vinetur

La uva activa un escudo antioxidante para madurar sin dañarse

Un estudio revela cómo la uva modula su oxidación al madurar para preservar la calidad del fruto

jueves 2 de julio de 2026



Un estudio publicado por la revista científica OENO One aporta nuevas pistas sobre cómo la uva regula el equilibrio oxidativo durante la maduración de la baya, un proceso ligado a la calidad final del fruto y a su estabilidad. El trabajo analiza la variedad de mesa Niagara Rosada, un híbrido de Vitis labrusca y Vitis vinifera muy cultivado en Brasil, y concluye que la baya activa una red coordinada de proteínas y enzimas antioxidantes para controlar las especies reactivas de oxígeno, conocidas como ROS por sus siglas en inglés.

La investigación se publicó el pasado 29 de junio y firma el artículo un equipo formado por Luan C. Corrêa, Eduardo Monteiro, Roberta P. da Paschoa, Rodrigo R. R. F. Lucas, Vanildo Silveira y Ricardo Bressan-Smith. Los autores combinaron proteómica cuantitativa y análisis enzimáticos para seguir los cambios del metabolismo redox en tres fases clave de la maduración de la baya.

Las ROS son moléculas que se generan de forma natural durante el metabolismo aeróbico. En cantidades altas pueden dañar proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. Pero también cumplen una función reguladora en el desarrollo del fruto cuando su presencia se mantiene bajo control. El estudio parte de esa doble función para analizar cómo la uva evita el daño oxidativo mientras aumenta su actividad metabólica al madurar.

Los investigadores trabajaron con bayas recogidas en un viñedo del municipio de São Fidélis, en el estado de Río de Janeiro. El viñedo, plantado en 2006, estaba injertado sobre portainjerto IAC-572 y conducido en pérgola. El equipo evaluó dos ciclos de cultivo: uno entre octubre y diciembre de 2022 para el análisis proteómico y otro entre febrero y junio de 2023 para los ensayos enzimáticos.

El muestreo se hizo en varias etapas del desarrollo. Para la proteómica se estudiaron tres momentos: preenvero, envero y sobremaduración. Para los análisis enzimáticos se añadió además una fase posterior a la cosecha. En cada punto se separó el mesocarpo, es decir, la pulpa sin piel ni semillas, con el fin de centrarse en el tejido que debe conservar su funcionalidad durante la maduración.

El trabajo identificó 1.434 proteínas en total. De ellas, 956, un 67%, mostraron cambios de acumulación entre unas fases y otras. Según los autores, los procesos antioxidantes fueron los más representados dentro del conjunto analizado, aunque también

aparecieron proteínas relacionadas con el metabolismo energético, las hormonas, el recambio proteico, el metabolismo secundario y la respuesta al estrés.

Los resultados muestran un patrón temporal claro. En las fases tempranas predominaban proteínas ligadas a la fotosíntesis y a la producción de energía. Más adelante aumentaban las asociadas a funciones antioxidantes y a respuestas celulares frente al estrés oxidativo. Esa transición indica que la baya reorganiza su proteoma a medida que cambia su fisiología interna.

El estudio también siguió la actividad de varias enzimas implicadas en ese control oxidativo. La catalasa presentó un perfil bifásico durante la maduración. La superóxido dismutasa alcanzó su máximo en las fases finales. La actividad peroxidasa fue bajando de forma progresiva. A su vez, la glutatión reductasa y la glutatión peroxidasa mostraron una regulación dependiente de la etapa del fruto.

Para los autores, estos datos refuerzan la idea de que las rutas de desintoxicación dependientes de NADPH tienen un papel básico en este proceso. Ese poder reductor permite regenerar sistemas celulares que neutralizan ROS y ayudan a mantener el equilibrio redox dentro del tejido.

El equipo no solo midió proteínas y enzimas. También evaluó señales físicas y bioquímicas asociadas al daño oxidativo, como la fuga de fosfato inorgánico y la peroxidación lipídica. Los resultados apuntan a cambios oxidativos moderados en membranas, pero no a un deterioro celular amplio durante la maduración analizada.

Esa observación es relevante porque apoya una idea central del trabajo: la baya no elimina por completo las ROS, sino que ajusta su producción y su detoxificación para conservar activa la pulpa mientras avanza hacia estados más maduros. En otras palabras, el fruto parece usar estas moléculas como parte de su programa de desarrollo sin llegar a niveles que comprometan su integridad.

La investigación se centra en una uva de mesa cultivada en clima cálido, pero sus conclusiones pueden tener interés más allá de ese material vegetal concreto. Comprender cómo se regula el equilibrio oxidativo durante la maduración puede ayudar a mejorar el manejo del estrés en viñedo y a preservar mejor la calidad del fruto

que luego determina propiedades básicas del vino, como su composición, su estabilidad y parte de su perfil sensorial.

Aunque el artículo no plantea aplicaciones inmediatas para bodega o campo, sí ofrece una base molecular útil para futuras líneas de trabajo sobre maduración, conservación poscosecha y respuesta fisiológica ante condiciones ambientales adversas. En un sector donde pequeñas variaciones en el estado del fruto pueden alterar el resultado final de una bebida, conocer con más precisión estos mecanismos abre margen para ajustar prácticas agronómicas con mayor fundamento científico.

Los autores recuerdan además que buena parte de los estudios previos sobre ROS en uva se habían centrado en pieles, enzimas aisladas o niveles de transcripción genética. Su trabajo intenta ir más allá al integrar abundancia real de proteínas con actividad catalítica medida directamente en el mesocarpo. Esa combinación permite una visión más completa del funcionamiento celular durante la maduración.

La variedad Niagara Rosada fue elegida por su peso económico en Brasil y por ser un modelo útil para estudiar uvas cultivadas en regiones cálidas. Según recoge el artículo, este tipo de frutos madura mediante interacciones coordinadas entre acumulación de azúcares, regulación hormonal y señales redox, más que por un programa dominado por etileno.

El estudio sostiene así que la regulación redox dependiente de cada fase forma parte central del desarrollo de la baya. Esa regulación ayuda a mantener operativa la pulpa pese al aumento del metabolismo asociado a la maduración y contribuye a conservar atributos ligados a la calidad del fruto.