

## Vino espumante de naranja. Desarrollo y Caracterización

*Schvab, Maria del C.; Ferreyra, Maria M.; Cayetano Arteaga, Maria C.; Stefani, Andreína; Gerard, Liliana M., Davies, Cristina V.; Gonzalez, Rodrigo F.*

AUTORES: Facultad de Ciencias de la Alimentación (UNER). Monseñor Tavella 1450, Código Postal 3200. Concordia. Entre Ríos. Argentina.

CONTACTO: [schvabm@fcal.uner.edu.ar](mailto:schvabm@fcal.uner.edu.ar) y/o [ferreyram@fcal.uner.edu.ar](mailto:ferreyram@fcal.uner.edu.ar)

### Resumen

Los espumantes son bebidas alcohólicas obtenidas a partir de vino base sometido a una segunda fermentación. Aunque la producción de estos vinos es menor comparada con la de los vinos tintos y blancos (representan 1,6 % de la producción mundial de vinos), el impacto económico para la industria enológica es muy importante por el elevado valor agregado de la mayoría de los espumantes. En la región, donde la actividad citrícola es muy relevante, es creciente la necesidad de contar con tecnologías alternativas para generar productos novedosos, con mayor valor agregado, que potencialmente permitan captar mercados emergentes y la creación de nuevos puestos de trabajo. Se considera posible obtener un “espumante de naranja”, con propiedades que satisfagan los requerimientos de los consumidores, sometiendo los “vinos de naranja” –obtenidos en investigaciones previas desarrolladas por este grupo– a una segunda fermentación en botella, adaptando el tradicional método “champenoise”. Se pretende desarrollar la tecnología básica para la obtención del producto mencionado, así como controlar el proceso de segunda fermentación y caracterizar el producto obtenido destacando la dinámica de formación de burbujas mediante técnicas de análisis de imágenes.

**Palabras clave:** jugo de naranja; fermentación secundaria; bebida espumante.

## Objetivos propuestos y cumplidos

El objetivo principal de este trabajo fue desarrollar la tecnología básica para la obtención de un vino espumante de naranja, controlar el proceso de segunda fermentación y caracterizar el producto obtenido destacando la dinámica de formación de burbujas mediante técnicas de análisis de imágenes.

## Marco teórico y metodológico

Actualmente en nuestro país los vinos espumantes han adquirido un mercado potencial extraordinario por lo que la industria de los mismos se ha convertido en una actividad económicamente relevante.

Durante el proceso de elaboración de un vino espumante ocurren una serie de transformaciones biológicas, influidas principalmente, por variables de proceso (tipo de levaduras, temperatura, tiempo en contacto con las borras, uso de coadyuvantes o clarificantes) que provocan cambios importantes en la composición química.

En los vinos espumantes si bien aspectos como el sabor y el aroma desempeñan un papel muy importante, la efervescencia y la persistencia de la espuma son sus atributos particulares y, por tanto presentan una importancia capital en su evaluación organoléptica (Pozo-Bayón *et al.*, 2009; Martínez-Rodríguez *et al.*, 2002; Obiols *et al.*, 1998). Por estos motivos es fundamental conocer y comprender el fenómeno de formación de las burbujas, su liberación y estabilidad al servir una copa de espumante.

Para caracterizar y correlacionar propiedades espumantes con características físicas y químicas de los vinos se han publicado investigaciones basadas, en su mayoría, en los siguientes métodos: los basados en medir la cinética de liberación de CO<sub>2</sub>, métodos de burbujeo de gas, y métodos basados en el análisis de imágenes (Marchal *et al.*, 2001). Este método presenta la ventaja de evaluar la calidad de la espuma en tiempo real usando videocámaras (Martínez Rodríguez *et al.* 1996). El estudio de la microestructura de alimentos asistida por metodologías de análisis de imágenes ha cobrado relevancia en general en los últimos años (Aguilera y Stanley, 2000; Aguilera, 2005), y en el caso particular del estudio de burbujas producidas en vinos espumantes tipo “champagne” o “cava” (Voisin, 2005; Vanrelli Truyols, 2002).

Ensayos previos realizados sobre el tema por este grupo de trabajo indican que es posible el desarrollo de este nuevo producto para el mercado argentino; y que la elaboración de “vino espumante de naranja” se lleva a cabo a través de un proceso de doble fermentación alcohólica, para lo cual se aplican los conocimientos sobre el tema.

A los efectos de lograr los objetivos propuestos se siguieron las siguientes etapas:

- a) Primera fermentación. Obtención del “vino base”.
- b) Segunda fermentación. Obtención del espumante.
- c) Caracterización del producto final.

### a) Primera fermentación

La calidad del producto final depende en gran medida de la calidad de la materia prima, por lo cual la variedad de naranja a utilizar debe tener buen rendimiento en jugo (más de 45%), buenas características sensoriales y óptimo grado de madurez.

Se procesaron naranjas previamente lavadas de la variedad Valencia Late, a los fines de obtener aproximadamente 500 L de jugo con un ratio no menor a 11. Se separó la pulpa mediante filtrado por malla metálica ASTM # 18.

El jugo libre de pulpa y semillas se recogió en un tanque de acero inoxidable donde se procedió al agregado de Metabisulfito de potasio para obtener una concentración entre 60 y 80 ppm de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Luego se realizó un tratamiento enzimático con una enzima pectinolítica comercial hasta una concentración de 15 ppm.

Para lograr un “vino base” con una graduación alcohólica comprendida entre 9,5 % y 11 % v/v, se ajustó la concentración de sólidos solubles mediante el agregado de sacarosa comercial en 3 etapas para contrarrestar el efecto inhibitorio de la presión osmótica, sobre las levaduras de la especie *Saccharomyces cerevisiae*.

Para la fermentación se agregó un pie de cuba, el cual se preparó a partir de jugo de naranja adicionado de nutrientes necesarios para el desarrollo de la biomasa (Ferreira, 2006).

El proceso fermentativo se llevó a cabo en damajuanas de vidrio de 30 L. de capacidad provistas de cierre hidráulico en la que se dispuso el mosto con un contenido de azúcar correspondiente a la tercera parte del valor calculado para alcanzar la graduación alcohólica deseada, más la cantidad necesaria de inóculo. El proceso se desarrolló en la oscuridad y a  $15\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  y

El agregado de las dos fracciones restantes de azúcar se hizo de acuerdo al resultado del monitoreo de °Brix.

Una vez finalizada la fermentación tumultuosa, se procedió al trasiego por decantación para separar los fangos y posterior clarificación. El líquido así obtenido es el denominado “vino base” y para caracterizarlo se llevaron a cabo las siguientes determinaciones:

pH, Sólidos solubles (°Brix), azúcares reductores directos (g/100 mL jugo), azúcares totales (g/100 mL jugo), acidez titulable (% ácido cítrico anhidro), acidez volátil (g/L de ácido acético); ácidos cítrico, málico, ascórbico y quínico (mg/100mL), etanol G/100mL, glicerol(g/L), flavonoides (mg/100mL hesperidina), carotenoides (mg/100mL  $\beta$  caroteno), color, perfil descriptivo, extracto seco y cenizas (g/L),  $\text{SO}_2$  libre y  $\text{SO}_2$  total (mg/L), tensión Superficial (mN/m), densidad (g/L) y Viscosidad (cP), aceites esenciales ( $\mu\text{L}/100\text{mL}$ ), ac. Succinico (g/L), acetaldehído (mg/l), ac. de Etilo (mg/l), diacetilo (mg/l), acetona (mg/l), n-propanol(mg/l).

## b) Segunda fermentación

Se procedió a la segunda fermentación por el método champenoise. El vino base adicionado de un cultivo de levaduras del género *Saccharomyces* ( $\geq 4 \times 10^6$  células viable/mL), azúcar invertido en la cantidad suficiente como para obtener una presión de  $\text{CO}_2$  no mayor a 6 atm a  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y los clarificantes según el esquema (Fig.2.).

Se usaron botellas resistentes a la presión interna, tipo champagne, las que se llenaron dejando aproximadamente 2,5 cm de espacio de cabeza, se taparon con tapa corona con sus correspondientes opérculos.

Las botellas se dispusieron en forma horizontal a  $15\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , al resguardo de la luz. Para asegurar el contacto de las levaduras con la masa del líquido durante esta etapa de fermentación, se aplicó una agitación manual vigorosa, hacía atrás y adelante, tomando la botella del cuello, y girando su posición una media vuelta cada día.

Para dar por finalizada esta etapa se determina la presión interna usando un afrómetro colocado en una botella testigo.

El proceso de crianza se fijó en 3, 6, y 12 meses. Al cabo de cada uno de estos tiempos las botellas se dispusieron en pupitres de madera hacia abajo formando un ángulo de  $45^{\circ}$  para facilitar el removido de las lías hacia el cuello. Durante esta etapa, se lleva a cabo el “removido” hasta que todo el sedimento haya caído hacia el tapón, lo que dura varias semanas.

Para eliminar los sólidos acumulados en el cuello se procede al “degüelle” el cual consiste en congelar el cuello de la botella para expulsar el tapón de hielo que arrastra los sólidos depositados en el opérculo. Seguidamente se completa el volumen de las botellas con el denominado licor de expedición, formado por: vino +  $\text{SO}_2$  + azúcar, esta última en cantidad suficiente para lograr las siguientes concentraciones en botella: entre 12 y 20 g/L y más de 50 g/L, a los fines de obtener espumantes de la categoría extra-seco y dulce, respectivamente.

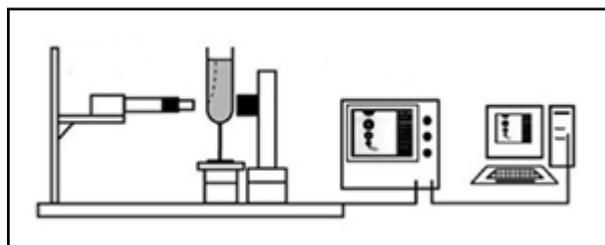
Por último se procedió al cierre definitivo con tapón de corcho y mordazas de metal para evitar que los cambios de temperatura aflojen los corchos y los expulsen.

### c) Caracterización del producto final

Los productos obtenidos en los distintos tiempos de crianza se caracterizaron mediante las siguientes determinaciones fisicoquímicas y sensoriales: pH, sólidos solubles, sacarosa, glucosa y fructosa; acidez total, acidez volátil, ácidos cítrico, málico, ascórbico y quínico; etanol, glicerol, flavonoides, carotenoides totales, color extracto seco, cenizas, SO<sub>2</sub> libre y SO<sub>2</sub> total, tensión superficial, densidad, viscosidad, CO<sub>2</sub> disuelto, descripción de la microestructura mediante técnica de análisis de imágenes de la espuma.

Perfil descriptivo: evaluación sensorial de la espuma, siguiendo la etapas. selección y valoración de los descriptores. Los panelistas definen los criterios de calidad de espuma y efervescencia para elegir los descriptores adecuados. Las muestras refrigeradas se sirven en copas tipo Zonda homologadas para vinos espumantes y se presentan a los panelistas en salas adecuadas a tal fin según Norma IRAM 20002 de 1995, manteniéndose una temperatura ambiente lo más constante posible en el rango de 18-20 °C (Anzaldúa,1994) y una iluminación uniforme de 6500 °K.

Análisis de imágenes: se montó un dispositivo experimental como se muestra en el siguiente diagrama, adaptado del propuesto por Voisin *et al.*, 2005.



De Voisin, C.(2005).

El espumante, mantenido a temperatura de 4 °C, es vertido en copas de cristal estandarizadas para degustación de espumantes. La copa se coloca frente a una fuente de luz tal como se muestra en el esquema. Se registra la formación y liberación de burbujas con cámara de video de alta velocidad Sony CCD-Iris SSC C-370. Esta cámara es un equipo de alta definición, de calidad profesional con posibilidad de ajustar distintos parámetros de captura; tiene la capacidad de capturar imágenes nítidas de una escena con movimiento, ya que posee un CCD de alta sensibilidad y obturador electrónico ajustable desde 1/60 a 1/10000 segundos en 8 selecciones.

Este equipo se adaptó para capturar las imágenes en formato digital. Las imágenes capturadas se procesaron con software Image J.

## Resultados y discusión

### Obtención, caracterización y acondicionamiento del vino base

En la Tabla 1 se muestran los valores medios y su desviación de los diferentes parámetros fisicoquímicos del jugo fresco utilizado para la vinificación. Los ensayos se realizaron por triplicado.

**TABLA 1.** Caracterización fisicoquímica del jugo de naranja Valencia Late (zafra 2012)

Parámetros Fisicoquímicos	Promedio y desviación
pH	3,49±0,001
Sólidos solubles (°Brix)	12,07±0,064
Acidez (% ácido cítrico anhidro)	1,01±0,023
Azúcares reductores directos (g/100 mL jugo)	4,1±0,072
Azúcares totales (g/100 mL jugo)	7,77±0,05
Ácido Ascórbico (mg/100 mL jugo)	56,74±0,07
Nitrógeno Amínico (mg/100 mL jugo)	16,05±0,06
Flavonoides (hesperidina) (mg/100 mL jugo)	53,65±0,03
Carotenoides ( $\beta$ caroteno) mg/100mL de jugo)	0,08±0,01
Aceites esenciales ( $\mu$ L/100 mL jugo)	7,85±0,02

Utilizando este jugo se siguió la metodología descrita previamente hasta la obtención del vino base. Los principales parámetros analíticos del vino base son los indicados en la Tabla 2.

La concentración de etanol y de azúcares reductores directos y totales al final del proceso fue de 8,8% v/v, correspondiendo a un remanente de aproximadamente 0,14 g/100 mL de azúcares totales. La evolución del contenido de etanol durante la fermentación fue proporcional al consumo de azúcar.

Dentro de las sustancias carotenoides del mosto de naranja, el  $\beta$ -caroteno es el componente principal. Es sabido que los carotenoides son liposolubles, por lo que la disminución en el contenido de aceites esenciales podría derivar en la insolubilización de los carotenoides.

La hesperidina, principal glucósido del jugo de naranja, sufrió una disminución, debido probablemente a su hidrólisis durante este periodo de la fermentación (Ough, C.S., 1996).

La acidez de los vinos en general es importante por las características de sabor que les imparte, pero es mucho más significativa por las condiciones que puede establecer para el crecimiento de la levadura y en este caso, para una buena segunda fermentación.

La acidez titulable del vino base presentó una ligera disminución respecto de la inicial del mosto, ocasionada probablemente por reacciones químicas redox de degradación de los ácidos orgánicos (Amerine, *et al.* 1982).

Los ácidos orgánicos de las frutas son los principales responsables de la acidez total del vino y contribuyen a las características organolépticas finales, así como a la estabilidad biológica y fisicoquímica posterior (Clarke R.J y Bakker, J. 2004).

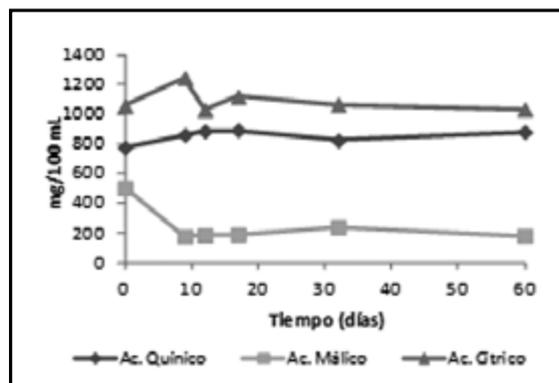
El vino deberá tener un valor adecuado de acidez total en concordancia con el resto de componentes para lograr un buen equilibrio. Este valor suele estar entre 3 y 7 g/L. Cuando el vino presenta excesiva acidez, es agresivo, por el contrario, si el vino es insuficientemente ácido, presenta inestabilidad y con sabor pastoso. (García Palacios, *et al.* 2006).

Dentro de los ácidos orgánicos naturales de la fruta los más importantes por su concentración son el cítrico, el málico, el quínico y el ascórbico. La evolución de los tres primeros durante la primera fermentación se puede observar en la Figura 1.

**TABLA 2.** Parámetros analíticos del vino base

pH	3,4±0,001
Acidez Titul.(% ac. cítrico)	0,83±0,023
Sólidos Solubles (° Brix)	7±0,064
Az reduct (g/100mL)	0,12±0,072
Az totales (g/100mL)	0,14±0,05
Etanol (g/100mL)	8,8±
Carotenoide(mg/100 mL)	0,01±0,01
Hesperidina(mg/100 mL)	43,12±0,03
Aceite esenciales (µl/100mL)	0,8±0,02
Vit. C (mg/100 mL)	42,7±0,07
Glicerol ( g/L)	5,74±0,3
Ácido Acético (g/l)	0,17±0,06
Ac. Succínico (g/L)	0,18±
SO <sub>2</sub> libre (mg/L)	28,61±0,08
SO <sub>2</sub> total(mg/L)	73,6±0,9
Acetaldehído (mg/lL)	27,23±0,12
Ac. de Etilo (mg/L)	26,27±0,14
Diacetilo (mg/L)	0,092±0,21
Acetona (mg/L)	0,083±0,03
n-propanol(mg/L)	11,31±0,52
Densidad (g/L)	1,008±0,016
Viscosidad (cP)	1,5±0,10
Tensión Superficial (mN/m)	68,0 ±2,3
Extracto seco (g/L)	24±1,3
Cenizas (g/L)	2,35±0,87

La concentración de ácido cítrico, aumentó hasta el primer trasiego, para luego disminuir y mantenerse constante hasta el vino base. En trabajos previos se ha podido comprobar que cuando el pH del mosto es de alrededor de 3,5 el comportamiento de este analito es similar al observado. Por otra parte existen reportes referentes al comportamiento del ácido cítrico durante la fermentación de mosto de uva que corroboran lo antes dicho, señalando que existen algunas especies del género *Sacharomyces* entre ellas *Sacharomyces cerevisiae*, que son capaces de producir citratos por su metabolismo y otras que son capaces de asimilar el citrato durante la fermentación alcohólica (Reynolds *et al.*, 2001; Young-Hwan *et al.*, 1997).



**FIGURA 1.** Evolución del contenido en ácidos orgánicos durante la fermentación

La concentración final de ácido cítrico en el vino base aporta al producto sensaciones frutales, aromáticas, muy vivas y características de los cítricos. (Flanzy, C.; 2003)

El ácido málico experimentó una importante disminución durante los primeros 10 días del proceso para luego estabilizarse hasta el vino base. Esto está en un todo de acuerdo con el comportamiento de este ácido en experiencias anteriores y a pH 3,5 (Schvab, 2006; Ferreyra, 2006). Por otra parte, en trabajos realizados en medios sintéticos y con *Saccharomyces cerevisiae*, pH: 3,3 y temperatura de fermentación de 20°C, se demostró que a los 9 días de iniciado el proceso hubo una degradación del 20% de ácido málico (Redzepovic *et al.*, 2003).

Organolépticamente la presencia de este ácido en los vinos en concentraciones de hasta 5g/L se relaciona con un gusto a "verde agresivo" En este caso la concentración encontrada es mucho menor, por lo que se desestima su aporte al sabor del vino base (Flanzy, C.; 2003).

Por su parte el ácido quínico manifestó una marcada tendencia a aumentar durante todo el proceso concordando también con los resultados de trabajos previos de este grupo.

El contenido en ácido ascórbico en el vino base de naranja presentó un descenso de 25 % respecto de la concentración en el jugo probablemente debido a una degradación química y/o enzimática (reacciones de pardeamiento).

Después del etanol y el CO<sub>2</sub> uno de los productos cuantitativamente más importantes de la fermentación alcohólica es el glicerol. Niveles variables (generalmente en el rango de 2 a 10 g/L) de glicerol son formados en el vino dependiendo de la especie de levadura y de las condiciones de fermentación. Otros factores que influyen sobre la producción de glicerol por *S. cerevisiae*, son la cepa, el nivel de inóculo, la aireación, el contenido de azúcar y de SO<sub>2</sub> (Gardner *et al.*, 1993).

El glicerol es un metabolito que actúa como factor osmoregulador cuando la presión osmótica del medio es muy alta (Meikle *et al.*, 1991). Su producción se ve incrementada por efecto del SO<sub>2</sub>. Las cepas de levaduras juegan un papel muy importante en la producción de glicerol y otros componentes del flavor (Lubbers *et al.*, 2001). Influye considerablemente en el sabor dulce, es uno de los responsables directos de la sensación táctil de suavidad de los vinos (aterciopelado) y por su alta densidad, también es uno de los componentes responsable del "cuerpo" y "estructura" del vino.

Las concentraciones halladas, de alrededor de 6g/L de glicerol, están muy próximas a las consideradas necesarias para conferirle a un vino las apropiadas características de cuerpo y textura. Por ejemplo (Vogt 1986) cita valores entre 6 y 10 g/L de glicerol para vinos considerados de excelente calidad sensorial.

Entre los ácidos orgánicos derivados o sea los formados durante el proceso fermentativo encontramos el ácido succínico y el acético siendo este último el principal responsable de la acidez volátil del vino.

El contenido en ácido succínico en el vino base fue de 0,18 g/L valor que como era de esperar es inferior a los reportados para vinos de uva, atendiendo a que una de las vías de su producción es a partir del ácido málico cuya concentración es importante en las uvas no así en la naranja. Igualmente se determinó la concentración de este ácido debido a que su intervención en las características sensoriales de los vinos es un hecho ampliamente reportado. Tiene un papel importante en el sabor, es una mezcla de salado y amargo y participa en el aroma secundario por su olor vinoso muy pronunciado (Aleixandre, 1997).

Para la legislación argentina un vino de uva se considera alterado cuando su acidez volátil expresada en ácido acético supera los 2 g/L (CAA Art. 1104, 1999). La acidez volátil del vino base está muy por debajo de este valor.

Es de hacer notar que la presencia de este ácido y su principal éster, el acetato de etilo, confieren características sensoriales particulares a los vinos, la alteración producida en el sabor por el ácido acético se nota al final como una dureza y sabor agrio, sin embargo el acetato de etilo tiene un olor fuerte, ardiente, picante y penetrante por lo que se le atribuye el olor a "picado" (Herrera Nemeth, *et al.*, 2010).

Por otra parte el acetato de etilo es el éster mayoritario presente en el jugo de naranja y el principal responsable de su carácter afrutado, asimismo es uno de los principales solventes de los aromas (Farnworth *et al.*, 2000). El valor medio de acetato de etilo para el vino base fue de 26,27 mg/L. En esta concentración se podría decir que es uno de los responsable de los atributos sensoriales "frutal" y "floral" de los vinos blancos (Mallouchos *et al.*, 2003). Cuando el contenido de acetato de etilo excede los 200 mg/L aparecen características organolépticas originales típicas de una fermentación acética (Rodríguez *et al.*, 1991).

El metanol no tiene más importancia enológica que el propio control de las cantidades presentes en un vino desde el punto de vista legal (máximo 300 mg/L) por el posible fraude por adición.

El alcohol etílico compite con el alcohol metílico por la enzima alcohol deshidrogenasa, teniendo el primero mucha mayor afinidad por la enzima. De esta manera, el metanol se desvía de su ruta metabólica y no se biotransforma a formaldehído y ácido fórmico, compuestos responsables de su toxicidad.

El alcohol metílico presente en los vinos, no procede de la fermentación sino que se produce por acción enzimática sobre las sustancias pécticas. El vino de naranja base presentó una concentración de alcohol metílico de 51,09 mg/L, valor aceptable que no supera el límite máximo mencionado anteriormente. Es importante señalar que más que la concentración de metanol, es necesario controlar la relación metanol/etanol. Según Vogt, (1972) la cantidad de metanol por cada 100 partes de etanol debería estar comprendida entre 0,17 y 0,44. En el vino base de naranja, es 0,072.

Los valores de SO<sub>2</sub> libre y total del vino base son los indicados en la Tabla 2. Según Kolb (2002), el contenido de SO<sub>2</sub> libre para los vinos de frutas debe estar comprendido entre 25 y 40 mg/L. El sulfitado con la dosis correcta permite obtener vinos de sabor y olor más agradables, es decir de mayor frescor, con mejor color debido a su acción antioxidante. Sin embargo excesivas cantidades ejercen el efecto contrario provocando alteraciones en el sabor (Aleixandre, 1999).

El anhídrido sulfuroso tiene connotaciones negativas para el aroma del vino, ya que por su bajo umbral ( $\approx$  30 mg/L) (Herraiz y Cabezudo, 1989) se detecta con mucha facilidad. Cuando se conduce la fermentación en presencia de SO<sub>2</sub> se produce un incremento en el contenido de acetaldehído y de otros compuestos, con los que se combina, lo cual empobrece el aroma del vino. En cambio, al combinarse con el acetaldehído, enmascara la sensación de sequedad que comunica este aldehído, lo cual es beneficioso. Con el empleo de SO<sub>2</sub> se obtienen mostos más transparentes y brillantes debido a que se facilita la sedimentación de las micelas y pectinas insolubles de la pulpa de uva (Herraiz y Cabezudo, 1989).

Desde el punto de vista de la salud del consumidor, la OMS ha establecido la dosis máxima diaria a ingerir por el organismo humano de 0,7 mg de SO<sub>2</sub> por kg de peso corporal, debido a su toxicidad

(Schopfer et Aerny, 1985). Por lo tanto se sugiere reducir la cantidad de SO<sub>2</sub> usado en vinificación, para lo cual se deben observar aspectos tecnológicos de higiene y sanitación, seleccionar inóculos de levaduras apropiadas a los efectos de obtener vinos estables fisicoquímica y biológicamente con características sensoriales definidas.

Si bien el n-propanol está presente en la fruta fresca, la fermentación provoca un incremento en su concentración y se acumula durante las primeras etapas del proceso. Polychoniadou *et al.*, (2003), determinaron concentraciones de este compuesto de hasta 38 mg/L para los vinos blancos y de 30 mg/L para la sidra. La concentración de n-propanol encontrados en los vinos de naranja coinciden con los reportados para vinos blancos por Antonelli *et al.*, (1999), Tabla 2.

El extracto seco da idea del cuerpo y estructura en boca de un vino. En el vino base de naranja el valor del extracto seco es cercano a lo reportado para vinos blancos por la OIV. En tanto las cenizas representativas de la composición mineral del vino guarda una relación cercana a la décima parte del extracto seco según lo reportado por Ribereau- Gayon (2008)

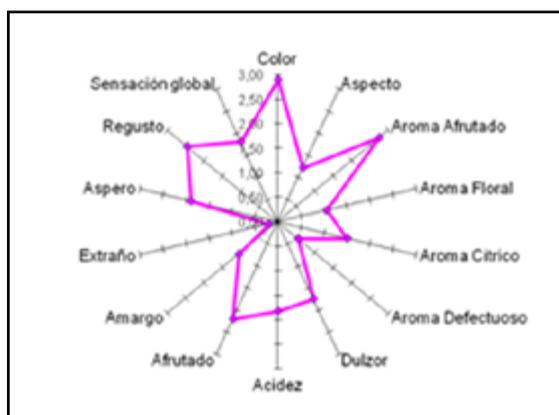
En la Tabla 3 se observan los valores obtenidos para la medida física del color del vino de naranja.

**TABLA 3.** Resultados de color para vino de naranja Valencia

Parámetros	L*	C*	h*	a*	b*
	83	20,1	89,1	0,31	20,1

La contribución del color amarillo expresada a través del parámetro b\* de la escala de color CIELab, señaló valores más cercanos a los determinados para jugos de naranja, que a los reportados para vinos de naranjas de otras variedades (Schvab, *et al.* 2008). El parámetro a\* indicador del color rojo en cambio mostró valores más aproximados a los encontrados en vinos de naranjas de las variedades W. Navel y Navelina (Schvab, *et al.* 2008). En lo que se refiere al parámetro L\*, luminosidad, se observa un valor elevado, similar a los reportados para vinos de Jerez (Monedero *et al.*, 2000). El valor relativamente alto de h\* podrían atribuirse a los pigmentos amarillos que absorben a 420 nm (Gil *et al.*, 1997).

Los ensayos sensoriales se llevaron a cabo por un panel previamente seleccionado y entrenado, según normas IRAM 20002 (1995) (Anzaldúa, 1994). Las muestras fueron presentadas a cada panelista en copas de vidrio tipo Afnor para vinos blancos en un volumen de 30 mL, a temperatura de 12±1 °C, con la instrucción de evaluar los atributos en el siguiente orden: primero las apreciaciones o sensaciones visuales, luego la fase olfativa y por último la gustativa. Los resultados se muestran en la Figura 2:



**FIGURA 2.** Análisis sensorial de vino base de naranja Valencia

## Caracterización del espumante de naranja

### Resultados fisicoquímicos

Las mediciones de presión en el interior de las botellas de espumante, mostraron valores entre 3,2 y 3,95 atmósferas. Fue registrada la temperatura a que se realizó cada medición, que permitió aplicando la ley de Henry, calcular la cantidad de  $\text{CO}_2$  disuelto en los espumantes.

**TABLA 4.** Presión del espumante al descorchar y contenido de anhídrido carbónico calculado aplicando la ley de Henry

	ES1*	ES2	ES3	EC1	EC2	EC3
Presión (atm)	3,85	3,8	3,7	3,95	3,8	3,65
$\text{CO}_2$ (g/l)	8,6	8,8	8,0	8,8	8,8	8,1
Temperatura	8°C	7°C	9°C	8°C	7°C	8°C

\*EC (Espumante CON chips) y ES (espumante SIN chips). 1: 9 meses; 2: 12 meses; 3: 18 meses

Los contenidos de  $\text{CO}_2$  resultaron menores a los reportados en espumantes tradicionales tipo cava y champagne, porque se buscó un espumante suavemente gasificado.

En la Tabla 5 se muestran los valores de los parámetros físicos: densidad, viscosidad y tensión superficial de los espumantes de naranja, determinados a muestras de todos los espumantes previamente desgasificados. En tanto la Tabla 6 incluye los componentes químicos determinados en espumantes de naranja.

Los valores de tensión superficial son de especial interés ya que las propiedades tensoactivas de los espumantes determinan la estabilidad de las burbujas. Es reconocida la influencia de ciertos constituyentes químicos del champagne sobre la tensión superficial de los mismos. Aunque no es un surfactante típico, el etanol influye de manera decisiva en la tensión superficial de los vinos (Liger Belair, 2005).

Los valores de densidad así como los de viscosidad, reportados para champagnes resultan próximas a las del agua, (Liger-Belair *et al.*, 2010), resultados similares a los obtenidos para los espumantes de naranja.

**TABLA 5.** Parámetros físicos de los espumantes de naranja (Valores medios y desviaciones estandar de determinaciones por triplicado)

	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Viscosidad (cP)	Tensión superficial (mN/m)	Presión (atm)
<b>ES1</b>	1,007±0,019	1,50±0,10	54,9±3,3	3,85±0,04
<b>ES2</b>	0,9750±0,042	1,51±0,10	52,1±1,4	3,80±0,07
<b>ES3</b>	1,006±0,015	1,55±0,12	56,4±3,1	3,7±0,06
<b>EC1</b>	1,002±0,014	1,60±0,15	55,9±0,6	3,95±0,08
<b>EC2</b>	0,998±0,021	1,65±0,19	54,3±4,2	3,8±0,05
<b>EC3</b>	1,006±0,015	1,63±0,10	55,2±1,3	3,65±0,06

**TABLA 6.** Componentes químicos determinados en espumantes de naranja (Valores medios y desviaciones estandar de muestras por triplicado)

	EC1	EC2	EC3	ES1	ES2	ES3
alcohol (°G.L.)	11,8±0,2	11,6±0,3	12±0,1	12±0,1	12±0,1	11,8±0,3
pH	3,63±0,01	3,58±0,01	3,61±0,01	3,59±0,01	3,55±0,01	3,55±0,01
Sólidos solubles (°Brix)	7,8±0,5	8,0±0,4	7,7±0,2	6,8±0,1	6,4±0,2	6,4±0,3
Acidez total (g ác cítrico/100 mL)	1,03±0,07	1,12±0,06	1,05±0,05	1,09±0,06	1,00±0,02	1,02±0,08
Acidez volátil (g ac. Acético/100 mL)	0,49±0,06	0,63±0,07	0,36±0,03	0,40±0,03	0,40±0,01	0,33±0,02
Azúcares reductores (%)	0,48±0,04	0,49±0,03	0,43±0,02	0,58±0,02	0,41±0,02	0,32±0,01
Azúcares totales (%)	0,52±0,01	0,52±0,01	0,46±0,03	0,58±0,01	0,43±0,02	0,41±0,04
Glicerol (g/L)	8,63±0,81	8,54±0,94	9,12±0,65	9,33±0,86	8,56±0,70	9,41±0,54
Proteínas (ppm)	196,5±6,8	186,1±3,5	190,2±5,9	182,5±7,4	179,1±4,4	179,5±2,3
SO <sub>2</sub> libre (mg/L)	5,12±0,08	6,4±0,9	5,03±0,8	3,84±0,12	4,12±0,9	5,73±0,25
SO <sub>2</sub> total(mg/L)	22,4±1,2	24±2,3	12,8±0,9	41,6±4,1	16,1±1,7	14,4±2,26

La graduación alcohólica de los espumantes obtenidos experimentó un incremento entre 1,4-2°G.L respecto del vino base con 10°G.L., aumento previsible y esperado en todos los procesos de champañización tradicionales (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2008).

El contenido en azúcares totales de los espumantes de naranja obtenidos en todos los casos resultó comprendido entre 3 y 8 g/L por lo que podríamos definirlos tipo "Extra Brut" atendiendo a las categorías para vinos espumantes establecidas en el Reglamento Vitivinícola del Mercosur (Res No. 45/96).

El contenido proteico del espumante de naranja es el resultado de todo el proceso de obtención, siendo influenciado por la variedad de naranja, el proceso de clarificación del vino base, la composición del licor de tiraje, la autólisis de las levaduras y el tiempo de crianza. Se puede afirmar con un 95% de confianza, que el proceso de añejamiento a los diferentes tiempos analizados no mostró diferencias estadísticamente significativas ni tampoco se detectaron diferencias en el contenido de proteínas entre los espumantes con y sin chips agregados. La evolución del contenido de proteínas durante el proceso de añejamiento de espumantes ha sido analizado por numerosos autores, reportando resultados diversos (Vanrell *et al.*, 2002 ; Cilindre *et al.*, 2010).

El pH afecta a varios componentes de los vinos, por ejemplo, el balance entre las diferentes formas iónicas del ácido carbónico y del dióxido de azufre y la configuración de las proteínas. La mayoría de las proteínas de los vinos exhiben bajos puntos isoelectrico (4,1 a 5,8, Ferreira *et al.*; 2002). A los pH

de los espumantes de naranja (3,53-3,63) las proteínas aparecerían más hidrofóbicas, por lo tanto, con mayor actividad superficial.

Los valores de glicerol determinados en los espumantes de naranja estuvieron comprendidos entre 8,54 y 9,41 g/L.

Las características cromáticas de los espumantes obtenidos se muestra en la Tabla 7.

**TABLA 7.** Parámetros de color de los espumantes de naranja

	EC1	EC2	EC3	ES1	ES2	ES3
<b>L</b>	91,5±0,8	91,4±0,3	91,0±0,6	89,0±3,1	90,9±1,6	91,2±1,15
<b>C</b>	15,6±1,1	14,6±1,3	17,0±1,5	20,1±4,2	17,2±1,6	16,3±1,4
<b>h</b>	95,7±1,2	96,0±0,4	96,0±0,7	95,4±0,7	96,0±2,1	96,0±7,0
<b>a</b>	-1,53±0,23	-1,53±0,19	-1,76±0,28	-1,85±0,18	-1,66±0,29	-1,73±0,35
<b>b</b>	15,5±1,1	14,6±1,3	16,9±1,5	19,9±4,2	16,9±2,0	16,2±1,4

### Resultados de la evaluación sensorial

Los panelistas propusieron términos para describir las características espumantes (Obiols *et al.* 1998), adaptada a los usados en el análisis de imágenes, y otros a los restantes atributos sensoriales. Resultaron los siguientes términos:

Espuma -los atributos evaluados: abundancia y persistencia

Corona -los atributos analizados fueron: si es completa alrededor de la superficie, y el grado de cobertura de la superficie (mirando por encima de la copa).

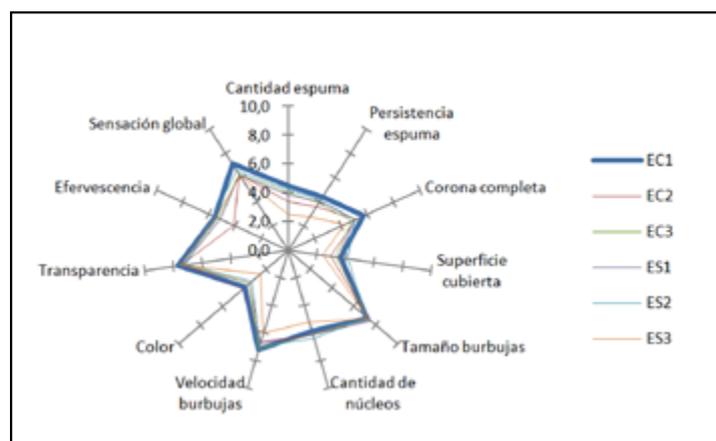
Burbujas -se observaron tres atributos de las burbujas: tamaño, cantidad de sitios de nucleación, velocidad de ascenso.

Color: en una escala de colores cuyos extremos estaban disponibles para su observación en todas las sesiones.

Aspecto: el atributo analizado se refiere al grado de transparencia de la muestra.

En la ficha de cata se incluyó la evaluación de aromas y sabor a través de cuatro indicadores respectivamente.

En la Figura 4 se muestran los resultados obtenidos para los seis tipos de espumantes elaborados.

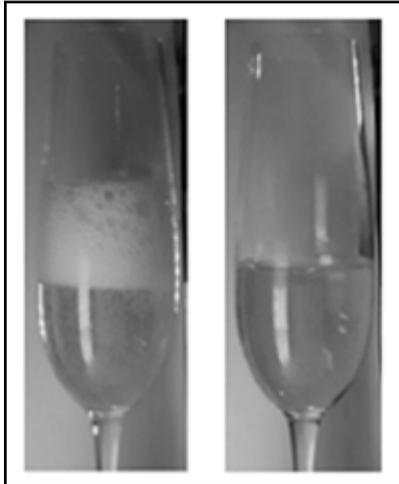


**FIGURA 4.** Representación gráfica del análisis descriptivo mostrando los atributos relacionados a las características espumantes de los seis tipos de vinos producidos

En la citada figura se ha destacado el espumante EC1, porque reúne los mejores valores en los atributos que describen las características espumantes.

### Resultados del análisis de imágenes

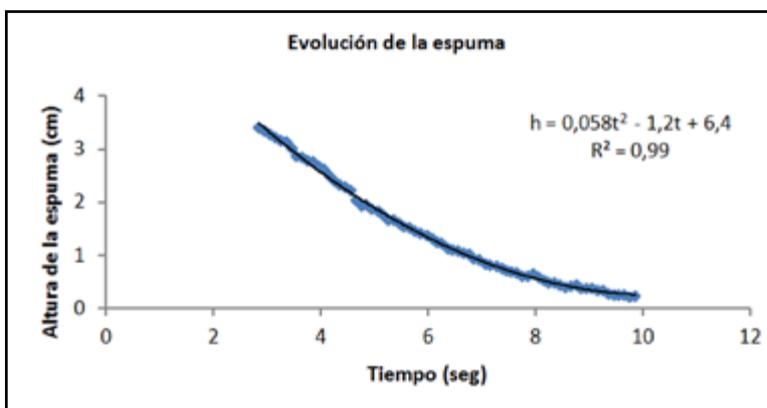
Con la cámara lateral se registró la evolución de la espuma desde el momento que se sirve la copa. La abundante espuma inicial se origina por la captura de aire en el seno del líquido durante el proceso de llenado. Esta espuma es efímera, dura unos segundos hasta que se estabiliza y alcanza un equilibrio (Figura 5). Luego, la espuma se mantiene durante el tiempo de observación, que se corresponde con la que “disfruta” el consumidor.



**FIGURA 5.** Imagen de una copa de espumante (a) a los 30 segundos de servida, (b) a los 10 minutos

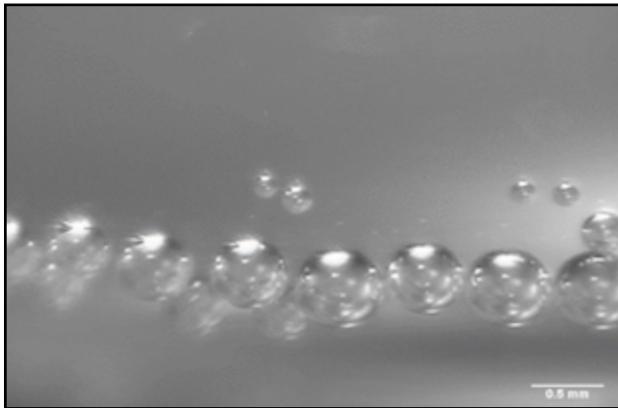
La Figura 6 muestra la evolución de la espuma, que como puede apreciarse, disminuye rápidamente, en un lapso de pocos segundos hasta estabilizarse en un cordón de burbujas en la superficie.

La espuma disminuye en el tiempo siguiendo un comportamiento que ajusta a una relación polinómica de segundo grado.



**FIGURA 6.** Evolución de la altura de la espuma en función del tiempo, registrada 30 segundos después de servida la copa (tiempo=0 s)

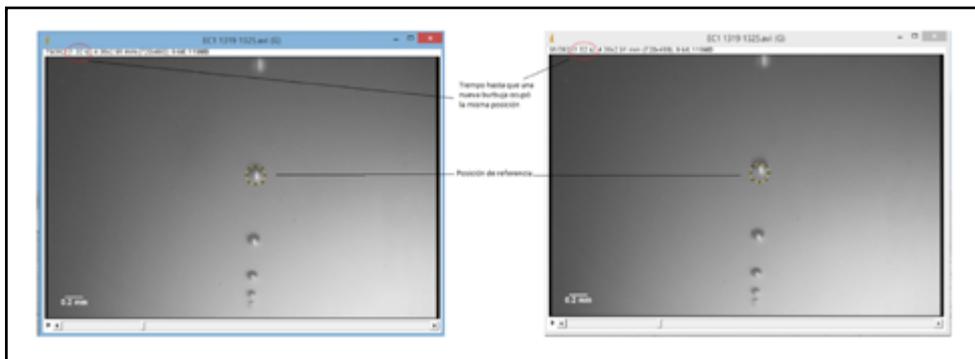
A los 10 minutos de comenzada la observación, el collar conserva apenas una fila de burbujas, pero completa alrededor de la interfaz (Figura 7)



**FIGURA 7.** Collar de burbujas estable a los 10 minutos de servida una copa de espumante

El número, tamaño y distribución de las burbujas determina la textura de la espuma; burbujas de pequeño tamaño distribuidas uniformemente dan lugar a una espuma suave (Blasco *et al.*, 2011).

La frecuencia se determinó como la inversa del período, tomado como el tiempo que tardó una burbuja en pasar por una posición de referencia. Se seleccionó “forma oval” para ajustar a la burbuja, y se dejó fija en una posición (Figura 8), cada vez que una burbuja ocupaba esa posición se registraba el tiempo.



**FIGURA 8.** Medición de períodos de trenes de burbujas

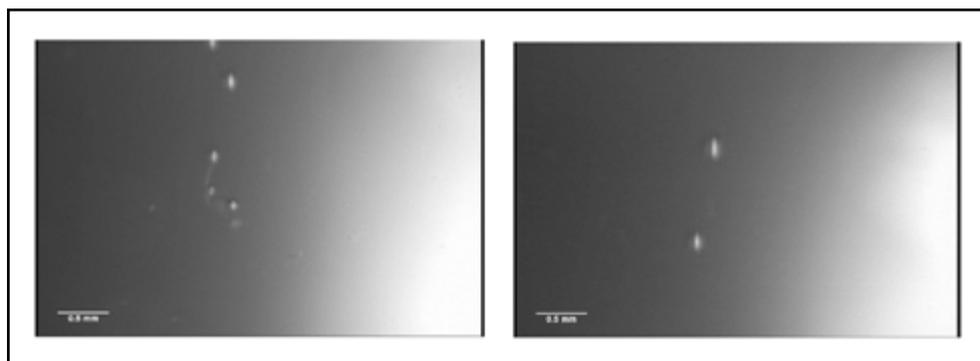
En la figura se indica el tiempo registrado como el intervalo transcurrido entre que dos burbujas sucesivas ocupan la misma posición. No coincide exactamente con el período, ya que la burbuja en la figura de la derecha se ha desplazado una distancia por encima de la referencia. Esta ligera diferencia afecta el período medido de esta manera, por lo que se resta el tiempo que la burbuja insumió en recorrer esa diferencia de trayecto, a partir de los valores de velocidad calculados para esta burbuja (considerando velocidad constante en ese breve intervalo de tiempo).

Durante el llenado de una copa se produce flujo convectivo por la agitación del fluido, que incorpora aire y genera turbulencias. Para minimizar estos efectos se realiza el llenado inclinando tanto la copa

como la botella, forma denominada “tipo cerveza” (Liger-Belair *et al.*, 2012), pero es inevitable observar la producción de una espuma abundante y turbulencias en el líquido a medida que se llena la copa. Por este motivo, se comenzaron a registrar mediciones de frecuencias a partir de 2 minutos de servida una copa.

En la Figura 9 (a y b) se observan dos trenes, captado en sus sitios de nucleación, muy próximos entre sí (a) y en la parte media de su ascenso hacia la superficie (b). Se midió la frecuencia de los trenes de la figura (a) cerca del sitio de nucleación y (b) durante el ascenso de las burbujas en el seno del líquido, y por comparación de medias se pudo confirmar con un 95% de confianza, que se trata de los mismos trenes. La frecuencia de un tren de burbujas queda determinada por características geométricas del sitio de nucleación, principalmente el radio de curvatura de la microcavidad donde se genera la nucleación de burbujas. Para que se genere una burbuja en espumantes y champagnes se requieren microcavidades y ha sido definida como nucleación heterogénea de tipo IV (Jones *et al.*, 1999).

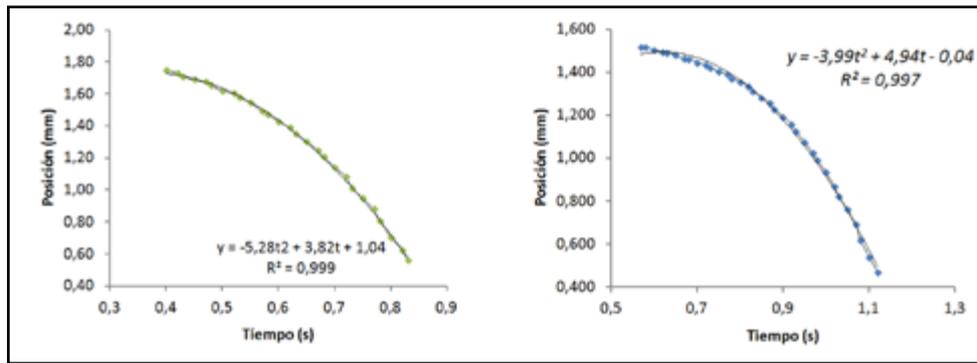
Se observó una amplia distribución de frecuencias en los espumantes de naranja que abarca entre 1,77 y 8,89 Hz; en champagnes Liger-Belair *et al.* (2005) utilizando similares métodos por análisis de imágenes han reportado valores de hasta 20 Hz. Estas diferencias pueden atribuirse a las diferentes presiones logradas en los espumantes de naranja (alrededor de 4 atm) mientras que en los champagnes se registran en general, 6 atm, por lo tanto, esto determina la cantidad de CO<sub>2</sub> disuelto, gas responsable de las burbujas que se forman.



**FIGURA 9.** Dos trenes de burbujas a) desde sus sitios de nucleación; b) durante su ascenso cercano a la superficie (Imágenes tomadas al tiempo 16:46)

Las burbujas ascienden en línea recta, como muestran las coordenadas X de sus centros geométricos. Se registraron las posiciones de las burbujas que integran el tren y cada una fue monitoreada cuadro a cuadro, registrando las posiciones sucesivas durante el tiempo que tardan en recorrer todo el cuadro.

En la Figura 10 (a y b) se observan la posición en función del tiempo para los trenes paralelos mostrados en la Figura 9 que ajustan a una función polinómica de segundo grado, evidenciando un movimiento acelerado:

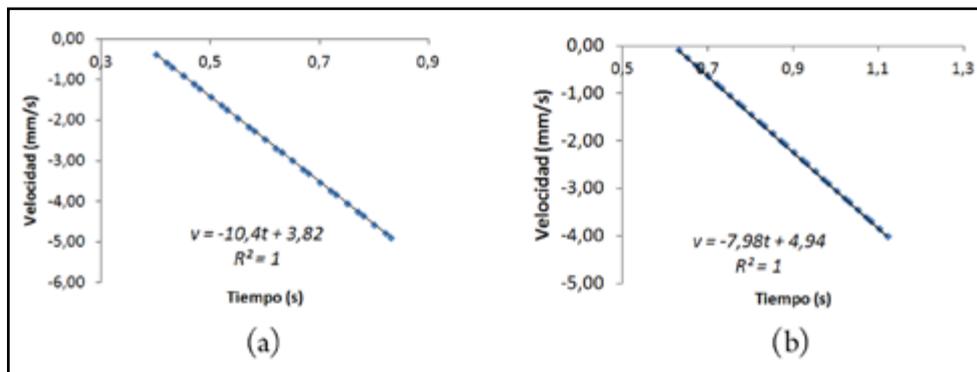


**FIGURA 10.** Gráficas de la posición en función del tiempo (a y b) para los trenes de burbujas observados en la Figura 9

La velocidad de las burbujas, obtenidas como las derivadas primeras de las funciones anteriores, en el mismo período se muestran en las gráficas de la Figura 11 (a y b) Las burbujas aumentan su velocidad durante su ascenso:

De las gráficas se puede observar que las aceleraciones respectivas son 10,4 mm/s y 7,98 mm/s.

Podemos concluir que el comportamiento durante el ascenso es característico de cada tren de burbujas. El sitio de nucleación determina la frecuencia de generación de burbujas ya que estos dos trenes generados muy próximos entre sí, a la misma profundidad y teniendo las mismas características fisico-químicas del medio presentan aceleraciones y frecuencias diferentes



**FIGURA 11.** Gráficas de velocidad en función del tiempo (a y b) para los trenes de burbujas observados en la Figura 9 (a y b)

## Conclusiones

Del estudio realizado sobre el proceso de segunda fermentación y las variables del proceso estudiadas (tiempo en contacto con las borras y agregado de chip), manteniendo temperatura de fermentación controlada a 15 °C, se ha logrado obtener un producto “espumante de naranja” que resultó sensorialmente satisfactorio, finamente gasificado. Se han descrito características espumantes y cinética de formación de burbujas aplicando análisis y procesamiento de imágenes a las capturas realizadas al

servir copas de espumantes, en condiciones similares a las de degustación. Se puede concluir que el espumante que combina las mejores características físicas, químicas y sensoriales, que permitirían proponerlo comercialmente como un vino espumante de fruta resultó el obtenido agregando chips de levaduras y con un tiempo de 3 meses de contacto con las lías.

## Bibliografía

- AGUILERA, J.M.; STANLEY, D.W.; BAKER, K.W. (2000). New dimensions in microstructure of food products. *Trends in Food Science & Technology* 11: 3-9.
- AGUILERA, J.M. (2005). Why food microstructure? *Journal of Food Engineering*, 67: 3–11
- ALEIXANDRE BENAVENT, J.L. (1997). La cultura del vino. Cata y degustación. Servicio de publicaciones. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- ALEIXANDRE BENAVENT, J.L. (1999). Vinos y bebidas alcohólicas. Servicio de publicaciones. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- AMERINE, M.A. and BERG, H.W. (1982). The composition of grape and wine: In: *The Technology of wine-making* 4<sup>th</sup>. AVI Pub. Co. Westport, CT., pp. 77-139.
- ANTONELLI, A.; CASTELLARI, L.; ZAMBONELLI, C. y CARNACINI, A. (1999). Yeast Influence on Volatile Composition of Wines. *J. Agr. Food Chem.* 47:1139-1144.
- ANZALDUA MORALES, Antonio. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza: Acribia, 1994. ISBN: 84-200-0767-6.
- BLASCO, L., VIÑAS, M., & VILLA, T. G. (2011). Proteins influencing foam formation in wine and beer : the role of yeast. *International Microbiology*, 14, 61–71. doi:10.2436/20.1501.01.136
- C.A.A., Código Alimentario Argentino (1999) Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- CLARKE, Ronald J. y BAKKER, Jokie. (2004) Química del flavor del vino. Editorial Acribia S.A.
- CILINDRE, C., LIGER-BELAIR, G., VILLAUME, S., JEANDET, P., & MARCHAL, R. (2010). Foaming properties of various Champagne wines depending on several parameters: grape variety, aging, protein and CO<sub>2</sub> content. *Analytica Chimica Acta*, 660(1-2), 164–70. doi:10.1016/j.aca.2009.10.021
- FARNWORTH, E.R.; LAGACÉ, M.; COUTURE, R.; YAYLAYAN, V.; STEWART, B. (2000). Thermal Processing Storage Conditions and the Composition and Physical Properties of Orange Juice. *Food Res. Int.* 34: 25-30.
- FERREIRA, R.B., M.A. PIÇARRA-PERREIRA, S. MONTEIRO, V.B. LOUREIRO, and A.R. TEIXEIRA (2002). The wine proteins. *Trends Food Sci. Technol.* 12:230-239.
- FERREYRA, M.M. (2006). Estudio del proceso biotecnológico para la elaboración de una bebida alcohólica a partir de jugo de naranja. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- FLANZY, Claude (2003). *Enología. Fundamentos científicos y tecnológicos*. 2º Ed. Mundi Prensa. Madrid. España.
- GARCÍA PALACIOS, A.; SUAREZ MARTÍNEZ, C.; HERAS MANSO, J. M. (2006). Manejo de la acidez del vino base cava desde el punto de vista organoléptico. *Revista de Enología ACE*. España.
- GARDNER, N., RODRIGUEZ, N. and CAMPAGNE, C.P. (1993). Combined Effects of Sulfites, Temperature, and Agitation Time on Production). of Glicerol in Grape juice by *Saccharomyces cerevisiae*. *Appl. Environ. Microb.* 59, 7, 2022-2028.
- GIL MUÑOZ, R.; GÓMEZ PLAZA, E.; MARTINEZ, A.; LÓPEZ-ROCA, J.M. (1997). Evolution of the CIELAB and other spectrophotometric parameters during wine fermentation. Influence of some pre and postfermentative factors. *Food Res. Internat.* 30, 9: 699-705.
- HERRÁIZ, T. y CABEZUDO, M.D. (1989). Perspectivas del Uso del SO<sub>2</sub> en vinificación. *Rev. Agroq. Tecnol. Alim.* 29, 3, 297-302.

- HERRERA NEMETH, A.; PADÍN GONZÁLEZ, C.; RIVAS PÉREZ, B.; BARRERA PETIT, W.; HERNÁNDEZ MOTZAK, R. y LEAL GRANADILLO, I. (2010). Evaluación química del vino de semeruco (*Malpighia* spp.) producido en el estado Falcón, Venezuela. *Multiciencias*, Vol. 10, Nº 3, 2010 (234 - 240)
- JONES, S. F., EVANS, G. M., & GALVIN, K. P. U. (1999). Bubble nucleation from gas cavities: a review. *Advances in Colloid and Interface...*, 80, 27–50.
- KOLB, E. (2002). *Vinos de Frutas. Elaboración Artesanal e Industrial*. Acribia. Zaragoza, España.
- LIGER-BELAIR, G. (2005). The Physics and Chemistry behind the Bubbling Properties of Champagne and Sparkling Wines: A State-of-the-Art Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 2788–2802.
- LIGER-BELAIR, G., BOURGET, M., PRON, H., POLIDORI, G., & CILINDRE, C. (2012). Monitoring gaseous CO<sub>2</sub> and ethanol above champagne glasses: flute versus coupe, and the role of temperature. *PloS One*, 7(2), e30628. doi:10.1371/journal.pone.0030628
- LIGER-BELAIR, G., BOURGET, M., VILLAUME, S., JEANDET, P., PRON, H., & POLIDORI, G. (2010). On the losses of dissolved CO<sub>2</sub> during champagne serving. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(15), 8768–75. doi:10.1021/jf101239w
- LUBBERS, S.; VERRET, C. and VOILLEY, A. (2001). The Effect of Glycerol on the Perceived Aroma of a Model Wine and a White Wine. *Lebensm. Wiss. U. Technol.* 34, 262-265.
- MALLOUCHOS, A.; KOMAITIS, M.; KOUTINAS, A. and KANELLAKI, M. (2003). Wine Fermentations by Immobilized and Free Cells at Different Temperatures. Effect of Immobilization and Temperature on Volatile By-Products. *Food Chem.* 80, 109-113.
- MARCHAL, R.;BOUQUELET,S.; MAUJEAN, A. Purification and partial biochemical characterization of glycoproteins in a Champenois Chardonnay wine. En: *Journal Agric Food Chem.*1996, 44:1716-1722
- MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, A. J., CARRASCOSA, A. V., MARTÍN-ALVAREZ, P. J., MORENO-ARRIBAS, V., & POLO, M. C. (2002). Influence of the yeast strain on the changes of the amino acids, peptides and proteins during sparkling wine production by the traditional method. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 29(6), 314–22. doi:10.1038/sj.jim.700032
- MEIKLE, A.J; CHUDEK, J.A; REED, R.H. and GADD, G.M. (1991). Natural abundance C-13 nuclear magnetic resonance spectroscopic analysis of acyclic polyol and trehalose accumulation by several yeast species in response to salt stress. *FEMS Microb. Lett.* 82: 163-167.
- MONEDERO, L.; OLALLIA, M.; VILLALÓN, M.; LOPEZ GARCIA, H. and LOPEZ, M.C. (2000). Standardizations of the chromatic characteristics of sobretablas wine macerates obtained by on accelerated ageing technique using heating and oak shavings. *Food Chem.* 69, 47-54.
- NORMA IRAM 20002 (1995), ISO 6658 (1985). Análisis Sensorial. Directivas Generales para la Metodología. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires.
- OBIOLS, J. M., DE LA PRESA-OWENS, C., BUXADERAS, S., BORI, J. L., & DE LA TORRE BORONAT, M. C. (1998). Protocol d'avaluació de la formació d'efervescència i escuma en vins escumosos. *ACE Revista d'Enologia*.
- ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN. (O.I.V.) France. 2008
- OUGH, C.S. (1996). *Tratado Básico de Enología*. Acribia. Zaragoza, España.
- POLYCHONIADOU, E.; KANELLAKI, M.; ICONOMOPOULOU, M.; KOUTINAS, A. A.; MARCHANT, R. and BANAT, I. M.(2003). Grape and apple Wine Volatile fermentation products and possible relation to spoilage. *Bioresource, Technology*, 87, 337-339.
- POZO-BAYÓN, M.A.; MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, A.; PUEYO, E.; MORENO-ARRIBAS, M.V. (2009). Chemical and biochemical features involved in sparkling wine production: from a traditional to an improved winemaking technology. *Trens in Food Science and Technology*, 20: 289-299.
- RATTI, R. (1995). *Cómo Degustar los Vinos. Manual del Catador*. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid. Barcelona. México.

- REDZEPOVIC, S.; ORLIC, S. MAJDAK, A.; KOZIMA, B. VOLSCHENK, H.; VILJOEN-BLOOM (2002). Differential Malic Acid degradation by selected strains of *Saccharomyces* during alcoholic fermentation. *International Journal of Food Microbiology* (83) 49-61.
- REYNOLDS, A.; CLIFF, M.; GIRARD, B. and KOPP, G. (2001). Influence of Fermentation Temperature on Composition and Sensory Properties of Semillon and Shiraz Wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 52, 3, 235-240.
- RIBÉREAU-GAYÓN, P.; GLORIES, Y; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. (2008) *Tratado de Enología. Química del vino. Estabilización y tratamientos.* 1º Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina.
- RODRIGUEZ, M.; SADLER, G.C.; SIMS, C.A. and BRADDOCK, R.J. (1991). Chemical Changes during Storage of an Alcoholic Orange Juice Beverage. *J. Food Sci.* 56, 2, 475-493.
- SCHOPFER, J. F. ET AERNY, J. (1985). Le role de l'anhydride sulfureux en vinification. *Bull. CIV*, 58. 515-542, 652-653.
- SCHVAB, M. C.; FERREYRA, M. M.; ZAPATA, L.M.; GERARD, L.M.; DAVIES, C.V.; HOURS, R.A (2008). Implementation of Principal Component Analysis (PCA) for Instrumental and Sensory Determination of Color Attributes in oranges wine. (P: 324 – 330). *Advances in food science and food biotechnology in developing countries.* ed :asociación Mexicana de Ciencias de los Alimentos. ISBNo 978-968-9406-00-6.
- SCHVAB, MARÍA DEL CARMEN (2006). *Bebida alcohólica de jugo de naranja: Estudio de los parámetros de calidad, influencia de las variables de proceso y caracterización del producto.* Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- VANRELLI TRUYOLS, G. (2002). *Estudi de l'evolució del comportament escumant i de la fracció coloidal del cava durant la seva elaboració; efecte de diferents tractaments.*
- VOISIN, C. (2005). *Quelques aspects de la nucléation des bulles de Champagne dans une flûte et de leur ascension á petits nombres de Reynolds .*
- VOGT, E.; JACOB, L.; LEMPERLE, E. (1986). *El vino: Obtención, elaboración y análisis.* 2ª Ed. Acribia Zaragoza. España
- VOGT, ERNST (1972). *Fabricación de vinos.* Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- YUONG-HWAN-KO; JAE HA- KIM; JEANG-SAM-KOH; CHANG-JIN-KIM (1997). Screening and identification of the yeasts for orange wine and their citric acid decomposition. *korean Journal of Food Science and technology.* 29, 588-594

**PID 8061 Denominación del proyecto**

Vino espumante de naranja. Desarrollo y caracterización.

**Director**

SCHVAB, María del Carmen

**Co-director**

FERREYRA, María Mercedes

**Contacto**

[schvabm@fcal.uner.edu.ar](mailto:schvabm@fcal.uner.edu.ar) y/o [ferreyram@fcal.uner.edu.ar](mailto:ferreyram@fcal.uner.edu.ar)

**Unidad de Ejecución**

Universidad Nacional de Entre Ríos

**Dependencia**

Facultad de Ciencias de la Alimentación (UNER)

**Integrantes**

CAYETANO ARTEAGA, María Cristina; DAVIES, Cristina Verónica;  
GERARD, Liliana Mabel; STEFANI, Andreína

**Fechas efectivas de inicio y finalización**

14/06/2012 y 14/06/2015

Aprobado por Resolución CS N° 142/16 (08/06/2016)

«« VOLVER AL INICIO