



Foto: Calidad y Poscosecha, INIA SG



AVANCES Y DESAFÍOS EN LA MEJORA DEL SABOR DE NUESTRAS FRUTILLAS

Ing. Alim. MSc Paula Pedrozo^{1,2}, Ing. Alim. Ana Inés Moltini², Téc. Agr. Pedro Pintos¹, Téc. Agr. Eleana Luque¹, Ing. Agr. Dr. Esteban Vicente¹, Bioq. Clín. Dra. Bettina Lado³, Quím. Farm. Dra. Laura Fariña⁴, Ing. Agr. Dra. Joanna Lado^{1,2}

¹Programa de Investigación en Producción Hortícola - INIA

²Plataforma de Agroalimentos - INIA

³Departamento de Biometría, Estadística y Computación, Facultad de Agronomía - Udelar

⁴Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Química - Udelar

El desarrollo de nuevas variedades combina los desafíos de alcanzar materiales adaptados a las condiciones locales, de muy buen desempeño productivo y sanitario, y que a la vez contemplen las preferencias de los consumidores. Este artículo pone el foco en el estudio de la calidad de la frutilla a lo largo del ciclo de cultivo, la identificación de materiales con calidad y sabor más estables, así como la incorporación de nuevas herramientas con la participación directa de los consumidores.

ANTECEDENTES

La calidad de una frutilla depende de muchas variables, entre las que destacan el color rojo, la firmeza, el contenido de azúcares y acidez y también determinados compuestos volátiles que forman parte del aroma que percibimos y se liberan en la boca, aportando al sabor característico.

En INIA trabajamos desde hace más de 10 años con uno de los focos puesto en la calidad del fruto para intentar conocer aquello que más le gusta a nuestros consumidores. Actualmente, esta evaluación sensorial es parte de la selección de nuevos cultivares de frutilla, y nos permite generar opiniones y descripciones para orientar la mejora de su sabor, impulsando de alguna forma su elección y



Fotos: Joanna Lado (izquierda) y Esteban Vicente (derecha)

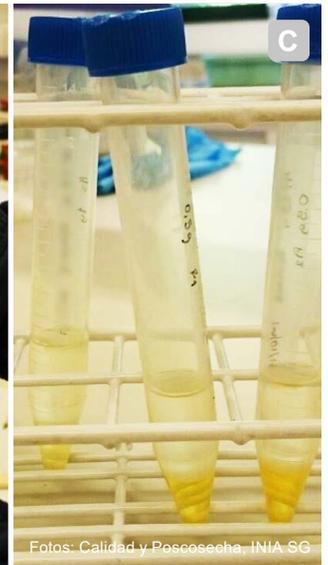
Figura 1 - Detalle de planta y fruta de INIA Yrupé (izquierda) e INIA Ágata (derecha).

consumo. En el proceso hemos aprendido y aplicado diferentes metodologías de evaluación sensorial, caracterizando inicialmente las frutillas mediante el método CATA (“check all that apply” o “marque todo lo que corresponda”) y otra herramienta, conocida como mapeo proyectivo (Lado *et al.*, 2019, 2018).

Al relacionar estos resultados de la evaluación sensorial con los análisis de calidad realizados en el laboratorio, es posible analizar diferentes tendencias y aportar información relevante para la selección de un cultivar u otro. Como consecuencia, fue posible liberar variedades INIA destacadas en sabor, como INIA Yuri e INIA Guapa (Vicente *et al.*, 2010, González *et al.*, 2013).

¿PODEMOS OBTENER VARIEDADES TOLERANTES Y CON BUEN SABOR?

A partir del año 2015 se detectaron problemas de mortandad de plantas de frutilla en el norte del país, causados por enfermedades de tallo y raíz. Este problema fue progresivamente afectando diferentes predios, zonas y las principales variedades en uso, registrándose pérdidas de plantas de entre el 30-50% en cultivos para producción de fruta (Vicente *et al.*, 2018).



Fotos: Calidad y Poscosecha, INIA SC

Figura 2 - Evaluaciones de calidad de fruta en el laboratorio: firmeza con texturómetro (A), color con colorímetro (B) y extracción de antioxidantes (C).

En INIA hemos incorporado la evaluación sensorial de la frutilla por parte de los consumidores, generando así opiniones y descripciones que nos orientan para mejorar su sabor.

Cuadro 1 - Características de INIA Ágata e INIA Yrupé. Datos extraídos de Vicente *et al.* (2017, 2019).

Característica	INIA Ágata	INIA Yrupé
Firmeza	Alta	Alta
Color externo	Rojo a rojo oscuro	Rojo
Color interno	Rojo a rojo claro	Rojo claro
Sólidos solubles	Medios-altos	Medios-altos
Acidez	Alta	Media
Calidad sensorial	Media	Media-alta

El programa de mejoramiento genético de INIA respondió a esta problemática con la liberación, en el año 2016, del cultivar INIA Ágata, tolerante a este complejo de enfermedades.

Este cultivar pasó rápidamente a ocupar el 40-50% del área productiva. No obstante, algunas características de INIA Ágata, como su elevada acidez, llevaron a continuar con el proceso de mejora de este cultivar, con foco en la calidad del fruto.

En el año 2019, INIA libera a INIA Yrupé con el objetivo de levantar algunas limitantes observadas en INIA Ágata. INIA Yrupé ocupa actualmente una superficie estimada superior al 40% en la zona de Salto, presentando una elevada producción durante los meses de invierno y la primavera temprana.

DESAFÍO ACTUAL: EN BUSCA DE UNA MAYOR ESTABILIDAD EN CALIDAD

El ciclo productivo en la zona de Salto se extiende desde mayo hasta mediados de noviembre, meses durante los cuales ocurren tres estaciones con diferencias climáticas bien contrastantes. Cada fruto tarda entre 20 y 35 días en desarrollarse, por lo que cada ciclo de cultivo consiste en un importante número de cosechas (entre 40 y 60). Durante este período, la calidad del fruto es influenciado por diferentes factores ambientales y de manejo. Cada cultivar responderá de manera diferente a estos factores, por lo que conocer cómo varía la calidad de fruta durante este ciclo productivo es muy importante para elegir aquellos materiales que no solo



Fotos: Paula Pedrozo.

Figura 3 - Análisis sensorial de frutillas.

sean más ricos y apreciados por el consumidor, sino que también varíen menos en las diferentes cosechas durante el ciclo de cultivo. Los consumidores buscarán una calidad y sabor estables, y esto favorece la repetición en el consumo o elección del producto.

Para ello, realizamos un seguimiento de las principales variables de calidad de fruta (color, firmeza, sólidos solubles y acidez) y, en los últimos años, incorporamos el contenido de azúcares libres y de compuestos volátiles.

INIA cuenta con el doble desafío de desarrollar cultivares apreciados por el consumidor y cuya calidad de fruta se mantenga lo más estable posible durante el ciclo de cultivo.

Estas evaluaciones se complementaron con la nueva metodología de evaluación sensorial denominada RATA (“rate all that apply” o “califique todo lo que corresponda”), donde el consumidor puede calificar con puntajes que reflejen la intensidad (baja, media o alta) para las características a evaluar. Al analizar los resultados obtenidos, se logra obtener información clave sobre las diferencias sensoriales entre cultivares y conocer cuáles presentan un sabor y/o aroma más estable a lo largo del ciclo productivo.

Para conocer más a fondo a INIA Ágata e INIA Yrupé durante el período de cosecha, cosechamos fruta totalmente roja en dos momentos diferentes del ciclo (agosto y octubre) y evaluamos el color, la firmeza, el contenido de sólidos solubles, la acidez, los azúcares y los principales volátiles responsables del aroma y sabor del fruto. Estas frutillas se cultivaron en cuatro predios diferentes de la zona de Salto, identificados como A, B, C y D.

Para analizar los datos obtenidos se empleó la herramienta conocida como análisis de componentes principales (Figura 4), que nos permite integrar y simplificar los resultados para visualizarlos e interpretarlos con mayor facilidad.

Los resultados permitieron discriminar las diferentes variedades y predios según su fecha de cosecha. Los frutos cosechados en agosto presentaron un 26,7% más de azúcares totales que los cosechados en octubre, pero una menor acidez (19%) y firmeza (17%). Esto ocurrió en un contexto de mayor amplitud térmica los 10 días previos a la cosecha de agosto, pero mayores horas de sol (heliofanía) durante los 10 días previos a la cosecha de octubre (Cuadro 2).

Cuadro 2 - Condiciones climáticas presentadas 10 días antes de cada cosecha.

Variable climática	Agosto	Octubre
Amplitud térmica (°C)	12,6	11,7
Heliofanía (h)	1,4	6,7
Precipitación acumulada (mm)	6,4	7,7

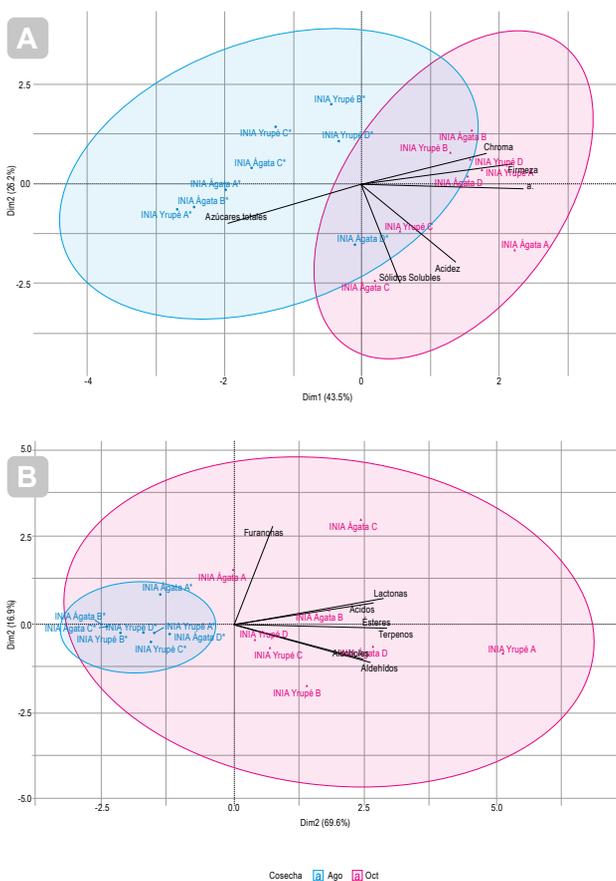


Figura 4 - Análisis de componentes principales aplicado sobre las variables físicoquímicas (A) y los compuestos volátiles (B).

Se observó que los frutos con un contenido elevado de sólidos solubles no siempre poseen altos azúcares totales, como podría suponerse inicialmente. Por lo tanto, sería importante complementar la medición de azúcares en frutilla utilizando ambas metodologías analíticas.

Respecto a los compuestos volátiles (ésteres, terpenos, aldehídos, ácidos, lactonas y furanonas), los frutos cosechados en octubre mostraron un contenido de volátiles totales superior a los cosechados en agosto. Las furanonas resultaron el grupo de volátiles más estables entre cosechas (incrementándose un 165% para el mes de octubre) y las lactonas el más variable (con un incremento del 2774%). Adicionalmente, en la cosecha de octubre, INIA Ágata presentó en general un mayor contenido de furanonas que INIA Yrupé, permitiendo discriminar entre variedades. Diferencias en el tipo y concentración de volátiles dan lugar a diferentes notas de sabor e intensidades de aroma en las frutillas.

Combinando el estudio de la evolución de la calidad de la fruta y las evaluaciones sensoriales, se logra conocer qué cultivares presentan un sabor y/o aroma más estable a lo largo del ciclo productivo.

Del estudio se desprende que, el olor típico a frutilla de INIA Ágata e INIA Yrupé podría resultar más intenso en las etapas tardías del ciclo productivo (octubre).

Los ésteres aportan aromas dulces, al tiempo que los aldehídos contribuyen con aromas verdes y frescos (Ulrich *et al.*, 2018). Los terpenos se relacionan con el olor característico a manzanas verdes, y algunos alcoholes pueden actuar como resaltadores de sabor (Whitaker *et al.*, 2021).

A su vez, mientras que las lactonas contribuirían al aroma a durazno fresco y a la percepción del dulzor de las frutillas, las furanonas serían responsables de las notas acarameladas (Parra-Palma *et al.*, 2018).

Por lo tanto, considerando el aumento en el contenido total de compuestos volátiles, con énfasis en ésteres, terpenos y lactonas para la cosecha de octubre, el olor típico a frutillas de INIA Ágata e INIA Yrupé podría resultar más intenso en las etapas tardías del ciclo productivo.

CONSIDERACIONES FINALES

Las nuevas variedades son seleccionadas por su adaptación al ambiente local, rendimiento y tolerancia a

plagas y enfermedades, pero también considerando la calidad de fruta, su apariencia y sabor. En este marco, realizar un seguimiento de las principales variables de calidad a lo largo del ciclo de cultivo, identificar aquellos materiales con calidad y sabor más estables e incorporar nuevas herramientas para la caracterización de los frutos, permite generar información clave para promover la selección de frutillas con calidad destacada, lo que contribuiría a impulsar su elección y consumo.

REFERENCIAS

LADO, J., MOLTINI, A.I., ESTEBAN, V., RODRÍGUEZ, G., ARCIA, P., RODRÍGUEZ, M., LÓPEZ, M., BILLIRIS, A., ARES, G. (2019) Integration of Sensory Analysis into Plant Breeding: A Review. *Agrociencia Uruguay* 2019 23(1). pp.1-15. ISSN: 2301-1548.

ULRICH, D., KECKE, S., OLBRIGHT, K. (2018) What Do We Know about the Chemistry of Strawberry Aroma?. *J. Agric. Food Chem.*, 2018, 66, 3291-3301. DOI: 10.1021/acs.jafc.8b01115.

VICENTE, E., MANZZIONI, A., GONZÁLEZ-ARCOS, M., GIMÉNEZ, G., LADO, J., ARRUABARRENA, A., RUBIO, L., SILVERA, E., VARELA, P. (2017) El cultivar de frutilla para cultivo protegido INIA Ágata (SGN48.3). Montevideo (Uruguay): INIA, 2017. Hoja de Divulgación N° 108.

VICENTE, E., MANZZIONI, A., ARRUABARRENA, A., VARELA, P., GONZÁLEZ, M., DE HEGEDUS, P. (2018) Alternativas para enfrentar la mortandad de plantas de frutilla en la zona de Salto. *Revista INIA* N° 53, pp.42-47.

WHITAKER, V.M., FAN, Z., HASING, T., JHONSON, T.S., BARBEY, C.R. et al. (2021). Strawberry sweetness and consumer preference are enhanced by specific volatile compounds. *Hortic. Res.* 8, 66 . DOI: <https://doi.org/10.1038/s41438-021-00502-5>.



Figura 5 - Frutillas INIA recién cosechadas (W61.2-material en evaluación) en octubre en un predio comercial en Salto.