo intenso ^{ns}	40 ^a	41 ^a	36 ^a
Poco color ^{ns}	18 ^a	13 ^a	13 ^a
Forma regular ^{ns}	45 ^a	41 ^a	35 ^a
Forma irregular ^{**}	7 ^a	6 ^a	18 ^b
Grande [*]	30 ^a	43 ^b	28 ^a
Pequeña [*]	10 ^{a,b}	6 ^a	16 ^b
Blanda ^{ns}	19 ^a	11 ^a	10 ^a
Firme ^{ns}	43 ^a	47 ^a	52 ^a
Muy firme ^{***}	4 ^a	18 ^b	6 ^a
Poco jugosa ^{ns}	29 ^a	21 ^a	25 ^a
Jugosa ^{ns}	35 ^a	31 ^a	34 ^a
Muy jugosa ^{ns}	19 ^a	27 ^a	18 ^a

Medias seguidas de igual letra entre cultivares no difieren significativamente. Referencias: ***<0,001; **<0,01; *<0,05; ns: diferencias entre medias no significativas (Tukey).

res no percibieron grandes diferencias en sus características sensoriales, lo que puede asociarse al hecho de que no existieron diferencias significativas en los puntajes de aceptabilidad global.

De acuerdo a la percepción de los consumidores, las variedades se diferenciaron principalmente en su dulzor, acidez, tamaño, firmeza y forma. Por el contrario, no se registraron diferencias significativas en la intensidad de olor y sabor a frutilla, ni en la jugosidad de las variedades.

El cultivar Yurí destacó en firmeza y dulzor, siendo valorada como muy dulce por un 26% de los consumidores, diferenciándose significativamente de INIA Guenoa e INIA Yvahé (Cuadro 6). A pesar de que INIA Guenoa contó con un mayor contenido de sólidos solubles que INIA Yvahé y Yurí (Cuadro 3), estas diferencias no se reflejaron en diferencias sensoriales detectables por los consumidores. Esto no ocurrió con la acidez, existiendo sí una alta correlación entre la medida de laboratorio (Cuadro 3) y la percepción del consumidor (Cuadro 6), detectándose en ambos casos a INIA Yvahé como el cultivar más ácido.

Discusión

Este trabajo permitió identificar el comportamiento de los cultivares en estudio a lo largo de la estación de cosecha, durante un año de producción. Es necesario continuar con este tipo de trabajos, dada la gran dependencia de la calidad con el manejo y las condiciones ambientales (Kasperbauer *et al.*, 2001; Krüger *et al.*, 2009; MacKenzie y Chandler, 2009). En los ensayos considerados, la cosecha realizada en setiembre fue precedida de días cálidos y húmedos, con una radiación solar entre un 50 y un 80% menor al promedio para la época debido al tiempo nublado. Esto reflejó valores de firmeza y sólidos solubles más bajos que para el resto de las fechas de muestreo, mostrando una dependencia importante entre las condiciones climáticas y dichas variables evaluadas. Un corto período nublado podría entonces modificar significativamente el valor del producto para el consumidor. Según Watson *et al.* (2002) el sombreado posee un efecto muy significativo en la acumulación de volátiles en frutilla (hexanal, sexenal, etil metil butirato y metil butirato) en algunas fechas de cosecha, modificando la percepción del sabor en la fruta. Estos autores también detectaron un efecto en el contenido de glucosa y sacarosa. En este sentido, existen varios trabajos que demostraron diferencias en el sabor entre diferentes años (De Bruyn *et al.*, 1971; Proebsting y Mills, 1981), así como dentro de un mismo cultivo, a lo largo de la estación (Rosenfeld *et al.*, 1998; Wrolstad y Shallenberger, 1981). Además, Shaw

(1990) demostró que el contenido de sólidos solubles en frutilla es más dependiente de las condiciones ambientales durante el cultivo que de las diferencias genéticas entre cultivares. Los resultados del presente estudio concuerdan con esto, existiendo un efecto muy importante de las condiciones ambientales en los sólidos solubles. Sin embargo, se estima que cada cultivar puede responder en menor o mayor medida a estas condiciones, atenuando en algunos casos los efectos ambientales.

El momento de cosecha a lo largo de la estación determina modificaciones en la calidad interna y externa de la fruta. Los contenidos de sacarosa, glucosa y ácido cítrico muestran diferencias significativas entre una y otra fecha de cosecha (Watson *et al.*, 2002). En los estudios realizados, la firmeza, el color interno, los sólidos solubles y la acidez fueron las variables más afectadas por la fecha de cosecha. SGK50.4 presenta una mayor acidez que el resto de los cultivares hacia el final de la estación, lo cual no ocurre en la primera fecha de cosecha (26 de junio). Algo similar ocurrió con INIA Yvahé. Hacia el final de la estación se detectan diferencias en el contenido de sólidos solubles, las cuales no fueron percibidas en el mes de junio. La producción de volátiles (hexanal, hexenal, metil butirato) varía a lo largo de la estación de cosecha, aunque no existe un comportamiento o tendencia clara durante este período (Watson *et al.*, 2002). Estos autores detectaron también una variación importante entre frutas de un mismo cultivo, para todas las fechas de cosecha. Esto puede estar causado también por diferentes estados de madurez de la fruta en una misma cosecha. Dicha variación es aún mayor en tratamientos con baja radiación solar (sombreado en un 47%).

El efecto del sombreado en la calidad interna de fruta y producción de volátiles se mantiene en mayor o menor medida para todas las fechas de cosecha (Watson *et al.*, 2002), existiendo una alta correlación entre el contenido de sólidos solubles y la radiación solar a lo largo de la estación, para el cultivo del tomate (Windsor y Adams, 1976). El efecto de la reducción de la radiación directa en la fotosíntesis llevaría a una menor disponibilidad de carbohidratos para translocar a los frutos. También existe un efecto directo de la luz en la síntesis de antocianinas en la piel de los frutos (Erez y Flore, 1986), modificándose el color final en función de esta variable (Marini *et al.*, 1991). Estos factores en conjunto determinan variaciones importantes en la calidad de la fruta, estando influidas no sólo por las condiciones ambientales, sino también por el momento en que se realice la cosecha a lo largo de la estación del cultivo. La modificación de estos factores mediante diferentes medidas de

manejo durante la estación del cultivo, puede permitir al productor alcanzar una alta calidad sensorial de la fruta.

Conclusiones

La calidad de la fruta a lo largo de la estación de producción del norte de Uruguay estuvo influenciada por el material genético y por las condiciones ambientales. El color, la firmeza, los sólidos solubles y la acidez fueron las variables que más respondieron a estos cambios. Hacia el final de la estación de cosecha, el nuevo cultivar Yuri fue percibido por los consumidores como más dulce y firme que INIA Guenoa e INIA Yvahé, mientras que este último se diferenció por su mayor acidez y su forma irregular. Es importante continuar con estos análisis durante varios años para contar con datos del comportamiento de los diferentes cultivares en condiciones ambientales cambiantes.

Agradecimientos

Muy especialmente a José Costa y su familia, productor de frutillas de Colonia 18 de Julio, departamento de Salto, por la fruta y el apoyo constante en estas actividades. A Miriam Spina, responsable del laboratorio de calidad de INIA SG, así como también un especial agradecimiento a Eleana Luque y Guillermo Silva quienes participaron apoyando las tareas en la evaluación con consumidores.

Bibliografía

- Bartual C. 2003. Bases de la mejora genética aplicada a la obtención de nuevas variedades de fresa. En: *El Curso Internacional de la Fresa*. Huelva: Junta de Andalucía. pp.25-27.
- Capocasa F, Scalzo J, Mezzetti B, Battino M. 2008. Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: the role of genotype. *Food Chemistry*, 111: 872-878.
- Chandler CK, Herrington M, Slade A. 2003. Effect of harvest date on soluble solids and titratable acidity in fruit of strawberry grown in a winter annual hill production system. *Acta Horticulturae*, 626: 345-346.
- D'Antuono L, Fiori R, Baruzzi G, Faedi W. 2000. La qualità delle fragole in tre sistemi di coltivazione. *Frutticoltura*, 12: 69-76.
- De Bruyn JW, Garretsen F, Kooistra E. 1971. Variation in taste and chemical composition of the tomato. *Euphytica*, 20: 214-227.
- Erez A, Flore JA. 1986. The quantitative effect of solar radiation on 'Redhaven' peach fruit skin colour. *HortScience*, 21: 1424-1426.
- Galletta GJ, Bringham RS. 1990. Strawberry management. En: Galletta GJ, Bringham RS. [Eds]. *Small fruit crop management*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall. pp. 83-156.
- Kafkas E, Kosar M, Paydas S, Kafkas S, Baser, KHC. 2007. Quality characteristics of strawberry genotypes at different maturation stages. *Food Chemistry*, 100: 1229-1236.

- Kasperbauer MJ, Loughrin JH, Wang S. 2001. Light reflected from red mulch to ripening strawberries affects aroma, sugar and organic acid concentrations. *Photochemistry and Photobiology*, 74: 103 - 107.
- Krüger E, Toldam-Anderson T, Dietrich H. 2009. Climatic influence on strawberry yield, quality and bioactive compounds in different European cultivation conditions. *Acta Horticulturae*, 842: 903 - 906.
- Lado J, Vicente E, Manzioni A, Ares G. 2010. Application of a check-all-that-apply question for the evaluation of strawberry cultivars from a breeding program. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90: 2268 - 2275.
- Mackenzie SJ, Chandler CK. 2009. The late season decline in strawberry fruit soluble solid content observed in Florida is caused by rising temperatures. *Acta Horticulturae*, 842: 843 - 846.
- Marini RP, Sowers D, Marini MC. 1991. Peach fruit quality is affected by shade during final swell of fruit growth. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116: 383 - 389.
- Martinelli A, Leis M, Castagnoli G, Stefano P. 2002. Improving Selection Methods for Eating Quality in CIV Breeding Program. *Acta Horticulturae*, 567: 137-140.
- Moretti CL, Mattos LM, Calbo AG, Sargent SA. 2010. Climate changes and potential impacts on postharvest quality of fruit and vegetable crops: a review. *Food Research International*, 43: 1824 - 1832.
- Proebsting EL, Mills HH. 1981. Effects of season and crop load on maturity characteristics of 'Bing' cherry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 106: 144 - 146.
- RAEA. 2004. Ensayos de variedades de fresa, campaña 2004. Andalucía : Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. 41p.
- Rosenfeld HJ, Samuelsen RT, Lea P. 1998. Relationship between physical and chemical characteristics of carrots grown at northern latitudes. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 73: 265 - 273.
- Shaw D. 1990. Response to selection and associated changes in genetic variance for soluble solids and titratable acids content in strawberries. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115: 839 - 843.
- Smith RB, Skog LJ, Dale A. 2003. Strawberries. En: Caballero B, Trugo L, Finglas P. [Eds]. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Londres : Elsevier. pp. 5624- 5628.
- Vicente E, Giménez G, Manzioni A, Vilaró F, González M, Cabot M. 2009. Strawberry Breeding in Uruguay. *Acta Horticulturae*, 842: 411 - 414.
- Watson R, Wright CJ, McBurney T, Taylor AJ, Linforth RST. 2002. Influence of harvest date and light integral on the development of strawberry flavour compounds. *Journal of Experimental Botany*, 53(377): 2121 - 2129.
- Windsor GW, Adams P. 1976. Changes in the composition and quality of tomato fruits throughout the season. *Annual Report of the Glasshouse Crops Research Institute*, 134: 134 - 142.
- Wozniak W, Radajewska B, Ciszewski M. 1997. Influence of different cultivation factors under protection on physico - quematic features of strawberry fruits of «Elsanta» and «Kent». *Acta Horticulturae*, 439: 549 - 522.
- Wrolstad RE, Shallenberger RS. 1981. Free sugars and sorbitol in fruits : a compilation from literature. *Journal of Official Analytical Chemistry*, 64: 91 - 103.