

Ciencia contra el cambio climático

De la viña a la bodega, los investigadores del ICVV exponen distintas estrategias para hacer frente al aumento de temperaturas y menores precipitaciones que están alterando la calidad del vino

Los desequilibrios que el cambio climático está ocasionando en los viñedos y que, en última instancia, están afectando a la calidad del vino, precisan de un conjunto de estrategias que faciliten a viticultores y a bodegueros la toma de decisiones, ya sea en el manejo de la viña, en la elección de

material vegetal a plantar o en la elaboración de los vinos. En este artículo se recogen los estudios que, en estos ámbitos, están desarrollando los investigadores del Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (ICVV) con el objetivo de dotar al sector de herramientas para hacer frente a este desafío.

Bayas congeladas con nitrógeno líquido para estudiar su composición aromática y fenólica. Rafael Lafuente

En la viña

El clima es un factor fundamental en el viñedo que condiciona no sólo la producción, sino también la calidad y la tipicidad del mosto y del vino obtenidos, a través de su incidencia en los distintos procesos fisiológicos de la vid, los cuales se están viendo alterados por cambios en el régimen de temperaturas, pluviometría y radiación que el proceso de cambio climático está originando. Además, el aumento en la frecuencia de tormentas torrenciales, asociadas a este fenómeno, afecta enormemente al suelo del viñedo, originando serios problemas de pérdidas del mismo por erosión.

La adaptación del viñedo al cambio climático no pasa por una única solución, pudiéndose adoptar vías que trasladen los viñedos a otras latitudes o altitudes, o también otro tipo de estrategias, más orientadas al manejo del cultivo y del material vegetal, con las que sea posible mantener a los viticultores en su entorno rural.

Desplazamiento de la madurez a través de la fecha de poda

Luis Rivacoba y Sergio Ibáñez

En un escenario de cambio climático en el que, cada vez más, se va acortando el ciclo de la vid debido al incremento de temperaturas, produciendo así un desacoplamiento de la madurez fenológica y tecnológica, la fecha de poda es una herramienta bien conocida por los técnicos y viticultores para influir en el momento de brotación de la vid. Cuando se hace de manera tardía, entre marzo y abril, modi-

fica el comportamiento de la planta, pudiendo alargar el ciclo de la vid y retrasar la maduración de la uva.

Por ello, en el marco del proyecto europeo Vitisad, que busca adaptar el cultivo de la vid al cambio climático, y en el que ha participado el Gobierno de La Rioja a través de investigadores del ICVV, se ha llevado a cabo un ensayo transfronterizo que analiza el efecto de la poda en distintos momentos, entre los meses de diciembre y abril. Los resultados observados en Francia y en España indican que una poda tardía retrasa los estados fenológicos. Cuanto más tarde se realice esta operación, mayor será el retraso en los posteriores estados fenológicos.

Dentro de este proyecto, se ha estudiado el efecto de las fechas de poda después de la brotación y hasta la aparición de 4-6 hojas, extrayéndose las siguientes consideraciones:

- Cuando la poda se realiza en el momento de la brotación, se detecta un retraso en la fenología aproximado de una semana, tanto en la fase de floración como en la de envero.

- Al efectuar la poda en el estado fenológico de 4 a 6 hojas, el ciclo puede llegar a retrasarse hasta dos semanas.

- En el momento de vendimia, estos retrasos se compensan y se observan escasas diferencias en los parámetros de madurez.

- Podas muy tardías, llevadas a cabo en un estado de 8 a 12 hojas, han incidido en el grado alcohólico potencial de las uvas, disminuyendo el mismo en más de un 1% vol., si bien hay que tener en cuenta que las reducciones de rendimiento también pueden ser significativas.



Diferencia entre dos cepas el 29 de abril que han sido podadas en distintos momentos en el ensayo de fechas de poda realizado en Samaniego (Álava) en la campaña 2021.



El cordón vertical, al mantener los racimos más cerca del suelo, protege las uvas del exceso de calor.

Sistemas de conducción

Alicia Pou

El sistema de conducción en vid, un método utilizado en la viticultura para guiar el crecimiento de las vides, está emergiendo como una poderosa herramienta para combatir las condiciones climáticas cada vez más extremas. En este sentido, es necesario adoptar sistemas de conducción adecuados que permitan una mejor exposición solar y una mayor circulación de aire alrededor de las plantas, ayudando así a regular la temperatura de las hojas y los racimos. Esto es fundamental para evitar el estrés térmico en las plantas y garantizar un desarrollo saludable del cultivo. Además, el diseño adecuado del sistema de conducción en vid puede ayudar a aumentar la eficiencia del uso del agua y mejorar la gestión de nutrientes al optimizar la distribución de la humedad en el suelo y reducir las pérdidas por evaporación.

Un ejemplo adecuado para hacer frente a las altas temperaturas es el sistema de conducción tradicional en forma

de vaso. Este sistema es especialmente útil para proporcionar sombra a los racimos durante periodos de calor intenso, logrando reducir la temperatura media de los racimos hasta en 2 °C. Al permitir que las hojas de la vid se extiendan horizontalmente sobre los racimos, el sistema de conducción en vaso puede ayudar a proteger las uvas del sol directo, lo que puede prevenir la sobreexposición y el daño por quemaduras solares. Esta exposición óptima de los racimos al sol favorece la maduración uniforme de las uvas y la acumulación de azúcares y compuestos fenólicos, fundamentales para la calidad y el sabor del vino.

Respecto al sistema de conducción en cordón vertical, al mantener los racimos más cerca del suelo, puede aprovechar el microclima del viñedo para proteger las uvas del exceso de calor durante los periodos de temperaturas extremas. Además, este sistema es también eficaz para reducir el riesgo de heladas en los brotes jóvenes al permitir que las hojas estén más elevadas del suelo.

En un estudio realizado en la variedad Maturana Blanca conducida en cordón vertical, se observó cómo la óptima relación área foliar-fruto ayudó a aumentar la interceptación de luz, propiciando una reducción del pH en el mosto y un aumento en la concentración de compuestos aromáticos en los vinos obtenidos.

Acolchados orgánicos

Alicia Pou

La técnica del acolchado orgánico consiste en cubrir el suelo alrededor de las cepas con materiales orgánicos como paja, compost, hojas u otros residuos vegetales. Con ello se puede controlar el crecimiento excesivo de vegetación espontánea y mejorar las propiedades del suelo, reduciendo la erosión, la densidad aparente y la compactación, a la vez que se incrementan la porosidad, la estabilidad de los agregados y el contenido nutricional.

Además, esta técnica ofrece una serie de beneficios que ayudan a mitigar los impactos del cambio climático en el viñedo. Uno de los más destacados es la conservación de la humedad en el suelo, reduciendo así las necesidades de riego. En este sentido, está ampliamente descrito que los acolchados orgánicos mejoran el contenido de agua del suelo y la capacidad de infiltración, disminu-

yendo la evapotranspiración hasta en un 17%. En un ensayo, enmarcado dentro del proyecto Soilvid del Plan Nacional, se observó cómo los acolchados orgánicos de paja, restos de poda y sustratos post-cultivo de champiñón, al actuar como una barrera física, regulaban la temperatura y la humedad del suelo, moderando así las fluctuaciones térmicas y manteniendo el suelo más fresco durante el día y más cálido durante la noche, lo cual favorecía el desarrollo óptimo de las raíces y mejoraba la salud general de las plantas.

Mantenimiento del suelo con cubierta vegetal

Sergio Ibáñez, Luis Rivacoba, Javier Portu y Alicia Pou

En las experiencias desarrolladas por el ICVV, desde hace más de dieciocho años, se ha comprobado que el mantenimiento del suelo con cubierta vegetal, como alternativa al laboreo tradicional, constituye una herramienta eficaz para equilibrar viñedos con excesos de producción o vigor, mejorar la biodiversidad del ecosistema vitícola y reducir el uso de herbicidas y fitosanitarios. Además, frente al cambio climático, y al aumento de lluvias torrenciales asociadas al mismo, la cubierta vegetal resulta muy útil para proteger el suelo contra la erosión y la escorrenría, logrando reducirlas en más de



Parcela que combina la cubierta vegetal y el sombreado del racimo.



Acolchado con paja, un sistema que permite conservar la humedad del suelo y reducir las necesidades de riego.

un 70% con respecto a suelos labrados. Asimismo, hay que destacar la capacidad de la cubierta para disminuir el efecto invernadero a través de su capacidad como sumidero para fijar CO₂ atmosférico.

Desde el ICVV se considera muy importante difundir y fomentar el uso de cubiertas vegetales, todavía muy minoritario en el viñedo riojano y español. En este sentido, se impulsan acciones como la puesta en marcha una red de parcelas experimentales, en colaboración con bodegas y viticultores, para ensayar con ellos diversos tipos de cubierta vegetal, o la participación en iniciativas nacionales, como el proyecto Cubiwood, que pretende alentar la utilización de cubiertas entre los agricultores españoles.

Los resultados obtenidos han permitido proponer distintas especies o modelos de cubierta que pueden resultar muy interesantes para el objetivo buscado y, principalmente, se han establecido pautas de gestión útiles de estas cubiertas con el objeto de minimizar el impacto sobre la cepa y optimizar la calidad del vino.

En base a las labores de investigación realizadas por el ICVV y el Gobierno de La Rioja en los últimos años, puede concluirse, de forma general, que el empleo de una cubierta vegetal en régimen de secano limita el rendimiento unitario de la cepa en torno a un 22%, siendo esta reducción la mitad cuando se emplea la cubierta en calles alternas. Por el contrario, en regadío, la cubierta vegetal no ha mostrado efectos significativos en la variación de la producción. Por otra parte, sí que se ha observado un aumento notable de la carga polifenólica del vino, próximo al 25%, en parcelas gestionadas con cubierta.

Prácticas de eficiencia en la utilización y manejo del riego

Sergio Ibáñez, Luis Rivacoba, Javier Portu y Alicia Pou

El agua es un bien esencial y escaso que debe gestionarse con moderación y eficiencia, más aún en condiciones de cambio climático. En este contexto, desde el ICVV, y a través de acciones como el proyecto europeo Vitisad, se han planteado experiencias orientadas hacia el manejo y la monitorización del riego de la vid para la obtención de una producción acorde a los requerimientos del mercado, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo. No sólo se ha tratado de ahorrar agua, sino de suministrar la que la planta necesita en cada momento de su ciclo vegetativo. Para ello, se han adoptado diferentes sistemas eficientes de riego, utilizando estrategias novedosas de aplicación del riego en función de la dinámica de maduración de la uva y empleando indicadores

del estado hídrico de la planta, como el potencial hídrico foliar, que aportan rigor y precisión a las técnicas de riego en viñedo que, con frecuencia, se practican con criterios poco consistentes.

En definitiva, se trata de aplicar riegos deficitarios controlados con alta frecuencia, orientados principalmente a la etapa de maduración y con el objetivo de asegurar la actividad de la cepa en este periodo, manteniendo un estrés hídrico moderado en la misma, de tal forma que el rendimiento no se vea afectado significativamente, pero sí que se favorezca la acumulación de fotoasimilados en la baya (azúcares, aromas, polifenoles).

Los resultados obtenidos han permitido mejorar la eficacia de los recursos hídricos, adaptar el agua aplicada a las necesidades de la planta y equilibrar la calidad y cantidad de las cosechas.

Los próximos ensayos de investigación con el riego persiguen, a través de todo el trabajo de campo previamente realizado, establecer recomendaciones de riego para la vid con el apoyo de imágenes satelitales que puedan dar información eficaz sobre el estado hídrico del viñedo, pudiendo alcanzar escalas de actuación a nivel de explotación o paraje.

Tratamientos con elicitores

Pilar Santamaría, Eva Pilar Pérez y Teresa Garde

Una de las consecuencias del cambio climático, como se ha comentado anteriormente, es el desequilibrio entre madurez tecnológica y fenólica, con una incidencia negativa en la calidad de la uva. Para abordar este desafío se necesitan prácticas agrícolas innovadoras, eficientes y fáciles de implantar. El uso de elicitores



Sensores para el monitoreo en tiempo real de las necesidades hídricas de la planta.



Las altas temperaturas están cambiando el perfil aromático de los vinos. Sergio Espinosa (JPEG Estudio)

podría ser una de ellas, ya que, al aplicarse en las plantas, desencadenan mecanismos de defensa que en vitivinicultura pueden tener doble beneficio: reducir el uso de plaguicidas y fungicidas y aumentar la síntesis de compuestos nitrogenados, fenólicos y aromáticos, importantes para la calidad del producto.

Por ello, los grupos Gestión y Control Químico y Microbiológico de los Procesos Enológicos (GESVIN) y Viticultura y Enología Aplicadas (VIENAP) del ICVV han llevado a cabo proyectos encaminados a mitigar los efectos del cambio climático en la calidad de la uva mediante el uso de diferentes elicitores, principalmente el jasmonato de metilo (MeJ) y el etefón.

Respecto al primero, se ha comprobado la eficacia de la aplicación foliar de MeJ en la síntesis de compuestos fenólicos y aromáticos, mejorando así la calidad de la uva. Pero, por su alto coste, se ve bastante limitado su uso. Este hecho propició la búsqueda de un enfoque innovador, el empleo de la nanotecnología por primera vez en viticultura, encaminada a reducir la dosis del elicitor. Aunque la aplicación de nano-MeJ mejoró la calidad de la uva, no lo hizo de manera tan clara como el MeJ; aunque los resultados fueron prometedores. Actualmente se están ensayando nanopartículas de quitosano (Q) dopadas con MeJ. Q es también un elicitor, por lo que es esperable un efecto sinérgico entre ambos elicitores, MeJ y Q, lo que podría permitir reducir la dosis de MeJ.

El etefón es un regulador del crecimiento vegetal que, una vez absorbido por la planta, se transforma en etileno. El etileno es una hormona que actúa sobre la maduración de la fruta y se usa ampliamente en la agricultura. La aplicación foliar de etefón en Tempranillo retrasa la acumulación de azúcares en la baya y favorece la biosíntesis de compuestos fenólicos, contribuyendo a ajustar la madurez tecnológica y fenólica. Por lo tanto, esta práctica puede ayudar a obtener vinos más equilibrados en el actual contexto del cambio climático.

Calidad de la uva y del vino

Mar Vilanova

El estrés que provoca en las plantas el cambio climático afecta a los parámetros de calidad de la uva y del vino. El grupo de investigación Med-WINE-Quality ha desarrollado diversos proyectos nacionales con el objetivo de analizar los efectos del estrés hídrico en la calidad de la uva de distintas variedades, a través del estudio de compuestos volátiles implicados en el aroma y la caracterización sensorial de los vinos, en distintas zonas vitícolas españolas.

Los resultados han puesto de manifiesto que un estrés severo reduce la fotosíntesis y, como consecuencia, la cantidad de azúcar. A nivel de composición aromática y fenólica, el estrés hídri-

co, siempre que no sea severo, produce un incremento de la mayor parte de los compuestos implicados en el aroma y en los compuestos implicados en el color de la uva tinta (antocianos), mejorando así su calidad. Por lo tanto, el riego deficitario controlado es necesario en algunas zonas vitícolas para poder evitar el estrés hídrico severo. En este sentido, también se ha analizado el uso de *mulch* inorgánico a base de pizarra, colocado en la línea de plantas para evitar la evaporación de agua del suelo e impedir el crecimiento de vegetación en la línea que pueda competir con la planta en consumo de agua.

Respecto al efecto de las altas temperaturas, el avance de la fenología provoca cambios en la calidad y la tipicidad de la uva. Al adelantarse la fecha de vendimia, se produce un desacoplamiento entre los productos del metabolismo primario y secundario, retrasándose la maduración aromática y fenólica con respecto al óptimo de azúcar, lo que provoca un fuerte impacto sobre la calidad de la uva. Este hecho dificulta la toma de decisión sobre la fecha de vendimia.

Además, también se ha comprobado que estas altas temperaturas cambian el perfil aromático de la baya y, por lo tanto, del vino. Aparecen notas de fruta muy madura, compota, fruta cocida, fruta seca y desaparecen aromas de fruta fresca sobre todo en vinos blancos y tintos jóvenes, lo que afecta a la tipicidad del vino.

Finalmente, también se ha analizado la influencia de la altitud de los viñedos en la calidad aromática de los vinos blancos y tintos jóvenes, aunque este efecto es dependiente de la variedad. Generalmente, la mayor amplitud térmica día-noche en zonas altas retrasa la maduración de la uva dando lugar a vinos más equilibrados y aromáticos, ya que se produce una mayor síntesis de determinados compuestos volátiles. De hecho, el cultivo de la vid en altura es una de las estrategias para adaptarse a los efectos negativos del cambio climático.

Material vegetal

Además de las estrategias de mitigación de los efectos negativos del cambio climático basadas en el manejo del cultivo, que contribuyen a mantener una producción de uva y vino de calidad en los viñedos ya existentes, en el medio plazo y en relación con futuras replantaciones, es necesario considerar la disponibilidad y generación de nuevo material vegetal más adaptado a las condiciones climáticas, incluyendo portainjertos, variedades y clones. En el ICVV se trabaja en todos estos niveles: a nivel de portainjertos, mediante el ensayo de nuevos portainjertos en parcelas experimentales; a nivel de variedades mediante el ensayo de variedades comerciales mediterráneas, la recuperación de variedades antiguas que pudieran ser de interés en las condiciones actuales o la mejora genética de nuevas variedades. Finalmente, la conservación y caracterización de la variación somática de las variedades más importantes de la DOC Rioja permite también seleccionar nuevos clones más adaptados al aumento de las temperaturas y más eficientes en el uso del agua. El ICVV coordina Vitis-ClimAdapt, una red de grupos de investigación de las distintas comunidades autónomas con la finalidad de potenciar la interacción y comunicación para el desarrollo de material vegetal y su relación con las necesidades del sector vitivinícola.

Selección clonal y portainjertos

Javier Portu y Elisa Baroja

El grupo VitisGestión del ICVV está desarrollando y caracterizando nuevas variantes clonales con características beneficiosas para su certificación como nuevos clones con mejor capacidad de



Trabajos de control en la parcela de selección clonal de la variedad Tempranillo Tinto.

adaptación al cambio climático. Hasta el momento, las líneas de actuación se han centrado en la caracterización fenológica, agronómica y enológica de diferentes clones de las variedades tintas Tempranillo Tinto y Graciano, y de las variedades blancas Viura y Garnacha Blanca. Los trabajos desarrollados con los clones de Tempranillo Tinto y Graciano han permitido preseleccionar ocho y cinco de estos clones, respectivamente, encontrándose ya certificados y en fase de multiplicación para que, en un futuro cercano puedan ser ofrecidos a los viveros para su distribución entre el sector vitivinícola.

Estos clones presentan una gran variabilidad en aspectos como la duración del ciclo y la fecha de maduración, el rendimiento y la compacidad del racimo, o el potencial enológico de la uva. Todos estos atributos resultan de gran interés

para la adaptación de nuestras variedades a las nuevas condiciones climáticas. Por ejemplo, la variedad Tempranillo Tinto presenta una serie de características (maduración temprana y ciclo vegetativo relativamente corto) que limitan su uso en un contexto de temperaturas más elevadas y mayor estrés hídrico. Por ello, la identificación de clones de maduración tardía, que puedan completar su ciclo en una época con temperaturas más bajas, o el hallazgo de clones que permitan obtener mostos con una acidez más elevada o una menor concentración de potasio, son aspectos que ayudarían a paliar la pérdida de acidez provocada por las altas temperaturas. Por otro lado, la caracterización de los clones de Viura y Garnacha Blanca comenzó en 2023 y se extenderá hasta 2025, persiguiendo los mismos objetivos.

En cuanto a los portainjertos de vid, se ha investigado, durante los últimos

años, el comportamiento de cuatro patrones tradicionales de vid (110 Richter, 1103 Paulsen, 41B y 161-49 Couderc) establecidos en un viñedo de la variedad Tempranillo Tinto de más de 30 años de edad. Los resultados obtenidos han evidenciado diferencias entre ellos en rasgos de adaptabilidad a la sequía, como la eficiencia en el uso del agua o la conductancia del agua en la planta. Estos resultados ponen de manifiesto que la elección de portainjerto representa una estrategia que permite una regulación diferencial de aspectos como el estado hídrico de la vid, el rendimiento, la calidad de la uva y el potencial de absorción de nutrientes del suelo. El portainjerto supone, por tanto, una herramienta a considerar ante situaciones con mayor estrés hídrico y temperaturas más elevadas.

En la presente campaña 2024 se ha establecido una nueva parcela experimental en la Finca institucional de Valdegón (Agoncillo) con el fin de comparar diversas combinaciones de portainjertos, tanto tradicionales como recientemente seleccionados, con las variedades Tempranillo Tinto, Viura y Tempranillo Blanco. Los resultados del comportamiento agronómico y del potencial enológico de estos portainjertos permitirá obtener más información para la elección adecuada del portainjerto para estas variedades.

Recuperación de variedades

Javier Ibáñez y José Miguel Martínez Zapater

Distintos factores han provocado a lo largo de los últimos 120 años la práctica desaparición de muchas variedades antiguas. Su recuperación a partir de cepas y viñedos viejos está resultando de gran interés para muchas bodegas en numerosas regiones, lo que permite determinar su aptitud para el cultivo y para la elaboración de vino en la ubicación y las condiciones (climáticas, edáficas, geográficas, etc.) de interés.

Desde el grupo de Genética y Genómica de la Vid del ICVV se está contribuyendo a la recuperación de variedades antiguas tanto con nuestras propias prospecciones como colaborando con bodegas, viveros y viticultores y otros centros de investigación en la identificación de materiales genéticos, ya sea de la DOC Rioja como de otras regiones de la Península Ibérica y en países del área mediterránea e iberoamericana. Para ello utilizamos herramientas de análisis del ADN que permiten

su caracterización genética, incluyendo la identificación varietal y el estudio de las relaciones familiares de primer grado, empleando grandes bases de datos, especialmente la propia del instituto (ICVV-DNA database), elaborada a partir del análisis de cerca de 20.000 muestras de todo el mundo.

Entre las variedades localizadas en La Rioja pueden citarse Legiruela, variedad de uva blanca y maduración temprana, lo que permite su cultivo en lugares de mayor altitud, que ha sido localizada en las cuencas de los ríos Oja, Najerilla e Iregua, o la variedad tinta Molar también localizada en zonas similares y su descendiente Morisca. Otro caso interesante es la variedad Benedicto, madre de Tempranillo, y que solo se localizaba de forma aislada en algunos viñedos de Aragón o Rioja. Muchas de las variedades redescubiertas se mantienen en la colección de vides del ICVV para evitar su desaparición y se analizan de forma preliminar para valorar su aptitud agronómica y enológica.

Por otra parte, la exploración activa de variación genética en los viñedos permitió, en su día, descubrir la variante blanca de Tempranillo, consecuencia de un proceso de mutación natural, caracterizado en nuestro grupo, que permitió desarrollar la variedad Tempranillo Blanco hasta convertirse en la segunda variedad blanca de la DOC Rioja. Otras variantes como Tempranillo Rojo o Gris pueden ser de interés en el futuro.

En La Rioja, también se han detectado poblaciones de vid silvestre (antecesor de la vid cultivada) en los valles de los ríos Najerilla, Iregua y Oja. Estas vides pueden resultar de gran interés porque pueden aportar tolerancias a estreses bióticos (como enfermedades de madera) y abióticos (como salinidad). Muestras de las plantas recolectadas se conservan en el banco de germoplasma del ICVV y se analizan genéticamente.



Legiruela, variedad de uva blanca localizada en el valle del Oja, interesante por su maduración temprana para cultivar en altura.

Mejora genética de variedades de vinificación

Cristina Menéndez Menéndez

El grupo Breedvitis del ICVV trabaja desde sus inicios en la línea de investigación de obtención de nuevas variedades de vinificación más adaptadas al cambio climático. Esta línea, que se desarrolla en colaboración con Viveros Provedo, se inició a base de hibridaciones con variedades cultivadas y autóctonas de La Rioja con el fin de generar variabilidad genética que pudiera ser de utilidad para el sector ante el desafío climático. Entre los cruza-mientos realizados, los de más interés son aquellos en los que se ha utilizado la variedad de referencia Tempranillo, que se ha cruzado con otras variedades españolas como Graciano y Garnacha, buscando solventar los déficits de calidad que tiene Tempranillo en condiciones de altas temperaturas, como son la disminución de acidez y la pérdida de potencial fenólico.

Con dichos objetivos se han obtenido cuatro variedades procedentes de cruzamientos de Graciano×Tempranillo. Las



Racimos de la selección TG43 obtenida del cruzamiento entre Graciano y Tempranillo.

variedades parentales se complementan en cuanto a sus características fenológicas, agronómicas y enológicas: mientras que Tempranillo es una variedad de maduración más temprana y con baja acidez, Graciano aporta alta intensidad de color, acidez y aroma, y es una variedad de maduración más tardía, menos productiva y de baya más pequeña que Tempranillo.

Actualmente, se ha solicitado la inscripción en el registro de dos variedades, T×G43 y T×G63, que en los ensayos realizados en años sucesivos presentan mejores parámetros analíticos en uva, vino y en cata que sus parentales. Por otra parte, se está a la espera de registrar las variedades T×G129 y T×G147 que presentan características muy interesantes como variedades tintas adaptadas a cambio climático.



Muestras de levaduras seleccionadas en el ICVV. Rafael Lafuente

En la bodega

En las actuales condiciones de cambio climático, el proceso de maduración de la uva se ve claramente alterado por las elevadas temperaturas y la disminución de la disponibilidad de agua, lo que se traduce en un aumento en la concentración de azúcares y una disminución del contenido en ácido málico de la uva. Estas características dificultan el desarrollo de los microorganismos vínicos, con un mayor riesgo de paradas de fermentación y de alteraciones que provocan la pérdida de calidad de los vinos.

En los últimos años, se están investigando diferentes herramientas de vinificación para solucionar este problema que afecta a la calidad de los vinos por falta de acidez y aumento del grado alcohólico. Muchas de ellas implican importantes inversiones o modificaciones en la tecnología de vinificación. Sin embargo, la disponibilidad de inóculos de levaduras, capaces de controlar parámetros del vino como el grado alcohólico y la acidez, sería muy ventajosa para las bodegas, ya que no necesitarían inversiones adicionales, sólo sustituir las levaduras comerciales que usan habitualmente.

La elaboración del vino es el resultado de la acción secuencial de varias especies de levaduras pertenecientes a géneros distintos. Junto a la principal levadura de la fermentación alcohólica, *Saccharomyces cerevisiae*, se encuentran una gran diversidad de especies de levaduras, denominadas no-*Saccharomyces*. Dentro de cada especie exis-

te una gran diversidad genética que se manifiesta en diferente comportamiento enológico. Por lo tanto, en los diferentes ecosistemas vitivinícolas existen potenciales herramientas biotecnológicas disponibles para el control de la vinificación de uvas afectadas por el cambio climático. De ahí que a pesar de que ya existan en el mercado cepas *Saccharomyces* y no-*Saccharomyces*, el sector sigue demandando nuevas cepas que ofrezcan soluciones a problemas concretos durante la vinificación.

Empleo de inóculos mixtos de levaduras

Pilar Santamaría y Ana Rosa Gutiérrez

Los proyectos en los que trabaja actualmente el grupo Gesvin tratan de seleccionar levaduras *Saccharomyces cerevisiae* y no-*Saccharomyces* aisladas desde el viñedo que sean capaces de afrontar los desafíos del cambio climático (incrementar la acidez de los vinos elaborados o reducir el grado alcohólico), utilizando criterios microbiológicos, genéticos y enológicos.

El grupo dispone actualmente de varias cepas de levadura de distintas especies con las que está trabajando para diseñar una estrategia de control basada en la inoculación mixta o secuencial de las levaduras seleccionadas que permitiría, además de incrementar la acidez, reducir el pH, disminuir la concentración de etanol y mejorar las características organolépticas de los vinos.

Reducción grado alcohólico

Pilar Morales y Ramón González

Desde 2013, el grupo Microwine desarrolla un proceso alternativo a la fermentación tradicional para la reducción de grado alcohólico que también contempla la utilización de levaduras no-*Saccharomyces*. El objetivo de este proceso es que las levaduras consuman parte de los azúcares del mosto por respiración, por lo que se debe proporcionar aire al sistema de manera muy activa, durante un tiempo relativamente prolongado al inicio del proceso.

Actualmente el grupo dispone de diversas cepas de distintas especies de levaduras no-*Saccharomyces* aptas para su utilización en estas condiciones de aireación y, además, cuenta con una cepa patentada de *Saccharomyces cerevisiae*, cuyo uso, en condiciones controladas, supone una reducción del grado alcohólico. Merece una mención especial una cepa de *M. pulcherrima* con la que se consigue una bajada de más de 3 grados y que, además, simplifica el proceso de vinificación debido a su avidez por el oxígeno.



www.icvv.es