



# Fermentaciones de sidras de hielo: levadura autóctona vs levaduras comerciales

ROSA PANDO BEDRIÑANA. Área de Tecnología de los Alimentos. [rpando@serida.org](mailto:rpando@serida.org)

ANNA PICINELLI LOBO. Área de Tecnología de los Alimentos. [apicinelli@serida.org](mailto:apicinelli@serida.org)

BELÉN SUÁREZ VALLES. Jefa del Área de Tecnología de los Alimentos. [mbsuarez@serida.org](mailto:mbsuarez@serida.org)

## Introducción

La elaboración de un producto diferenciado y de alta calidad como las sidras de hielo precisa el control de distintos factores tecnológicos que aseguren la obtención de sidras con la menor variabilidad posible entre cosechas o años (Picinelli Lobo y col., 2015; Pando Bedriñana y col., 2017).

En este sentido, la fermentación alcohólica conducida por las levaduras es una etapa que determinará la calidad y reproducibilidad de este tipo de sidras. El elevado contenido en sólidos solubles de los mostos (obtenidos por congelación) producirá en las levaduras un gran estrés os-

mótico. Bajo estas condiciones son habituales las ralentizaciones y/o las paradas de fermentación, así como los incrementos de acidez volátil. Una forma de controlar las fermentaciones es utilizar cepas de levaduras seleccionadas que, inoculadas al mosto en concentraciones superiores a las poblaciones indígenas, aseguren un buen desarrollo del proceso fermentativo. No obstante, a pesar de las ventajas que *a priori* tiene esta práctica, existe una cierta controversia sobre su utilización. El origen foráneo de las levaduras comercializadas en la actualidad, principalmente vónicas, puede producir un cambio en las características sensoriales de las sidras y por consiguiente una pérdida de singularidad.

| Mezcla             | M1                |         | M2                    |         | M3                                                           |         |
|--------------------|-------------------|---------|-----------------------|---------|--------------------------------------------------------------|---------|
|                    | Durona de Tresali |         | Limón Montés + Perico |         | Verdialona + de la Riega+ Durona de Tresali + Raxao + Regona |         |
|                    | Año               | 2014    | 2015                  | 2014    | 2015                                                         | 2014    |
| Densidad (g/mL)    | 1,14811           | 1,14863 | 1,14804               | 1,14840 | 1,14782                                                      | 1,14898 |
| pH                 | 3,42              | 3,43    | 3,30                  | 3,25    | 3,22                                                         | 3,24    |
| AT (g sulfúrico/L) | 12,07             | 12,20   | 14,85                 | 12,87   | 14,77                                                        | 15,59   |
| PT (g tánico/L)    | 3,8               | 4,2     | 4,3                   | 4,0     | 4,4                                                          | 4,3     |

El SERIDA dispone de una Colección de Cultivos en la que se preservan microorganismos autóctonos aislados de sidras representativas de las localizaciones asturianas con mayor producción. Algunos de estos microorganismos han sido objeto de estudio en el marco de distintos proyectos de investigación. En este sentido, destaca la evaluación de la cepa autóctona *Saccharomyces bayanus* (C6) en la elaboración de distintos productos como la sidra natural, la sidra de segunda fermentación en botella o el aguardiente de magaya (Suárez y col. 2000; Pando Bedriñana, 2011; Rodríguez Madrera y col. 2016).

En este artículo se analiza el potencial de la levadura autóctona *S. bayanus* C6 para la obtención de sidras de hielo en comparación con dos cepas comerciales de origen vínico durante dos años consecutivos.

Materiales y Métodos

Cada año se fermentaron mostos enriquecidos en sólidos solubles mediante el

sistema de Agotamiento procedentes de la variedad Durona de Tresali y de dos mezclas de manzana (Pando y col. 2017). En la Tabla 1 se resumen sus características globales.

Las cepas de levadura utilizadas como iniciadoras de la fermentación fueron:

- *Saccharomyces bayanus* (C6), levadura autóctona perteneciente a la Colección de Microorganismos del SERIDA, baja productora de acidez volátil (Figura 1A).
- *Saccharomyces cerevisiae* (Levuline CHP, Oeno France), recomendada para la elaboración de vinos efervescentes.
- *Torulaspora delbrueckii* (Biodiva-TD291, Lallemend), indicada para la elaboración de vinos de hielo (Figura 1B).

Las fermentaciones se realizaron por duplicado en recipientes de 15L a 14 °C. En los mostos la cepa autóctona se inculó a razón de 10 g de biomasa húmeda

Tabla 1.-Composición físico-química de los mostos enriquecidos.  
AT: Acidez total, PT: Polifenoles totales (Folin)

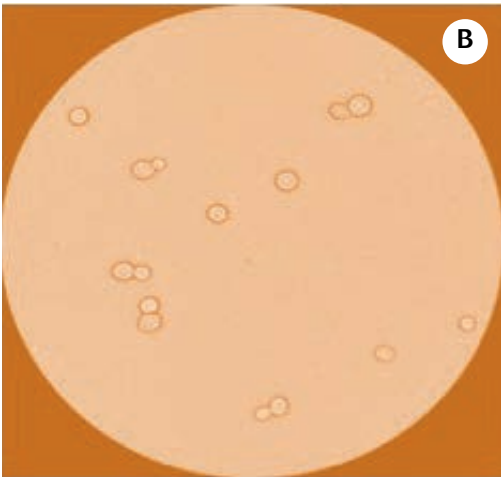
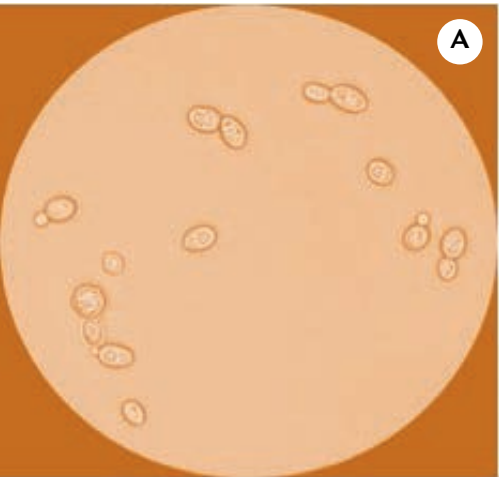


Figura 1.-Observación microscópica a 400X de cultivos puros de levaduras  
A: *S. bayanus* C6;  
B: *T. delbrueckii* (Biodiva-TD291).

por hectolitro ( $10^{10}$  ufc/mL), y las vnicas en la proporción de 25 g/hL.

Cuando las fermentaciones se dieron por finalizadas (grado alcohólico  $> 9\%$  v/v) las sidras se mantuvieron en frío ( $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 72 h) para facilitar la decantación de las las. Posteriormente, se clarificaron (10 g bentonita/hL, 10 días,  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), estabilizaron (60 mg/L  $\text{SO}_2$  total/L), filtraron ( $1,2\text{ }\mu\text{m}$  + filtro de membrana de  $0,45\text{ }\mu\text{m}$ ), embotellaron y conservaron a  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis físico-químico y sensorial que se realizó a los tres meses. Se determinaron los parámetros globales (densidad, pH, acidez total y volátil, y polifenoles totales), azúcares y volátiles mayoritarios según procedimientos acreditados (ENAC N 430/LE 930) y métodos oficiales.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante análisis de varianza, tomando como factores fijos, la mezcla de manzana y la cepa de levadura y como factor aleatorio el año de elaboración. Todos los resultados expuestos en este trabajo son el promedio de los duplicados.

## Resultados

### Etapas fermentativa y características físico-químicas de las sidras

En cada una de las 36 unidades experimentales se realizó un seguimiento quin-

cenal de la concentración celular de levaduras, la velocidad para metabolizar azúcares y la capacidad para sintetizar etanol.

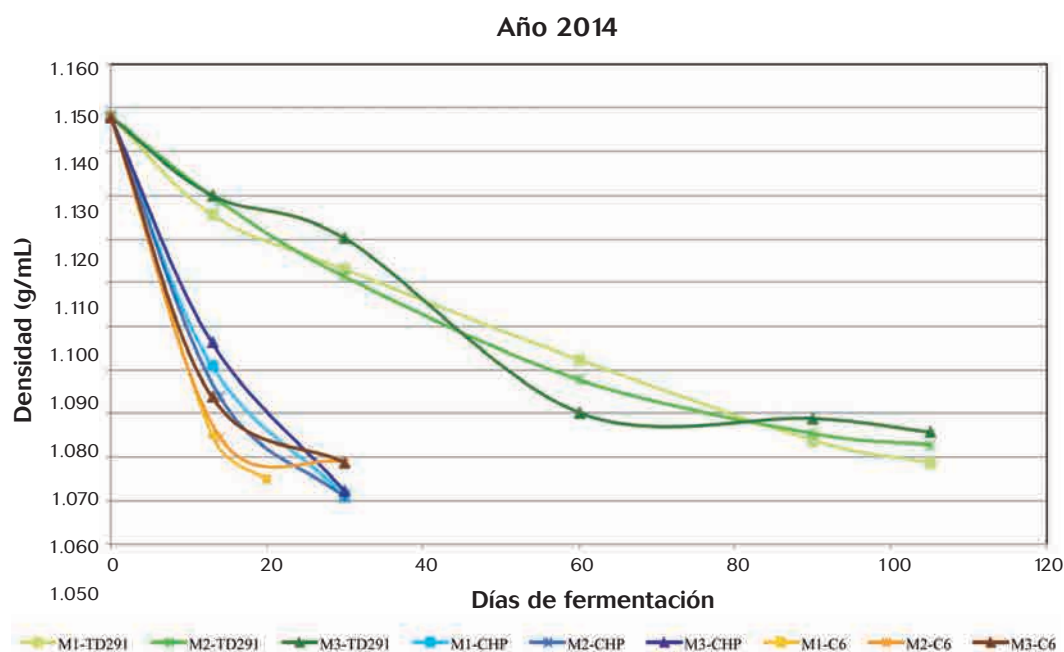
En todas las unidades experimentales se partió de un valor de densidad cercano a  $1,150\text{ g/mL}$ , detectándose la máxima concentración de levaduras ( $10^7$ - $10^8$  ufc/mL) a los 15 días de fermentación. Conforme el proceso fermentativo avanzó se observó el declive de la población de levaduras, la cual disminuyó dos órdenes de magnitud, hasta el momento en el que se forzó la parada de la fermentación mediante aplicación de frío.

El consumo de azúcares por día de las cepas *Saccharomyces* fue prácticamente idéntico durante los primeros 15 días de fermentación (descenso entre 3 y 6 puntos de densidad). Mientras que, el ritmo de metabolización de los azúcares de *T. delbrueckii* fue menor, con variaciones máximas de densidad de 2 puntos diarios. Este hecho motivó que estas fermentaciones se prolongaran durante 105 días el primer año y 75 días el segundo. En la Figura 2 se recoge la evolución de la densidad de las fermentaciones inducidas en el año 2014.

Asimismo, en los primeros 15 días del proceso, la formación de etanol osciló entre 0,4 y 0,7 grados por día para las cepas *Saccharomyces*, y entre 0,2 y 0,3 pa-

→

**Figura 2.**Consumo de azúcares de las cepas *S. bayanus* (C6), *S. cerevisiae* (CHP) y *T. delbrueckii* (TD291) en los mostos M1 (Durona de Tresali); M2 (Perico + Limón montes) y M3 (Verdialona + Durona de Tresali + de la Riega + Raxao + Regona).





ra la *T. delbrueckii*. A partir de dicho periodo, el poder fermentativo de la levadura autóctona y de *T. delbrueckii* fue de 0,1 grados por día, mientras que la cepa *S. cerevisiae* fue capaz de generar alrededor de 0,3 grados por día.

En la Tabla 2 y Figura 3 se recogen las características analíticas de las sidras de hielo de las dos campañas estudiadas. El análisis estadístico de los datos permitió establecer las variables significativas ( $p \leq 0,05$ ) en función de los factores estudiados.

La composición del mosto de partida (mezcla de variedades) resultó significativo para los parámetros pH, acidez volátil, azúcares, sorbitol, metanol y 1- butanol. Las sidras obtenidas de los mostos multi-varietales (M3) presentaron la mayor acidez (menor pH), los niveles más altos de sorbitol y 1-butanol, y las menores concentraciones de metanol.

La cepa influyó significativamente en la formación del 2-feniletanol, destacando la mayor producción de la cepa autóctona C6, hecho característico de la especie *S. bayanus* a la que pertenece. Además, las sidras obtenidas con esta cepa presentaron la menor acidez volátil, valores bajos de acetato de etilo y elevada concentración en alcoholes superiores (Tabla 2).

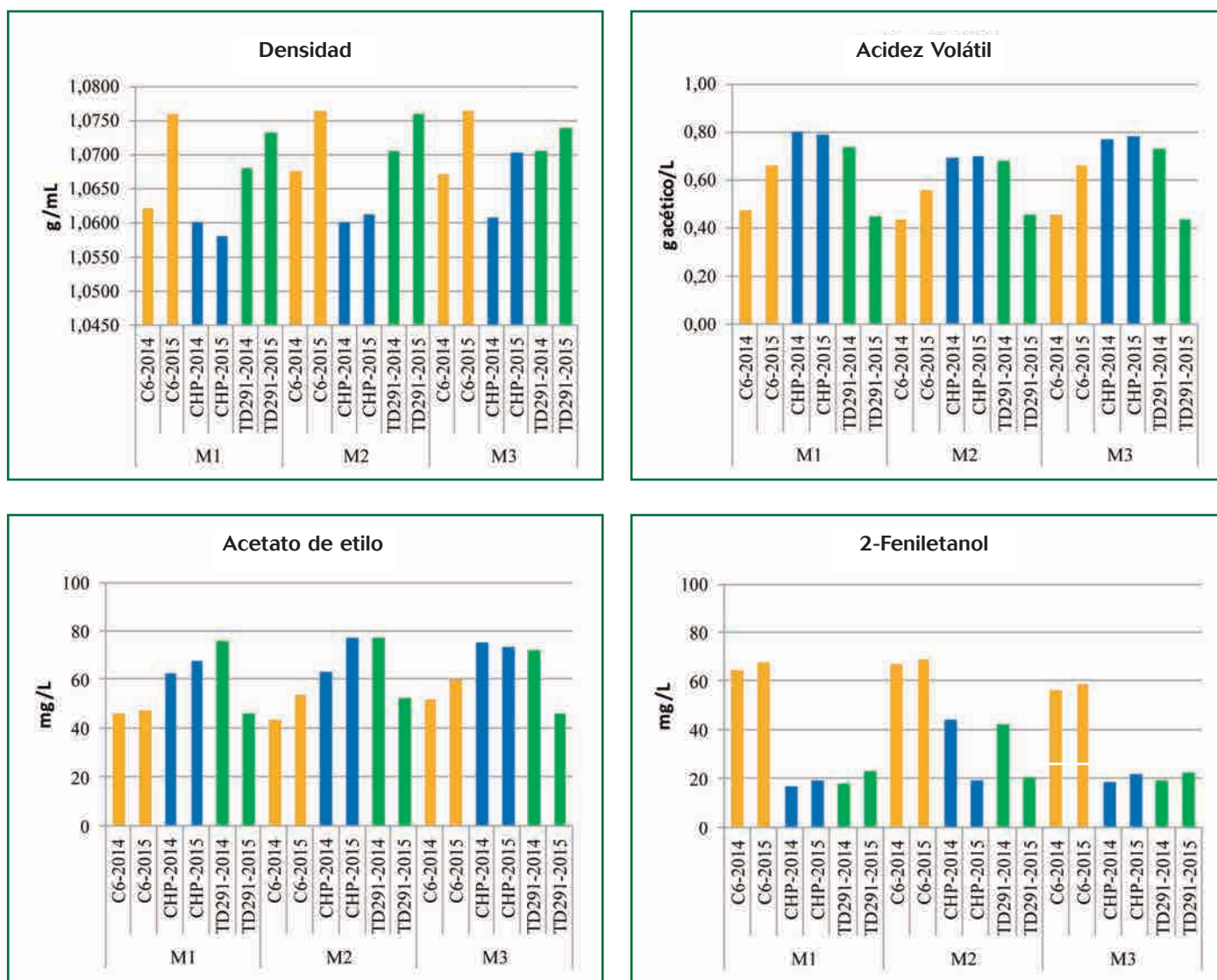
Por el contrario la cepa vínica *S. cerevisiae* (CHP) dio lugar a sidras de hielo con menor densidad, mayor acidez volátil y mayor grado alcohólico. El alto poder fermentativo de esta cepa redujo la relación entre los azúcares residuales y la acidez total, aspecto relevante para alcanzar un buen equilibrio entre dulzor y acidez.

La cepa *T. delbrueckii* se mostró bajo productora de glicerina, acidez volátil y acetato de etilo.

↓  
**Tabla 2.**-Caracterización físico-química de las sidras de hielo elaboradas con las cepas *S. bayanus* (C6), *S. cerevisiae* (CHP) y *T. delbrueckii* (TD291).  
PT: Polifenoles Totales (Folin);  
AT: Acidez Total;  
Alcoholes superiores (suma de 1-propanol, iso-butanol y amilicos);  
M1: Duroña de Tresali;  
M2: Perico + Limón montes;  
M3: Verdialona + Duroña de Tresali + de la Riega + Raxao + Regona.

| Parámetros analíticos       | Mezcla | M1    |       |       | M2    |       |       | M3    |       |       |
|-----------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                             | Cepa   | C6    | CHP   | TD291 | C6    | CHP   | TD291 | C6    | CHP   | TD291 |
| pH                          | 2014   | 3,73  | 3,70  | 3,68  | 3,62  | 3,61  | 3,59  | 3,54  | 3,51  | 3,51  |
|                             | 2015   | 3,63  | 3,68  | 3,66  | 3,51  | 3,56  | 3,49  | 3,50  | 3,50  | 3,45  |
| Grado alcohólico (% v/v)    | 2014   | 11,15 | 11,77 | 10,74 | 10,48 | 11,79 | 10,39 | 10,40 | 11,58 | 10,31 |
|                             | 2015   | 9,52  | 12,06 | 10,13 | 9,29  | 11,67 | 9,81  | 9,27  | 11,26 | 9,81  |
| PT (Folin: g tánico/L)      | 2014   | 3,5   | 3,5   | 3,4   | 4,0   | 4,4   | 4,2   | 3,5   | 3,8   | 3,7   |
|                             | 2015   | 3,4   | 3,8   | 3,6   | 3,6   | 3,9   | 3,7   | 3,8   | 3,4   | 3,5   |
| AZ/AT                       | 2014   | 10,3  | 9,5   | 10,7  | 9,4   | 8,0   | 9,1   | 9,0   | 7,7   | 9,0   |
|                             | 2015   | 11,9  | 9,4   | 11,2  | 11,8  | 9,6   | 10,7  | 9,5   | 7,9   | 8,7   |
| Glicerina (g/L)             | 2014   | 9,54  | 8,33  | 8,02  | 8,35  | 7,68  | 7,63  | 8,54  | 8,00  | 7,32  |
|                             | 2015   | 6,96  | 7,75  | 5,42  | 6,88  | 7,24  | 5,26  | 7,11  | 7,75  | 5,68  |
| Sorbitol (g/L)              | 2014   | 26,5  | 25,9  | 25,9  | 20,8  | 20,5  | 20,5  | 26,7  | 26,8  | 26,2  |
|                             | 2015   | 19,7  | 20,1  | 19,8  | 16,8  | 16,5  | 16,9  | 20,3  | 20,5  | 20,4  |
| Metanol (mg/L)              | 2014   | 53    | 51    | 52    | 55    | 53    | 54    | 42    | 40    | 41    |
|                             | 2015   | 40    | 41    | 40    | 43    | 44    | 43    | 30    | 29    | 27    |
| 1-butanol (mg/L)            | 2014   | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 6     | 5     | 6     |
|                             | 2015   | 3     | 4     | 4     | 3     | 3     | 3     | 6     | 6     | 6     |
| Alcoholes superiores (mg/L) | 2014   | 378   | 274   | 284   | 372   | 281   | 291   | 384   | 278   | 285   |
|                             | 2015   | 260   | 278   | 256   | 282   | 265   | 249   | 278   | 274   | 252   |





**Figura 3.**-Densidad, acidez volátil, acetato de etilo y 2-feniletanol en las sidras de hielo elaboradas con las cepas *S. bayanus* (C6), *S. cerevisiae* (CHP) y *T. delbrueckii* (TD291).

M1: Duroña de Tresali;  
M2: Perico + Limón montes;  
M3: Verdialona + Duroña de Tresali + de la Riega + Raxao + Regona.

### Características sensoriales de las sidras

Las sidras fueron evaluadas sensorialmente por un grupo de cata integrado por 9 personas. Las muestras se sirvieron a una temperatura de 10-12 °C; se identificó la presencia de 8 atributos de olor y sabor (caramelo, manzana/frutal, floral, mantequilla, frescor, dulzor, amargor y astringencia) y se puntuó la valoración global o calidad de las sidras con una escala de cinco puntos, de acuerdo con la metodología descrita por Pando Bedriñana y col. (2017). La evaluación de los datos obtenidos se realizó mediante un test Chi-cuadrado, tomando como factores la mezcla de manzana y la cepa de levadura.

La cepa de levadura utilizada como inóculo influye en la percepción de los

atributos floral, manzana, y mantequilla, y las sensaciones de frescor, amargor y astringencia. Las sidras elaboradas con la cepa vínica *S. cerevisiae* fueron significativamente peor valoradas que las obtenidas con las levaduras *S. bayanus* y *T. delbrueckii*.

En la Figura 4 se representa la proyección sobre el plano de las dos primeras componentes principales de los 18 tipos de sidras elaboradas en este estudio y 10 variables sensoriales y analíticas (amargor, manzana, caramelo, frescor, valoración global, grado alcohólico, acidez volátil, relación azúcares residuales/acidez total, acetato de etilo y 2-feniletanol).

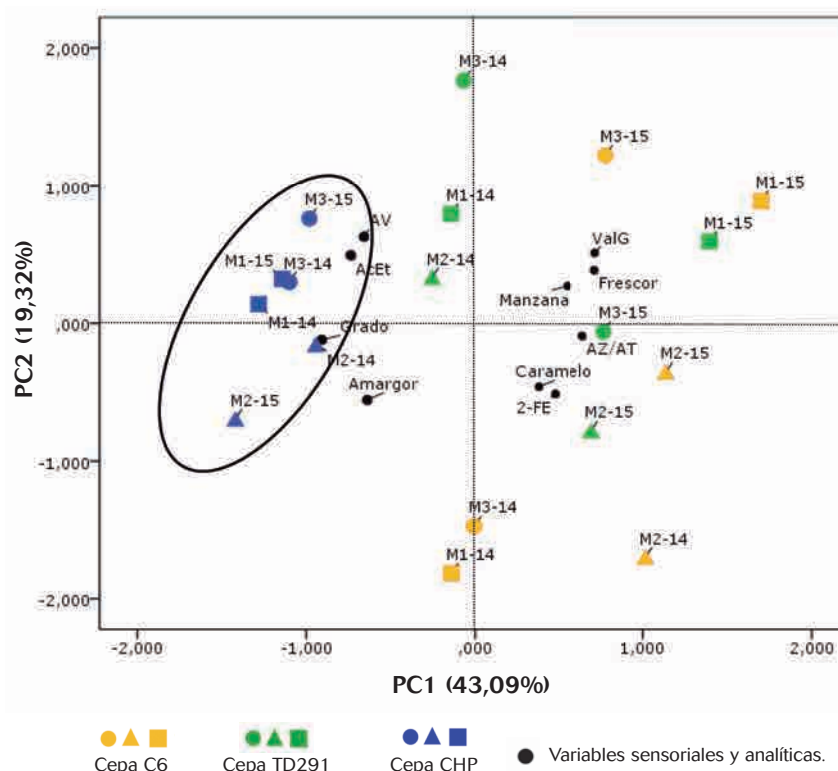
En la parte izquierda de la primera componente principal se agrupan todas

## Conclusiones

La levadura vínica *S. cerevisiae* CHP, seleccionada para la obtención de vinos efervescentes, presentó una rápida cinética fermentativa, dando lugar a las sidras sensorialmente peor valoradas, con menor dulzor, mayor grado alcohólico y los niveles más elevados de acidez volátil y acetato de etilo.

## 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.



## Referencias bibliográficas

- PANDO BEDRIÑANA, R. (2011). Selección de levaduras para la elaboración de sidras naturales espumosas por el método tradicional o "Champenoise" II. *Tecnología Agroalimentaria* N° 10, 29-32.
- PANDO BEDRIÑANA, R.; PICINELLI LOBO, A., & SUÁREZ VALLES, B. (2017). Evaluación de métodos para la elaboración de sidras de hielo. *Tecnología Agroalimentaria* N° 19, 36-42.
- PICINELLI LOBO, A.; ANTÓN DÍAZ, M. J.; HORTAL GARCÍA, R.; PANDO BEDRIÑANA, R. & SUÁREZ VALLES, B. (2015). Evaluación analítica y sensorial de mostos de variedades asturianas enriquecidos por congelación. *Tecnología Agroalimentaria* N° 16, 36-40.
- PICINELLI LOBO, A.; PANDO BEDRIÑANA, R. & SUÁREZ VALLES, B. (2017). Nuevos productos de la manzana de sidra: la voz de los consumidores, [www.serida.org](http://www.serida.org)
- RODRÍGUEZ MADRERA, R.; PANDO BEDRIÑANA, R.; SUÁREZ VALLES, B. (2016). Enriquecimiento nutricional de la magaya con levaduras autóctonas. *Tecnología Agroalimentaria* N° 17, 46-50.
- SUÁREZ, B.; RODRÍGUEZ, R.; PICINELLI, A.; MORENO, J.; MANGAS, J. J. (2000). Elaboración de sidra en condiciones controladas. *Alimentaria*. Septiembre. 123-128. ■

AcEt: Acetato de etilo,  
AV: acidez volátil.  
AZ/AT: relación azúcares  
residuales/acidez total;  
ValG: valoración global;  
M1: Dureza de Tresali;  
M2: Perico + Limón montes;  
M3: Verdialona + Dureza de  
Tresali + de la Riega + Raxao  
+ Regona,  
14-Campaña 2014,  
15-Campaña 2015.