



Sociedad  
Española  
de **Ciencias**  
**Hortícolas**

**97**

**Septiembre**  
**2024**

# **ACTA DE HORTICULTURA**

**Comunicaciones Técnicas**  
**Sociedad Española de**  
**Ciencias Hortícolas**

**XI Congreso Nacional de**  
**Mejora Genética de Plantas**

**Editores:**  
**Margarita López Corrales**  
**M<sup>a</sup> Engracia Guerra Velo**  
**María Ramos García**  
**Antonio Jesús Galán Jiménez**

**Cáceres, 24-26 de septiembre de 2024**

## **Clasificación de germoplasma de manzano tradicional español en función de su aptitud: mesa vs sidra**

M. Ferrer<sup>1</sup>, F.J. Bielsa<sup>1,2</sup>, N. Iturmendi<sup>3,4</sup>, P. Irisarri<sup>1,2</sup>, M. Navarro<sup>3,4</sup>, P. Errea<sup>1,2</sup>, I. Arozarena<sup>3,4</sup>, J. Urrestarazu<sup>3,5</sup>, A. Pina<sup>1,2\*</sup> y C. Miranda<sup>3,5\*</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Departamento de Ciencia Vegetal, Avenida Montañana 930, 50059, Zaragoza

<sup>2</sup>Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2, CITA-Universidad de Zaragoza, 50013, Zaragoza, España.

<sup>3</sup>UPNA, Dpto. Agronomía, biotecnología y alimentación, Campus de Arrosadia, 31006 Pamplona

<sup>4</sup>UPNA, Instituto de Innovación y Sostenibilidad en la Cadena Agroalimentaria (IS- FOOD), Campus de Arrosadia, 31006 Pamplona

<sup>5</sup>UPNA. Instituto de Investigación Multidisciplinar en Biología Aplicada (IMAB), Campus de Arrosadia, 31006 Pamplona

**\*Autor para correspondencia:** [apina@cita-aragon.es](mailto:apina@cita-aragon.es), [carlos.miranda@unavarra.es](mailto:carlos.miranda@unavarra.es)

**Palabras clave:** acidez, °Brix, fenoles totales, *Malus domestica* Borkh., variedades locales

### **Resumen**

**La valoración de los atributos de calidad característicos de una variedad de manzana difiere según el uso que se le vaya a dar. Así, la distinción entre lo que es una manzana de sidra y una manzana de mesa puede ser un desafío en sí mismo. En las variedades destinadas al consumo fresco (variedades de mesa), la satisfacción del consumidor está fuertemente influenciada por características como el color, tamaño, forma y sabor, que incluye rasgos como dulzor, acidez y firmeza de la fruta, entre otros. Por el contrario, las variedades destinadas a la fabricación de sidra están menos definidas por su apariencia y más por el equilibrio entre dulzura, acidez y sensación en boca, proporcionada por los compuestos fenólicos, y en las cuales los compuestos volátiles del aroma también desempeñen un papel relevante. El objetivo de este trabajo es clasificar germoplasma de manzano local de dos colecciones españolas, Aragón y Navarra, según los criterios de selección de variedades de manzana para la elaboración de sidra (pH, grado Brix, ácido málico y fenoles totales). Los resultados muestran una gran variabilidad fenotípica en el conjunto de variedades analizadas para el contenido de compuestos fenólicos y acidez. Este estudio proporciona una información valiosa que valoriza las variedades autóctonas según su aptitud (mesa vs sidra) y para los productores de manzano ofreciendo variedades locales específicas de sidra y no específicas que puedan usar en sus sistemas de producción.**

### **INTRODUCCIÓN**

La fruta del manzano posee valiosas propiedades nutricionales y su consumo se ha vinculado en estudios con la reducción del riesgo de enfermedades vasculares, diabetes y ciertos tipos de cáncer. Sin embargo, a pesar de sus beneficios y popularidad, existe una tendencia negativa en el consumo de manzanas en España, con una disminución del 30% en los últimos 30 años (Iglesias y Alegre, 2014). Se identifica como una posible solución para potenciar el consumo de manzanas la promoción de sus productos derivados, como la sidra y otros productos como zumos, mermeladas y compotas. La utilización de variedades autóctonas, más adaptadas a las condiciones de cultivo, podrían suponer un salto cualitativo en la calidad del fruto, y una distinción de mercado con productos singulares. En este sentido, la producción de sidra ofrece la oportunidad de aprovechar variedades de manzanas menos adecuadas para el consumo directo, lo que permite la utilización y valorización de variedades autóctonas. En trabajos previos, se determinó la estrategia más adecuada para la selección de un conjunto mínimo de accesiones de manzano que optimice la representatividad de la variación genética

conservada en las colecciones de manzano españolas (Miranda et al. 2018) y los resultados mostraron el potencial del germoplasma tradicional para diversificar la oferta varietal e introducir nuevas características en mejora (Pereira et al. 2017). En este trabajo, el principal objetivo fue clasificar las variedades de manzano autóctonas según su aptitud para su uso final, estudiando el balance entre dulzura, acidez, amargura, y fenoles que contribuyen al sabor y la calidad de la sidra.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Material Vegetal**

Durante las campañas 2020 y 2021 se evaluaron 76 variedades locales de Aragón de la colección del CITA (Zaragoza) y 49 de Navarra de la colección de la UPNA (Pamplona), junto con 12 variedades comerciales. Las variedades locales de Aragón se prospectaron en zonas montañosas de Aragón desde 2001, y están actualmente conservadas en las fincas pertenecientes al CITA (Bescós de la Garcipollera Huesca, 930 m altitud) y Soto Lezcano (Zaragoza). Las de Navarra se recuperaron en misiones de prospección realizadas desde los años 1980 en las zonas tradicionalmente productoras del norte de la comunidad, y que se conservan desde los años 1990 en la colección situada a 450 m de altitud. Los frutos se cosecharon en el momento en que su madurez, según el índice de almidón CTIFL superaba el valor 6, ya que minimiza la influencia del estado de maduración sobre el nivel de oxidación, y se conservaron en cámara frigorífica durante una semana antes de realizar la caracterización.

### **Determinación de pH, grados Brix, acidez total y fenoles totales**

Las determinaciones físico-químicas se llevaron a cabo cortando un gajo longitudinal de cada manzana para obtener un zumo homogeneizado de los 20 frutos de cada accesión. A partir de ese zumo se realizó por triplicado la medición del pH, °Brix y la acidez total por valoración. La extracción de compuestos fenólicos se realizó por duplicado a partir de 3 g de pulpa para cada variedad, que se congelaron a -80°C hasta su posterior análisis. La determinación del contenido de fenoles totales se realizó mediante el método de Folin-Ciocalteu (Slinkard y Singleton, 1977) y se expresó como mg de equivalentes de ácido gálico por gramo de peso fresco.

### **Análisis estadístico**

El análisis estadístico se realizó con IBM SPSS Statistics 21 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.). Se comprobó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de las varianzas con la prueba de Levene. Se realizó una prueba no paramétrica U-Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ) en el paquete SPSS. Además, se realizaron la correlación de Pearson y el análisis de componentes principales (ACP) para establecer la relación entre los diferentes caracteres evaluados.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los parámetros físico-químicos relacionados con los criterios de selección de variedades de sidra, como son la acidez, contenido en sólidos solubles, ácido málico y fenoles totales mostraron un rango muy amplio de variabilidad, tanto en las variedades autóctonas de Aragón como de Navarra (Tabla 1). Las manzanas con una concentración en gramos de equivalente de ácido málico menor de 4.5 g/L se clasifican como dulces y las que presentan una concentración mayor de 4.5 g/l se clasifican como ácidas (Kumar et al., 2021). En 2020, los datos de acidez permitieron clasificar 43 accesiones como dulces (15 accesiones correspondientes a la UPNA y 28 al CITA entre las que se encuentran las variedades comerciales ‘Golden’, ‘Royal Gala’, ‘Fuji’ y ‘Gala Must’) y 37 como ácidas en la colección del CITA (‘Reineta Gris’, ‘Reineta’). En 2021, se clasificaron 58 como dulces y 31 como ácidas. En cuanto al valor de pH se consideran adecuadas aquellas variedades con valores comprendidos entre 3.2 y 3.4 (Lizar et al., 2008), clasificándose como aptas para la elaboración de sidra 8 accesiones del CITA y 4 de la UPNA en 2020 y 8 como variedades correctoras con valores por debajo de 3.2 (5 accesiones del CITA y 2 de la UPNA). La situación en 2021 cambió ligeramente, y se clasificaron 14 accesiones en total, clasificándose las variedades ‘Reineta’ y ‘Esperiega’ como correctoras con valores inferiores de pH de 3.2. 13 accesiones de las dos colecciones se clasificaron como aptas en 2020 y 34 en 2021 en relación al contenido en sólidos solubles, con valores comprendidos entre 12 y 13 ° Brix.

En 2020, 46 accesiones se clasificaron como no aptas con valores por encima de 15, y 38 en 2021, ya que valores mayores a 15 °Brix podrían originar dificultades en la fermentación por afectar a la actividad de las levaduras. Otro de los criterios de selección de variedades de sidra es la concentración de fenoles totales (Karl et al. 2022). En este trabajo, se ha observado una gran variación en el contenido de fenoles totales (TPC) en pulpa entre años, resultados que coinciden con otros estudios (Mignard et al., 2021) (Tabla 1). Tanto para las muestras del CITA como las de UPNA cabe destacar que los fenoles muestran resultados significativamente distintos entre los años 2020 y 2021, y la misma tendencia para ácido málico, °Brix y pH entre años (Figura 1). Aunque se requieren más años para una buena clasificación de estas variedades autóctonas, estos resultados permiten una selección preliminar de aquellas accesiones más adecuadas para la elaboración de sidra, bien adaptadas a las condiciones climatológicas de Aragón y Navarra.

## **AGRADECIMIENTOS**

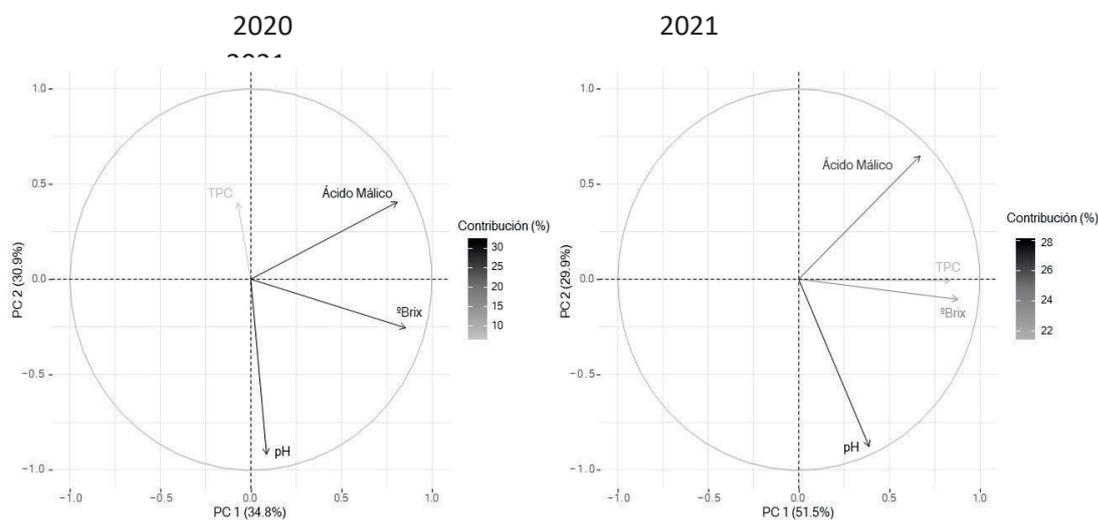
Esta investigación ha sido financiada por los proyectos PID2019-108081RR-C21 y C22, y PID2022-141847OR-C31 y C32 financiados por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033, y por el Grupo consolidado A12 del Gobierno de Aragón – Fondo Social Europeo de la Unión Europea.

## **REFERENCIAS**

- Iglesias, I., and Simó, A. 2014. Manzano. In C. C. Rural (Ed.), *La fruticultura del siglo XXI en España*. 27-55
- Karl, A.D., Zakalik, D.L., Cook, B.S., Krishna Kumar, S., and Peck, G.M. 2022. The Biochemical and Physiological Basis for Hard Cider Apple Fruit Quality. *Plants People Planet*. 5: 178–189.
- Kumar K, S., Wojtyna, N., Dougherty, L., Xu, K., and Peck, G. M. 2021. Classifying cider apple germplasm using genetic markers for fruit acidity. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 146:267–275.
- Lizar, B., Suberviola, J., and Arina, D. 2008. Selección de variedades de manzano autóctono de Navarra para la elaboración de sidra natural. *Navarra Agraria*. 168: 25-32
- Miranda, C., Errea, P., Urrestarazu, J., Pina, A., Pereira-Lorenzo, S., Dapena, E., et al. 2018. Definición del núcleo optimizado de la colección de conservación del manzano español. *Acta Horticultura*. 80, pp. 67 – 71
- Mignard, P., Beguería, S., Reig, G., Font, C., and Moreno, M. A. 2021. Genetic origin and climate determine fruit quality and antioxidant traits on apple (*Malus x domestica* Borkh). *Scientia Horticulturae*, 285,
- Pereira-Lorenzo, S.; Urrestarazu, J.; Ramos-Cabrera, A.M.; Miranda, C.; Pina, A.; Dapena, E. et al. 2017. Analysis of the genetic diversity and structure of the Spanish apple genetic resources suggests the existence of an Iberian genepool. *Ann. Appl. Biol.* 171, 424– 440
- Slinkard, K and Singleton, V.L. 1977. Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *Am. J. Enol. Vitic.* 28: 49-55.

**Tabla 1.** Variabilidad en parámetros (pH, ácido málico, °Brix y fenoles totales (TFC)) relacionados con criterios de selección para elaboración de sidra en las dos colecciones estudiadas (CITA y UPNA) durante dos años consecutivos (2020-2021).

		COLECCIONES				
		Año	CITA		UPNA	
			2020	2021	2020	2021
<b>pH</b>	Media	3,82	3,89	3,43	3,62	
	SD	±0,48	±0,67	±0,21	±0,40	
	Min	3,1	2,86	3,15	3,09	
	Max	4,98	5,55	3,92	4,91	
<b>Ác. málico (g/L)</b>	Media	5,83	6,23	5,81	4,41	
	SD	±3,43	±3,25	±1,93	±2,73	
	Min	1,22	1,28	2,70	0,97	
	Max	17,01	15,63	9,43	13,17	
<b>°Brix</b>	Media	15,9	15,78	12,67	12,62	
	SD	±2,10	±2,33	±1,70	±2,00	
	Min	11,63	11,9	10,12	7,66	
	Max	21,73	21,2	17,01	17,9	
<b>TPC mg/100g fresco pulpa</b>	Media	366,72 <sup>a</sup>	176,54 <sup>b</sup>	480,21 <sup>a</sup>	57,19 <sup>b</sup>	
	SD	±149,02	±118,13	±218,02	±63,91	
	Min	92,1	26,9	147,45	8,4	
	Max	826,9	524,25	791,5	291,9	



**Figura 1.** Contribución de las variables estudiadas (ácido málico, °Brix, pH y fenoles totales \_TPC) a la variabilidad de las accesiones. La escala de grises representa el grado de contribución de las variables.