



Evaluación de métodos para la elaboración de sidra de hielo

ROSA PANDO BEDRIÑANA, Área de Tecnología de los Alimentos, rpando@serida.org
ANNA PICINELLI LOBO, Área de Tecnología de los Alimentos, apicinelli@serida.org
BELEN SUÁREZ VALLES, Jefa del Área de Tecnología de los Alimentos, mbsuarez@serida.org

Introducción

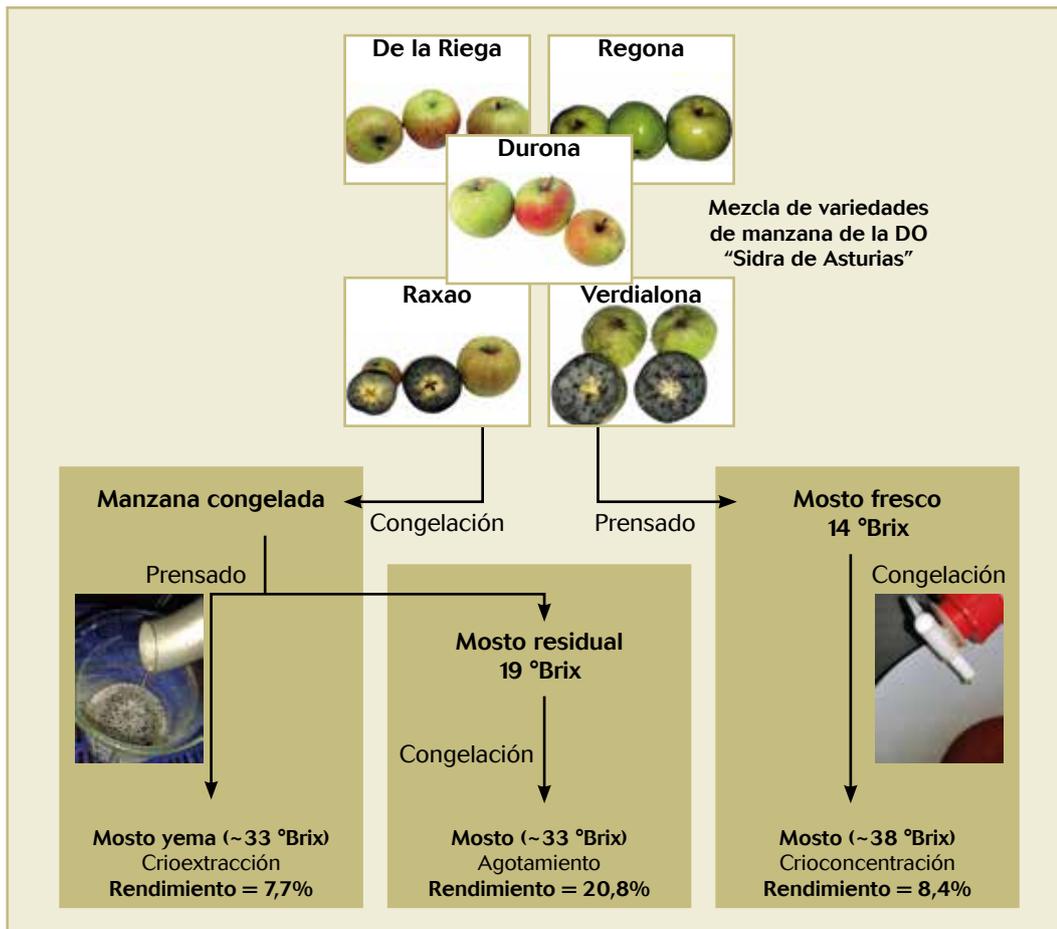
La sidra de hielo es una bebida dulce con elevada graduación alcohólica originaria de Quebec (Canadá), cuyo clima único, con temperaturas extremas en invierno, es clave para obtener mostos enriquecidos en sólidos solubles (≤ 30 °Brix) mediante congelación natural.

La política de diversificación de productos y la búsqueda de nuevos nichos de mercado han propiciado el interés del sector sidrero asturiano por la elaboración de este tipo de sidras. Para garantizar la tipicidad, calidad y reproducibilidad de los productos es necesario optimizar los factores más relevantes del proceso de elaboración: variedades de manzana, método de enriquecimiento de los mostos y cepas de levaduras responsables de la fermentación.

En este artículo se describen las particularidades de producción y las características de mostos enriquecidos y sus correspondientes sidras de hielo en función del sistema de extracción utilizado en su elaboración.

Obtención de los mostos

El estudio se realizó con una mezcla de cinco variedades de manzana acogidas a la Denominación de Origen "Sidra de Asturias". La obtención de los mostos se hizo mediante tres sistemas, siendo el fundamento de todos la eliminación parcial del agua por congelación (-20 °C) y la obtención de un mosto con una riqueza en azúcar superior a 30 °Brix (Figura 1). Para controlar el punto en el que se da por finalizado el proceso de extracción, los mostos se fueron recogiendo en fracciones y midiendo su °Brix.



←
 Figura 1.- Diseño experimental del enriquecimiento de los mostos.

Crioextracción

Congelación de la manzana y prensado de la misma a $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Extracción de mosto con un elevado contenido en azúcares, ácidos y aromas por retención del agua congelada en el interior de la manzana. Las fracciones asociadas con este sistema se recogieron hasta obtener un mosto de $33\text{ }^{\circ}\text{Brix}$. Las posteriores, más diluidas por descongelación del hielo, se procesaron mediante el sistema de Agotamiento.

Agotamiento

Extracción de fracciones ($31\text{-}14\text{ }^{\circ}\text{Brix}$) obtenidas por Crioextracción y posterior congelación de su mezcla ($19\text{ }^{\circ}\text{Brix}$). La diferente temperatura de fusión del agua y de la fracción azucarada propicia que esta última se licue primero cuando el mosto se descongela. La recolección de fracciones durante la descongelación del mosto se prolongó hasta que la mezcla resultante llegó a la concentración de azúcares establecida.

Crioconcentración

Prensado de manzana fresca, extracción del mosto ($14\text{ }^{\circ}\text{Brix}$) y posterior congelación. La metodología de descongelación fue la misma que en el sistema de Agotamiento.

Los rendimientos de extracción de los sistemas Crioextracción y Crioconcentración fueron menores del 10%. El sistema de Agotamiento, en el que el mosto final se obtiene a partir de un mosto previamente enriquecido por Crioextracción generó el mayor rendimiento de extracción ($20,8\%$).

Análisis enológico, microbiológico y sensorial de los mostos

En los mostos se determinaron los parámetros globales (densidad, $^{\circ}\text{Brix}$, pH y acidez total), ácidos orgánicos y azúcares, polifenoles totales, tonalidad y nitrógeno asimilable (índice de formol) según



Tabla 1.- Características enológicas y microbiológicas de los mostos enriquecidos.

| | Crioextracción | Agotamiento | Crioconcentración |
|-----------------------------|----------------|-------------|-------------------|
| Densidad (g/mL) | 1,14241 | 1,14105 | 1,16617 |
| °Brix | 32,7 | 32,9 | 37,9 |
| Sacarosa (g/L) | 41,4 | 46,4 | 39,2 |
| Glucosa (g/L) | 62,4 | 59,2 | 67,6 |
| Fructosa (g/L) | 169,5 | 169,9 | 180,5 |
| Sorbitol (g/L) | 21,6 | 22,5 | 23,0 |
| pH | 3,23 | 3,23 | 3,26 |
| AT (g sulfúrico/L) | 15,12 | 16,46 | 15,42 |
| Ácido málico (g/L) | 20,8 | 25,0 | 23,8 |
| Ácido siquímico (mg/L) | 34 | 47 | 52 |
| PT (Folín: g tánico/L) | 2,7 | 3,4 | 2,4 |
| Tonalidad (420/520 nm) | 2,531 | 2,957 | 4,684 |
| Nitrógeno asimilable (mg/L) | 169 | 187 | 170 |
| Levaduras (ufc/mL) | 5,65E+04 | 5,95E+04 | 1,30E+04 |
| Acéticas (ufc/mL) | 7,30E+03 | <10 | 7,00E+03 |
| Lácticas (ufc/mL) | 3,73E+03 | <10 | 6,00E+01 |

AT: acidez total; PT: polifenoles totales.

procedimientos acreditados (ENAC N° 430/LE 930) y métodos oficiales.

El mosto obtenido por Agotamiento fue el más ácido y el de mayor contenido en polifenoles, mientras que el elaborado por Crioconcentración presentó la tonalidad más oscura (Tabla 1).

Los análisis microbiológicos consistieron en el recuento de levaduras, bacterias lácticas y acéticas en medios de cultivo selectivos, y en la identificación de 10 colonias de levaduras aisladas de cada tipo de

mosto mediante RFLP de la zona 5,8S-ITS del ADN ribosómico. En los tres mostos las levaduras fueron el grupo microbiano mayoritario (Tabla 1), perteneciendo todas las levaduras aisladas a la especie *Mestchnikowia pulcherrima*.

La valoración sensorial de los mostos se hizo entre 10 y 12 °C en copas normalizadas (UNE 87022:1992) siguiendo la ficha de la Figura 2. El panel de cata estuvo integrado por nueve personas entrenadas en la disciplina sensorial. Los mostos de Crioextracción y Crioconcentración se



Figura 2.- Ficha de cata de mostos.

| OLOR/AROMA | | | | | | | SABOR Y SENSACIÓN EN BOCA | | | | | | | | | | VALORACIÓN GENERAL DEL PRODUCTO | | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------|------|-----------|-------|----------|----------|---------------------------|------|----------|--------|------|----------|------------|------|----------|---------|---------------------------------|-------|----------|----------|------------|-----------------------|-------|----------|----------|------------|--|
| INTENSIDAD | | | CALIDAD | | | | DULZOR | | | ACIDEZ | | | POST-GUSTO | | | CALIDAD | | | | | | | | | | | |
| Alta | Moderada | Baja | Excelente | Buena | Correcta | Mediocre | Defectuosa | Alta | Moderada | Baja | Alta | Moderada | Baja | Alto | Moderado | Bajo | Excelente | Buena | Correcta | Mediocre | Defectuosa | Excelente | Buena | Correcta | Mediocre | Defectuosa | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ATRIBUTOS IDENTIFICADOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | COMENTARIOS GENERALES | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

puntuaron de forma similar, destacando el segundo por su alta persistencia post-gusto. El mosto obtenido por Agotamiento fue sólo calificado como correcto, con las menores valoraciones de calidad de olor, sabor y sensación post-gusto (Figura 3).

Elaboración y análisis de las sidras de hielo

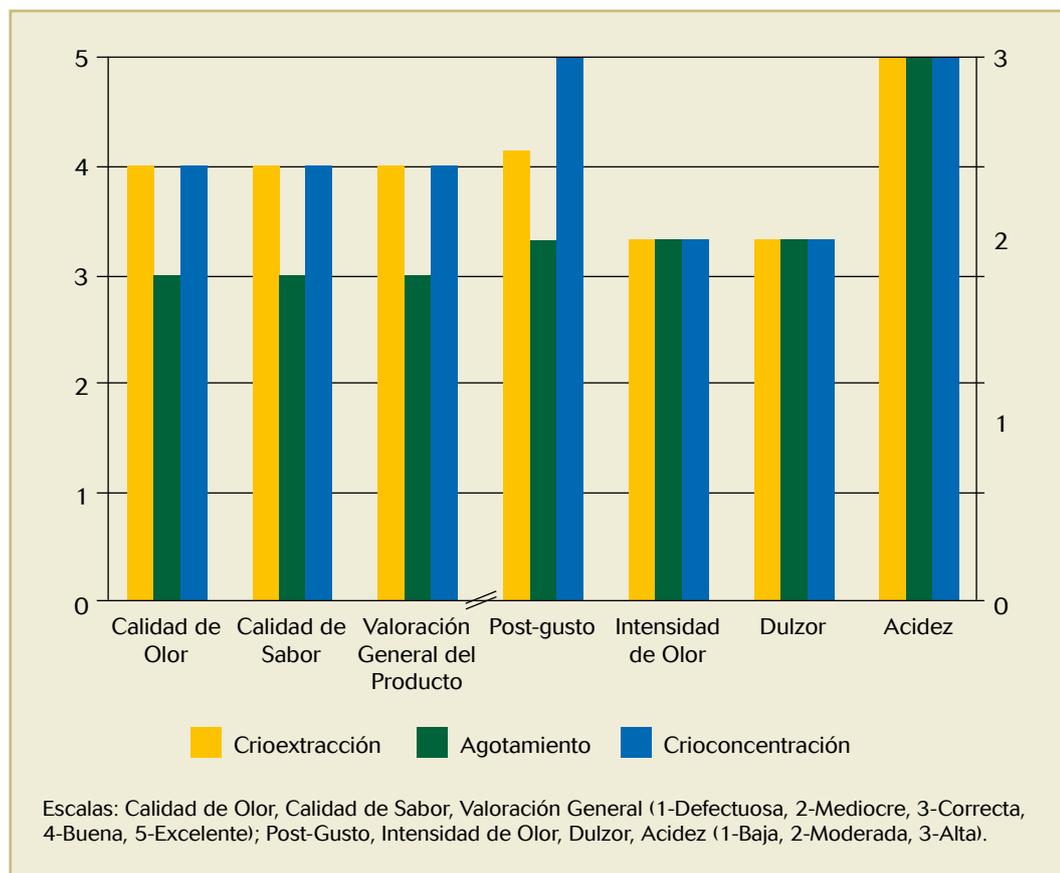
Las fermentaciones de los mostos se realizaron por duplicado en recipientes de 15L a 14 °C mediante inoculación de la levadura autóctona C6 (*S. bayanus*). Cuando las fermentaciones se dieron por finalizadas, bien por parada de fermentación o concentraciones de etanol próximas al 10%, las sidras se mantuvieron en frío (2 °C, 72 h) para facilitar la decantación de las lías. Posteriormente, se realizó su clarificación (10g bentonita/Hl, 10 días, 4 °C), estabilización (60 mg/L SO₂ total/L), filtración (1,2 µm + filtro de membrana de 0,45 µm) y embotellado. Las sidras se conservaron a 15 °C, y se analizaron a los tres y seis meses.

Además de los parámetros descritos en los mostos se determinaron el grado alcohólico, la acidez volátil, los volátiles mayoritarios mediante GC-FID previa destilación de 100 mL de sidra y se verificó la ausencia de microorganismos mediante filtración por membrana (Tabla 2).

El sistema de elaboración influyó en la composición química de las sidras. Todos los parámetros analizados se vieron afectados por este factor, a excepción del sorbitol, los ácidos málico y fumárico, el 1-propanol y los alcoholes amílicos.

De forma general, las sidras de hielo obtenidas a partir de manzana congelada se diferenciaron por tonalidades más claras y menores contenidos en metanol, 1-butanol y acetoína. Las de Agotamiento, además, alcanzaron el mayor grado alcohólico.

Con respecto a cada tipo de sidras, las elaboradas mediante Crioextracción destacaron por su menor acidez (total y volátil) y



←
Figura 3.- Evaluación sensorial de los mostos obtenidos con cada sistema.



Tabla 2.- Concentración media de los parámetros analíticos y microbiológicos de las sidras de hielo después de un periodo en botella de 3 y 6 meses.

| | Crioextracción | | Agotamiento | | Crioconcentración | |
|------------------------------|----------------|----------|-------------|----------|-------------------|----------|
| | 3 meses | 6 meses | 3 meses | 6 meses | 3 meses | 6 meses |
| Grado alcohólico (% v/v) | 8,80 | 8,83 | 10,32 | 10,29 | 6,80 | 6,78 |
| Densidad (g/mL) | 1,07403 | 1,07399 | 1,06330 | 1,06333 | 1,11414 | 1,11401 |
| ° Brix | 18,4 | 18,4 | 16,0 | 16,0 | 27,3 | 27,3 |
| Sacarosa (g/L) | 1,2 | nd | 1,1 | nd | nd | nd |
| Glucosa (g/L) | 25,0 | 25,3 | 29,7 | 29,4 | 51,3 | 52,3 |
| Fructosa (g/L) | 108,7 | 111,1 | 85,0 | 85,1 | 164,6 | 162,4 |
| Glicerina (g/L) | 7,9 | 8,5 | 9,8 | 10,2 | 6,7 | 7,7 |
| Sorbitol (g/L) | 21,2 | 22,0 | 22,7 | 22,2 | 25,8 | 25,5 |
| pH | 3,53 | 3,49 | 3,51 | 3,48 | 3,54 | 3,52 |
| AT (g sulfúrico/L) | 13,37 | 13,47 | 14,82 | 14,85 | 14,51 | 14,61 |
| Acidez volátil (g acético/L) | 0,25 | 0,27 | 0,51 | 0,54 | 0,45 | 0,47 |
| Ácido málico (g/L) | 19,2 | 18,1 | 20,9 | 18,5 | 22,3 | 20,1 |
| Ácido siquímico (mg/L) | 49 | 47 | 56 | 53 | 59 | 55 |
| Ácido acético (g/L) | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Ácido fumárico (mg/L) | 9 | 10 | 15 | 15 | 11 | 12 |
| PT (Folín: g tánico/L) | 2,8 | 2,8 | 3,4 | 3,4 | 2,3 | 2,6 |
| Tonalidad (420/520 nm) | 3,020 | 3,121 | 3,765 | 3,167 | 5,138 | 4,624 |
| Nitrógeno asimilable (mg/L) | nc | 120 | nc | 145 | nc | 143 |
| Acetaldehido (mg/L) | 14 | 8 | 25 | 27 | <5 | <5 |
| Metanol (mg/L) | 33 | 32 | 33 | 32 | 181 | 202 |
| 1-Propanol (mg/L) | 19 | 20 | 20 | 22 | 16 | 18 |
| Isobutanol (mg/L) | 27 | 28 | 37 | 40 | 17 | 19 |
| 1-butanol (mg/L) | 9 | 9 | 6 | 6 | 14 | 16 |
| Alcoholes amílicos (mg/L) | 261 | 270 | 233 | 252 | 189 | 215 |
| 2-Feniletanol (mg/L) | 83 | 84 | 37 | 43 | 59 | 61 |
| Acetato de etilo (mg/L) | 39 | 39 | 47 | 54 | 29 | 34 |
| Acetoína (mg/L) | <6 | <6 | <6 | <6 | 52 | 48 |
| Levaduras (ufc/100 mL) | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| Acéticas (ufc/100 mL) | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| Lácticas (ufc/100 mL) | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |

AT: acidez total; PT: polifenoles totales; nd: no detectado; nc: no cuantificado.

mayor concentración en 2-feniletanol. Las de Agotamiento presentaron los mayores niveles de acetaldehído y acetato de etilo. Por su parte, las sidras procedentes del sistema de Crioconcentración se caracterizaron por tener unos valores de metanol próximos al límite legal permitido de 200 mg/L (RD 72/2017 de 10 de febrero, BOE núm. 44).

La valoración sensorial de las sidras se hizo en las condiciones descritas para los mostos con la ficha de cata de la Figura 4. Los atributos de sabor y olor se evaluaron

por un panel de cata integrado por nueve jueces, en dos momentos: "Primera impresión" nada más servir la sidra, y "Segunda impresión" después de mantener la copa 20 min. tapada y en reposo. Los datos (frecuencias de citación de atributos) junto con la calidad general fueron sometidos a un análisis de componentes principales (PCA) para variables categóricas con el programa SPSS v.12 para Windows.

En la Figura 5A se representan las proyecciones de las sidras y las variables sensoriales evaluadas en primera impresión.



| Parámetros de nariz | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|----------------|--------------------|------------------------|-----------------|-------------|-----------------|--------|--------------|------------|------------|--------------|--------------|---------|---------|
| Defectuosa | No defectuosa | Atributos de Olor | | | | | | | | | | | | |
| | | Caramelo | Manzana | Frutal | Mantequilla | Futos secos | Cacao | Setas | Avinagrado | Pegamento | Rancio/graso | Cuero/Cuadra | Oxidado | Humedad |
| Parámetros en boca | | | | | | | | | | | | | | |
| Defectuosa | No defectuosa | Atributos de Sabor | | | | | | | | | | | | |
| | | Caramelo | Manzana | Frutal | Mantequilla | Futos secos | Cacao | Setas | Avinagrado | Pegamento | Rancio/graso | Cuero/Cuadra | Oxidado | Humedad |
| Equilibrada | No equilibrada | Frescor | Duzor excesivo | Acidez excesiva | Amargor | Astringencia | Aguado | Falta acidez | Otros: | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Parámetros visuales | | | | | | Calidad general | | | | | | | | |
| Limpidez | Tonalidad | | | Comentarios: | | Excelente | Buena | Correcta | Mediocre | Defectuosa | | | | |
| | Sí | No | Me gusta / No me gusta | | | | | | | | | | | |

←
Figura 4.- Ficha de cata de sidras de hielo.

Se puede observar una separación neta entre las muestras elaboradas por el sistema de Agotamiento del resto, independientemente del tiempo de embotellado. Estas sidras se asociaron con los atributos de amargor (Amargor-S), olor floral (Flo-O) y frutos secos (FrutSec-O), mientras que las elaboradas por Crioextracción y Crioconcentración se caracterizaron por sus perfiles frutales.

La evaluación sensorial en segunda impresión permitió diferenciar, por una parte, las muestras en función del tiempo de embotellado, y por otra, las sidras de Crioconcentración (Figura 5B). Análogamente a lo observado en la fase de primera impresión, las muestras procedentes del sistema de Agotamiento se asociaron fundamentalmente con la percepción de amargor (Amargor-S) y el olor floral (Flo-O). A los seis meses del embotellado destacaron las sidras de Crioextracción por sus

atributos frutales (Frut-O, Frut-S), y las sidras de Crioconcentración por su aroma a caramelo (Car-S), frescor (Fres-S), y calidad general (CalG).

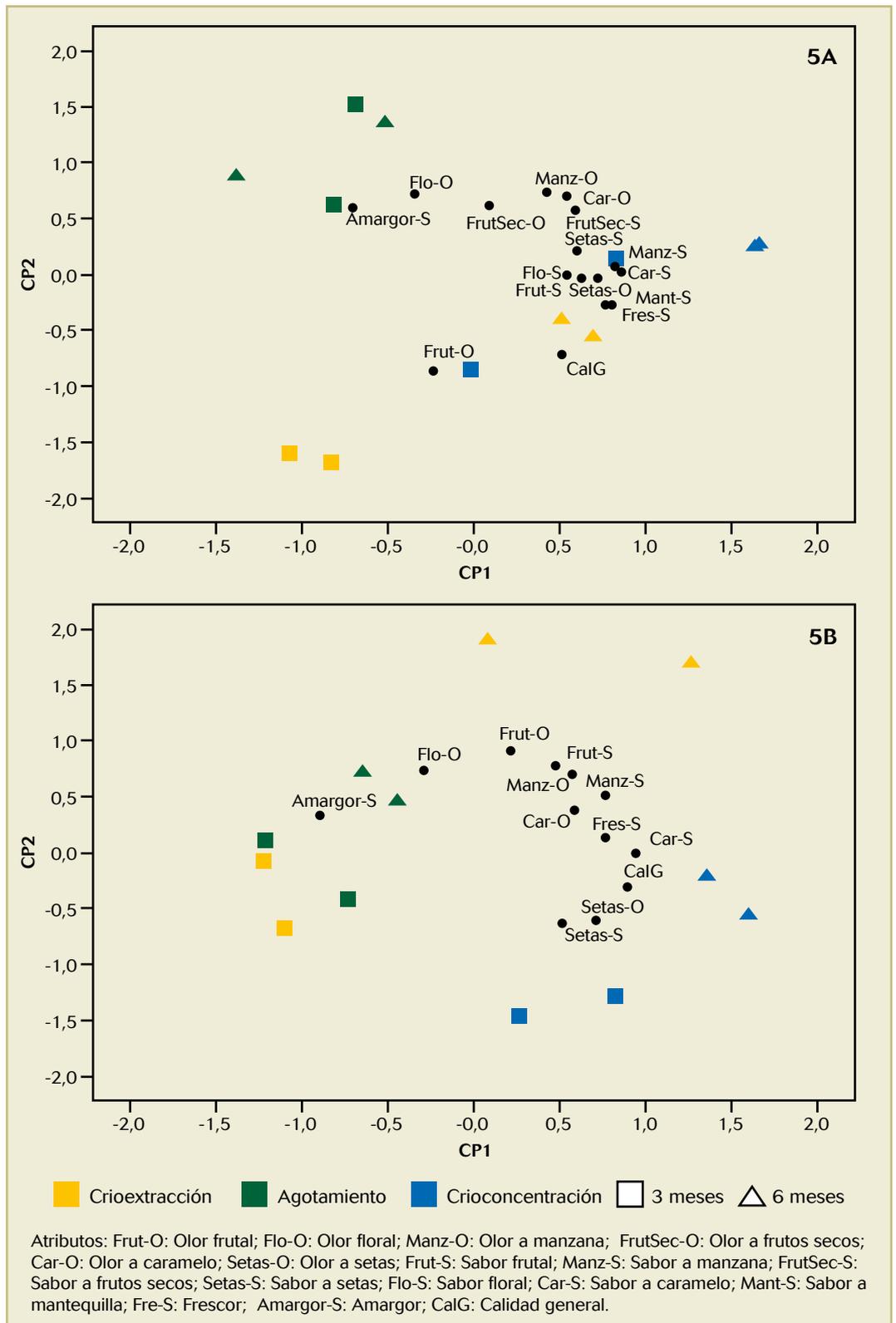
Conclusiones

Las características de las sidras de hielo están influenciadas por el método de obtención de los mostos. Las sidras elaboradas por congelación del mosto fresco (Crioconcentración) presentaron altas concentraciones de metanol y la tonalidad más oscura. El mosto obtenido a partir de manzana congelada da lugar a sidras con mayor riqueza en compuestos fenólicos, destacando las del sistema de Crioextracción por sus atributos frutales. El rendimiento de producción se incrementa cuando se combina el sistema de Crioextracción con el de Agotamiento.





Figura 5.- Análisis de Componentes Principales de las evaluaciones sensoriales de sidras elaboradas a partir de mostos obtenidos con cada sistema de extracción.
5A: Primera impresión;
5B: Segunda impresión.



Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA

RTA2012-00075) y cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional. Proyecto en colaboración con la empresa Valle, Ballina y Fernández. ■