vinetur

La calidad del alcohol se juega en la arquitectura invisible del agua y etanol

Una revisión científica abre la puerta a controles predictivos de textura, estabilidad y sabor en bebidas alcohólicas

sábado 6 de junio de 2026

Una revisión científica publicada este jueves, 4 de junio, en la revista Applied Spectroscopy plantea una idea con efectos directos para el sector de las bebidas alcohólicas: la calidad sensorial no depende solo de los compuestos aromáticos presentes en pequeñas cantidades, sino también de cómo se organizan entre sí las moléculas de etanol y agua dentro de la bebida. El trabajo, firmado por Cheng-Feng Zhang, Yi Li y Yuqing Wu, reúne avances recientes sobre los llamados cúmulos etanol-agua, unas asociaciones moleculares unidas por enlaces de hidrógeno que influyen en la textura en boca, la estabilidad y parte de la percepción del sabor.

El artículo revisa estudios basados en varias técnicas espectroscópicas, entre ellas infrarrojo, Raman, resonancia magnética nuclear y fluorescencia. Según los autores, estas herramientas permiten observar con más precisión la estructura y la evolución de esos agrupamientos moleculares en bebidas con alcohol. La revisión también recoge el uso de análisis bidimensionales, modelos computacionales e inteligencia artificial para interpretar mejor los datos y anticipar cómo cambian esos sistemas según las condiciones de elaboración y conservación.

La idea central del trabajo es que el etanol y el agua no forman una mezcla uniforme y simple. Aunque a escala macroscópica parezcan completamente integrados, a nivel molecular generan redes dinámicas que cambian con facilidad. Esas redes dependen

de la proporción de alcohol, de la temperatura, del tiempo y de la presencia de otros compuestos como ácidos y ésteres. Esa arquitectura interna puede modificar la sensación táctil de una bebida, su redondez o su agresividad percibida en boca.

Para la industria, esta línea de investigación abre una vía útil para mejorar el control analítico. Si se entiende mejor cómo se forman y transforman esos cúmulos, las bodegas, destilerías y otras empresas del sector pueden ajustar procesos con más precisión y reducir diferencias entre lotes. También puede ayudar a seguir en tiempo real cambios durante etapas como la mezcla, la crianza o el ajuste final antes del embotellado.

La revisión no presenta un experimento único ni un hallazgo aislado, sino una síntesis del conocimiento disponible hasta ahora. Su valor está en ordenar resultados dispersos y proponer una base científica común para relacionar estructura molecular y percepción sensorial. En bebidas alcohólicas complejas, esa relación ha sido difícil de medir porque intervienen muchos factores al mismo tiempo: composición química, grado alcohólico, temperatura de servicio y presencia de compuestos minoritarios.

Los autores explican que las técnicas espectroscópicas permiten seguir señales asociadas a los enlaces de hidrógeno entre moléculas. Esas señales sirven para inferir si los cúmulos son más pequeños o más grandes, más estables o más cambiantes. A partir de ahí se puede estudiar cómo responde una bebida cuando varía la temperatura o cuando incorpora determinados componentes naturales del proceso productivo. El interés práctico está en traducir esa información molecular a parámetros útiles para producción y control de calidad.

Uno de los puntos que recoge el trabajo es el efecto de factores externos como la temperatura o los campos eléctricos sobre la organización etanol-agua. También analiza el papel de componentes propios de las bebidas, como ácidos y ésteres, capaces de alterar esa red molecular. Esa interacción puede tener consecuencias sobre el perfil sensorial final. En términos industriales, conocer esas variaciones permitiría ajustar mejor formulaciones y procesos para obtener resultados más regulares.

La revisión llega en un momento en el que muchas empresas buscan herramientas rápidas y menos invasivas para vigilar sus productos. Frente a análisis lentos o centrados solo en compuestos concretos, la espectroscopía ofrece una lectura amplia del sistema líquido. Si además se combina con modelos matemáticos e inteligencia artificial, puede convertirse en una herramienta predictiva para anticipar cambios antes de que sean perceptibles por un panel de cata o por el consumidor.

Ese posible uso no se limita a bebidas espirituosas. El marco descrito por los autores puede aplicarse a distintas matrices alcohólicas donde el equilibrio entre agua, etanol y otros compuestos condiciona la experiencia sensorial. La revisión habla de “bebidas alcohólicas” en sentido amplio, lo que incluye productos fermentados y destilados con perfiles químicos muy distintos pero con una base común: la interacción continua entre alcohol y agua.

Para productores de whisky, ron, brandy, licores o sake, por ejemplo, esta clase de estudios puede servir para entender mejor por qué dos lotes con análisis químicos parecidos ofrecen sensaciones diferentes en boca. También puede ayudar a explicar cambios asociados al reposo, al tipo de agua empleada o a ciertas decisiones tecnológicas durante la elaboración. En vino, donde el peso aromático es muy alto, esta aproximación no sustituye al estudio clásico de aromas y polifenoles, pero añade una capa adicional sobre textura y equilibrio.

La publicación apareció primero en línea este jueves, 4 de junio, como manuscrito aceptado en Applied Spectroscopy. El resumen difundido por la revista indica que el objetivo es ofrecer una base científica sólida para tres usos concretos: monitorización en tiempo real, optimización del proceso y diseño sensorial ajustado a objetivos definidos por cada productor. Dicho de otro modo, no se trata solo de comprender mejor qué ocurre dentro del líquido, sino de convertir ese conocimiento en decisiones prácticas.

En el sector alimentario y de bebidas ya existe interés por métodos instrumentales capaces de relacionar señales físicas con atributos sensoriales. Lo novedoso aquí es el foco puesto sobre los cúmulos etanol-agua como elemento básico del comportamiento del producto. Durante años, buena parte del discurso técnico se ha centrado en

compuestos aromáticos traza o en marcadores químicos concretos. Esta revisión recuerda que la matriz líquida también tiene un papel esencial.

El trabajo puede resultar útil tanto para investigación académica como para departamentos técnicos de empresas que trabajan con bebidas premium o series largas donde la regularidad entre botellas es prioritaria. Una mejor lectura molecular del sistema permitiría corregir desviaciones antes de que lleguen al mercado y afinar parámetros ligados a sensación táctil, suavidad o integración alcohólica.

Aunque el artículo tiene formato de revisión y no fija aplicaciones comerciales inmediatas ni plazos concretos para su implantación industrial, sí ordena un campo científico que gana peso. La combinación entre espectroscopía avanzada e inteligencia artificial apunta a sistemas capaces de aprender patrones complejos dentro del líquido y asociarlos con resultados sensoriales medibles. Si esa línea avanza, las empresas podrían disponer de controles más rápidos durante producción sin depender solo del análisis final o de catas posteriores.

La publicación refuerza además una idea cada vez más presente en ciencia alimentaria: la calidad percibida no depende únicamente de qué sustancias hay en un producto, sino también de cómo interactúan entre sí. En bebidas alcohólicas, esa interacción empieza por la pareja básica formada por agua y etanol. Entenderla mejor puede ayudar a producir con mayor precisión y a explicar diferencias que hasta ahora quedaban atribuidas solo a factores generales o difíciles de medir.