

Ácidos glucónico y galacturónico: indicadores críticos de la calidad y estabilidad del vino.

Dra. Francesca Bruni, investigadora del Laboratorio Químico del CDR "Francesco Bonicolini"

P2617

1. Introducción: La arquitectura ácida del vino y el papel de los ácidos oxidantes

La matriz misma del vino es, en esencia, una solución compleja con un pH ácido (generalmente entre 3,2 y 3,4). En este entorno, el delicado equilibrio entre las diferentes especies químicas no solo define el perfil sensorial, sino que también garantiza la estabilidad y la longevidad del producto. Por lo tanto, es crucial distinguir la estructura de los ácidos "fijos" (como el tartárico y el málico), intrínsecos a la fisiología de la uva, de los ácidos resultantes de procesos de oxidación o degradación. Subestimar el impacto de estos últimos, especialmente en años marcados por una grave inestabilidad climática, representa un grave error técnico.

El ácido glucónico y el ácido galacturónico no son meros componentes estructurales; actúan como auténticos «sensores bioquímicos» de la salud del viñedo. Su presencia indica procesos oxidativos o degradativos (enzimáticos y fúngicos) ajenos a la maduración natural. En particular, estos compuestos son indicadores moleculares de la actividad de *Botrytis cinerea*, capaz de comprometer todo el potencial enológico del lote de uva incluso antes de que el mosto entre en el depósito.

2. Ácido glucónico: el marcador estratégico de la salud de la uva.

En una era de cambio climático que provoca estrés hídrico extremo o retraso en las lluvias, el **ácido glucónico** es el parámetro más fiable para cuantificar el daño causado por los hongos. Químicamente, se deriva de la oxidación de la glucosa por la enzima **glucosa oxidasa** secretada por *Botrytis*.

Impacto en la bioquímica y la fermentación: El ácido glucónico es un ácido no volátil que las levaduras no pueden metabolizar en alcohol. Su concentración es directamente proporcional a la gravedad del ataque:

- **Uvas sanas (sin daños):** < 0,2 g/L.
- **Umbral de alerta (inicio de la alteración):** 0,2 - 0,5 g/L. Esto ya requiere un ajuste de las dosis de SO₂ y de la nutrición.
- **Uvas afectadas (alto riesgo):** 0,5 - 1,5 g/L. Requiere medidas correctivas drásticas en

cuanto al dióxido de azufre, las enzimas y los agentes clarificantes.

- **Daños graves (deterioro grave):** > 1,5 g/L. La calidad del producto final se ve comprometida de forma irreparable.

Para el productor, un nivel elevado de ácido glucónico es una señal de alerta que exige la máxima atención: indica no solo una falta de **Nitrógeno Fácilmente Asimilable**, consumido por el hongo, sino también la presencia de sustancias que inactivan el dióxido de azufre, lo que hace vulnerable el mosto. La infección por *Botrytis* también implica la secreción de **lacasa**, una enzima oxidativa que degrada rápidamente las antocianinas y los taninos. Si el ácido glucónico es alto, la estabilidad del color de los vinos tintos ya se encuentra en grave peligro.

3. Ácidos urónicos: De las pectinas a las inestabilidades embotelladas

Mientras que el ácido glucónico refleja la oxidación de los azúcares, la acumulación de **ácido galacturónico** y ácido glucurónico (ácidos urónicos) indica un fallo estructural en la uva. Estos compuestos son el subproducto directo de la degradación de las pectinas por enzimas fúngicas. Desde el punto de vista tecnológico, un mosto rico en ácidos urónicos es coloidal, viscoso y hostil a cualquier proceso de clarificación o filtración. El mayor riesgo es sutil y se manifiesta meses después: el ácido galacturónico, en ambientes oxidativos, se transforma fácilmente en ácido múcico. Con una alta afinidad por el calcio, este compuesto genera cristales de mucato de calcio, que escapan a los controles habituales previos al embotellado y precipitan inexorablemente directamente en la botella del consumidor.

4. Análisis tecnológico: El sistema CDR WineLab® frente a los métodos tradicionales

Durante las ajetreadas fases de vendimia, los datos analíticos oportunos son la clave para diferenciar entre el seguimiento activo del proceso y la detección de un defecto inminente. Depender de los métodos de referencia tradicionales, que debido a su complejidad suelen requerir la subcontratación o la preparación de reactivos complejos, implica aceptar retrasos incompatibles con los ritmos de la bodega. Ante el estrés sanitario, obtener mediciones de ácido glucónico horas o días después conlleva el

riesgo de proporcionar una imagen desfasada, con datos que llegan cuando la oxidación o la actividad microbiana ya han provocado daños difíciles de controlar. Los sistemas rápidos y sencillos, incluso

para uso en bodega, como **CDR WineLab®**, permiten obtener respuestas oportunas para el seguimiento activo del proceso.

Parámetro analítico	Método enzimático tradicional (espectrofotometría UV-Vis)	Sistema CDR WineLab®
Preparación de reactivos	Requiere la preparación diaria de mezclas de enzimas inestables.	Utilice cubetas desechables con reactivos precargados, estables y listos para usar.
Procesamiento de muestras	Laborioso. Requiere decoloración (por ejemplo, con resinas de PVPP) y filtración para mostos rojos o turbios.	Ausente. Lectura directa del mosto/vino incluso en muestras muy coloreadas o turbias.
Calibración	Requiere la elaboración periódica de curvas de calibración utilizando patrones.	Sistema precalibrado. No es necesario que el operador cree curvas de calibración.
Equipo y habilidades	Espectrofotómetro de sobremesa; requiere personal técnico especializado en técnicas de laboratorio.	Fotómetro LED específico; diseñado para su uso directo en la bodega por cualquier operario.
Tiempos de respuesta	Dilatado (preparación + reacción + lectura). A menudo requiere la subcontratación del análisis.	Extremadamente rápido (unos 4 minutos). Datos disponibles en tiempo real en el momento de la entrega de las uvas.
Capacidad del proceso	Resulta engorroso gestionar muchas muestras simultáneas sin una automatización costosa.	Permite el análisis simultáneo de 16 muestras, optimizando el protocolo analítico y reduciendo los tiempos de operación en general.

6. Conclusiones

Afrontar los retos de añadas cada vez más impredecibles exige hoy una claridad técnica sin precedentes. La presencia de ácidos fúngicos como el **glucónico** y el **galacturónico**, con su devastador impacto en el equilibrio redox y la estabilidad del color, demuestra cómo la calidad del vino a menudo depende de una mínima fracción de gramo. Monitorizar estos marcadores de estrés para la salud de la uva implica proteger todo el proceso de vinificación de crisis de fermentación y defectos visuales. Aquí es donde el factor tiempo se vuelve crucial: liberarse de las latencias de los métodos enzimáticos subcontratados y adoptar sistemas de lectura en tiempo real transforma los datos analíticos en acciones correctivas inmediatas. El **análisis rápido** se confirma así como el procedimiento técnico fundamental para prevenir desviaciones microbiológicas irreparables y estandarizar el control de calidad en la bodega.