

# SIDRA Y OTROS DERIVADOS

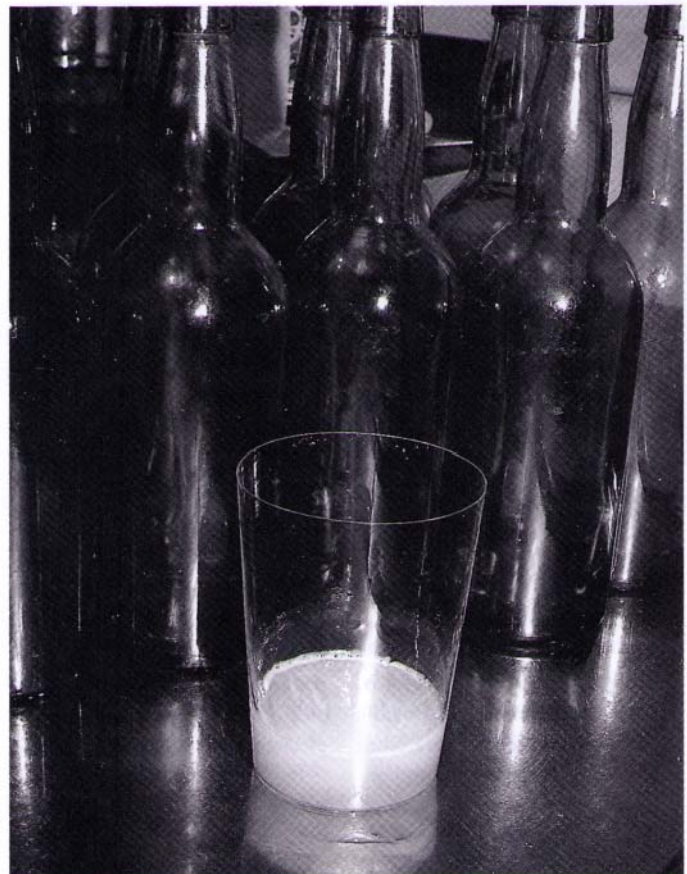
## La elaboración de la sidra

El sector sidrero, junto con el lácteo y cárnico, forman los pilares básicos de la actividad agroalimentaria del Principado de Asturias. Se estima que la cantidad de sidra natural elaborada anualmente es de unos 400.000 hectólitros, lo que representa una producción bruta aproximada de 11.000 millones de pesetas.

El principal reto del sector es satisfacer la creciente demanda del mercado manteniendo los niveles de calidad tradicionales de la sidra asturiana.

Promover la producción de sidra de calidad es un objetivo que persigue la Consejería de Agricultura a través de los trabajos de investigación desarrollados en el CIATA.

Frente a esta ventaja tiene los inconvenientes de su escaso rendimiento y elevada mano de obra: el rendimiento medio de una prensa tradicional es de 350-400 kg/h, siendo éste variable en función de las características bioquímicas y micro-biológicas de la materia prima y de la temperatura. Además, para mantener la máxima eficacia del sistema de prensado es necesario realizar diversos cortes de la pulpa de manzana contenida en la prensa (la manzana molida se remueve para facilitar la extracción del jugo), lo que supone un notable incremento del coste de la operación.



Sidra escanciada. Apreciación de propiedades espumantes.

### Alternativas al sistema tradicional

La utilización de prensas hidráulicas horizontales de pistón, neumáticas y de bandas, supone un ahorro notable de mano de obra, como consecuencia del elevado automatismo de estos sistemas; las prensas continuas de bandas son las más eficaces (p.e., 8.000 Kg/h), aunque el contenido de sólidos de los mostos obtenidos es más elevado. Y es bien sabido que

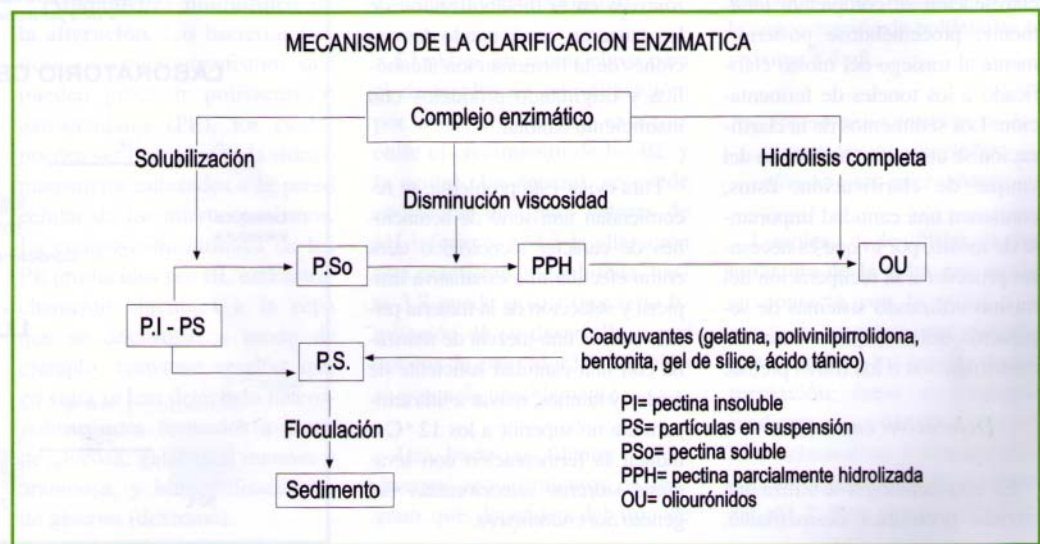
un incremento del nivel de sólidos promueve una mayor acumulación de sulfuros y alcoholes superiores, lo cual afecta negativamente a la calidad del producto fermentado.

Por ello, cuando se utilizan sistemas rápidos de extracción, como las prensas continuas de bandas, es imprescindible realizar una clarificación prefermentativa para limitar la concentración de partículas en suspensión.

### TECNOLOGÍA PREFERMENTATIVA

#### El sistema tradicional

La elaboración de la sidra natural asturiana se caracteriza por el empleo de sistemas de extracción lentos y discontinuos que originan un mosto de bajo contenido en sólidos que no precisa, en general, la aplicación de técnicas de clarificación.



### TECNOLOGÍA DE CLARIFICACIÓN

La clarificación consta de dos etapas, bioquímica y química. Habitualmente, la clarificación del mosto de manzana se realiza aplicando un complejo pectolítico que solubiliza e hidroliza la pectina ligada a los sólidos (ver esquema); el posterior tratamiento químico con proteínas y arcillas (bentonita) facilita la sedimentación de los turbios. Sin embargo, en países como Francia, la clarificación del mosto de manzana destinado a la elaboración de la sidra se realiza mediante la técnica denominada defecación enzimática.

#### Clarificación enzimática

En primer lugar, es necesario realizar el tratamiento enzimático (etapa bioquímica). Para ello, se puede utilizar un complejo pectolítico, tipo Rapidase C80, a una concentración de 2 g/hL; conviene que la temperatura de clarificación no baje de 12 °C, evitando, además, la adición de sulfuroso. Se estima que en 12 h de tratamiento la etapa bioquímica del proceso de clarificación se desarrolla plenamente.

A continuación, es necesario llevar a cabo una fase de *acabado* (etapa química) que consiste en la adición de una bentonita a fin de eliminar las proteínas enzimáticas y no enzimáticas existentes en el mosto una vez realizado el tratamiento enzimático; se puede considerar que empleando una concentración de 50 g/hL, en 24 h la clarificación se completará totalmente, procediéndose posteriormente al trasiego del mosto clarificado a los toneles de fermentación. Los sedimentos de la clarificación se ubicarán en el fondo del tanque de clarificación; éstos, contienen una cantidad importante de mosto, por lo que es necesario proceder a la recuperación del mismo utilizando sistemas de separación sólido-líquido como la centrifugación o los filtros prensa.

#### Defecación enzimática

En esta tecnología se utiliza una enzima pectolítica desmetilante,

pectin metil esterasa, con el objeto de transformar los ácidos pectínicos en ácido péctico; la concentración recomendada es de 1200 u.e./hL. A continuación, se procede a la coagulación del ácido péctico mediante una sal de calcio (cloruro cálcico) a una concentración de 10 mM, pudiendo modificarse la concentración óptima de calcio en función de la concentración de málico presente en el mosto; se recomienda que la temperatura de clarificación esté en torno a los 11 °C. En estas condiciones, y en función del tiempo y temperatura de maceración de la pulpa de manzana en la prensa, la defecación enzimática se desarrolla perfectamente entre 2 y 4 días. En este caso, los turbios de la clarificación se ubicarán en la parte superior del tonel por lo que el trasiego del mosto clarificado se efectuará por la parte inferior.

### INDUCCIÓN DE LA FERMENTACIÓN

La elaboración de la sidra es una sucesión de procesos bioquímicos que son consecuencia de la actividad de diferentes grupos de microorganismos, básicamente levaduras y bacterias. Las levaduras fermentativas del género *Saccharomyces* son sin duda las más importantes, puesto que son las responsables de la fermentación alcohólica (conversión de los azúcares en etanol y gas carbónico). No obstante, otros microorganismos, como las levaduras débilmente fermentativas y oxidativas y las bacterias lácticas y acéticas, pueden competir con las *Saccharomyces* en la metabolización de los azúcares, ocasionando desviaciones de la fermentación alcohólica y originando productos con insuficiente calidad.

Para evitar este problema, se recomiendan una serie de actuaciones de carácter tecnológico tales como efectuar una exhaustiva limpieza y selección de la materia prima, utilizar una mezcla de manzana con una cantidad suficiente de ácidos y taninos, mayar a una temperatura no superior a los 12 °C o inducir la fermentación con levaduras sidreras seleccionadas del género *Saccharomyces*.



Cromatógrafo de gases para el control de aromas.

La inducción de la fermentación tiene por objeto resolver uno de los problemas tecnológicos más importantes que se producen en las fermentaciones industriales, la ralentización y/o parada de las mismas, y garantizar la obtención regular de productos de calidad.

#### Procedimiento de la inducción y efecto sobre la fermentación.

La inducción de la fermentación es el resultado de la propagación en el mosto de microorganismos seleccionados por sus aptitudes tecnológicas; en ocasiones, conviene reforzar esta actuación añadiendo una fuente nitrogenada (fosfato diamónico) y/o factores de crecimiento como la tiamina y las cortezas de levadura.

Los microorganismos destinados a este fin pueden suministrarse de dos maneras: como material lio-

filizado (liófilos) y como *pie de cuba*. En caso de disponer de microorganismos liofilizados, antes de llevar a cabo su propagación en el mosto o sidra, es necesario proceder a su rehidratación en agua templada a 40 °C durante 15 minutos aproximadamente. A continuación, se puede añadir al mosto o sidra en las proporciones que indique el proveedor del liófilo. Es importante asegurar una correcta homogeneización de las levaduras en el líquido a fermentar.

Podemos definir *pie de cuba*, también denominado *inóculo iniciador* o *starter*; como un volumen de mosto en fermentación que ha sido preparado en condiciones estériles a partir de un cultivo puro de una levadura seleccionada. Para conseguir la propagación de las levaduras a partir de un *pie de cuba* se realizan una serie de etapas, tal como se recoge





en el esquema. Para este caso, se parte de un pie de cuba de 5 litros que será obtenido en un centro o empresa especializada y se le añaden 50 L de mosto a fermentar, manteniéndose durante 36-72 horas a una temperatura cercana a 25 °C. Una vez verificado que la fermentación es vigorosa, se añaden 200 L de mosto a fermentar en las mismas condiciones descritas y finalmente se efectúa la propagación hasta los 1.000 L.

De las experiencias de inducción llevadas a cabo en condiciones industriales, cabe señalar que la cinética de producción de etanol y de la glicerina (fermentaciones alcohólica y glicero-pirúvica respectivamente) es más elevada cuando se utiliza el cultivo de levaduras seleccionado: por el contrario, la acumulación de componentes no deseables como el acetato de etilo, que son consecuencia de la actividad de microorganismos no fermentativos, se pone más en evidencia cuando el mosto no se induce.

### ALTERACIONES MICROBIANAS

#### La "Framboise"

Una de las alteraciones más frecuentes de la sidra, la denominada "Framboisé", puede ser corregida induciendo la fermentación. En efecto, es una alteración microbiológica que se pone de manifiesto, en ocasiones, por la aparición de una turbidez lechosa, una pérdida de las propiedades espumantes de la sidra y una significativa alteración del aroma y sabor de ésta. Actualmente, el procedimiento recomendado para corregir la "framboisé" es la refermentación de la sidra a partir de levaduras fermentativas seleccionadas.

La sidra tiene que ser edulcorada previamente con mosto fresco de manzana hasta alcanzar una concentración de azúcares de 24 g/L, lo que equivale a una densidad aproximada de 1.012 g/L; realizada la edulcoración de la sidra alterada, se procede a la propagación del pie de cuba tal como se ha descrito. Una vez iniciada la

fermentación, el aroma y sabor experimentan una notable evolución como consecuencia de las nuevas condiciones reductoras imperantes en la sidra.

#### El Filado de la sidra

El filado es una alteración microbiana que tiene una gran repercusión en la economía del sector sidrero asturiano. Su efecto, se manifiesta por un aumento de la viscosidad de la sidra, que altera notablemente sus propiedades espumantes e impide su normal comercialización.

Las bacterias lácticas (BL) son los microorganismos responsables de esta alteración microbiana. Cuatro géneros de BL tienen reconocido potencial de producir el filado en bebidas fermentadas: *Lactobacillus* (L), *Pediococcus* (P), *Leuconostoc* (Leuc) y *Streptococcus* (St). En sidra, es de resaltar la gran variedad de especies de BL con capacidad de producir filado. Las más habituales son: *L. collinoides*, *L. brevis*, *Leuc. mesenteroides* var. *mesenteroides* y var. *dextranicum* y *P. damnosus*. Así mismo, hay que tener en cuenta que la presencia de otros microorganismos en el medio líquido puede estimular el desarrollo de la alteración; en este sentido, hay que destacar la simbiosis detectada entre las BL filantes y bacterias acéticas del género *Acetobacter* y levaduras débilmente fermentativas y oxidativas como *Debarvomyces* y *Candida*.

**Fundamento bioquímico de la alteración.** Las bacterias lácticas son microorganismos que pueden producir polisacáridos extracelulares (PE), los cuales pueden ser liberados en la sidra o mantenerse enlazados a la pared celular de los microorganismos. La composición química de los PE producidos por BL está estrechamente vinculada a la cepa que se desarrolle; a modo de ejemplo, conviene resaltar que en sidra se han detectado heteropolisacáridos formados a partir de glucosa, galactosa, manosa y arabinosa, y homopolisacáridos de glucosa (dextrano).



Prensa hidráulica de extracción rápida.

**Influencia de factores tecnológicos en el desarrollo de la alteración** La producción de PE está estrechamente ligada a la disponibilidad de fuentes de carbono: carbohidratos, aminoácidos, ácidos grasos, etc. Generalmente, el material hidrogenado más utilizado son los azúcares, aunque la limitación de otros nutrientes como los compuestos nitrogenados, de fósforo y azufre afectan notablemente a su producción.

El etanol no es un factor limitante para el desarrollo de las BL, en particular si tenemos en cuenta el intervalo de variación del grado alcohólico de la sidra: 5,5-6,5 (% v/v).

En cuanto a la temperatura, hay que resaltar que para valores comprendidos entre 10-28 °C el crecimiento de las BL con capacidad de producir PE es adecuado; de hecho, algunas cepas son más filantes a temperaturas inferiores a su óptimo de crecimiento.

El pH es un factor clave para el desarrollo de esta alteración, por la estrecha relación existente entre el crecimiento de las BL y la acidez. En general, se puede considerar que para valores de pH inferiores a 3,5 la alteración está prácticamente inhibida, hasta 3,7 puede existir una seria limitación de su desarrollo y por encima de este valor la alteración se potencia notablemente.

Las bacterias filantes tienen diversos requerimientos de oxígeno que dependen del tipo de

cepa considerada; en el caso de la sidra, el filado está potenciado por una limitación del nivel de oxígeno disuelto, habiendo sido descrito, para sidras inglesas, que la presencia de gas carbónico estimula el desarrollo de esta alteración microbiana.

El anhídrido sulfuroso es un factor inhibitorio del crecimiento y desarrollo de las BL, y en consecuencia, del filado; se considera que por encima de 50 mg/L la alteración se desarrolla con mucha dificultad.

Así mismo, los polifenoles regulan la actividad de las BL, de tal modo que la presencia de una cantidad adecuada de manzanas pertenecientes a los bloques, amargo, dulce-amargo y ácido-amargo, limita el desarrollo de la citada alteración. Se ha verificado en sidras francesas, que el picado láctico y la fermentación maloláctica, procesos realizados por las BL, son inhibidos en su totalidad cuando la concentración de polifenoles es próxima a 4 g/L.

#### Recomendaciones para controlar y corregir las alteraciones microbianas

Limpieza de los útiles de manufactura de la sidra que entren en contacto con la pulpa y el mosto de manzana, por ejemplo, la mayadora y los toneles de fermentación; éstos se limpiarán mediante una solución de sosa al 5%, aclarándose a continuación con abundante agua hasta alcanzar pH 7. Para el caso de los to-





Máquina para lavar manzana.

neles de fermentación, en caso de que éstos hayan almacenado sidra alterada, es preciso, después de efectuar el lavado, realizar un mechado con azufre a razón de 2 g/hL.

Lavado, selección y mezcla ponderada de manzanas pertenecientes a los diferentes bloques tecnológicos (dulce, ácido, amargo, etc.), a fin de que el mosto resultante tenga suficiente nivel de ácidos (acidez total entre 3,5 y 4 g/L, expresada como sulfúrico) y polifenoles (por encima de 1 g/L, expresada como tánico).

El tiempo de almacenamiento de la manzana en sacos, y de maceración y prensado de la pulpa, deberá limitarse al mínimo posible si la temperatura ambiente es elevada y si las condiciones higiénico-sanitarias de la materia prima no son apropiadas.

El nivel de nitrógeno será discreto, a modo orientativo no superar 80 mg/L de N asimilable de tal modo que la fermentación alcohólica y maloláctica se desarrollen adecuadamente y la sidra resultante tenga suficiente estabilidad microbiológica.

En términos generales, el trasiego de la sidra limita el desarrollo de las alteraciones microbianas, ya que las borras de fermentación son ricas en nutrientes que pueden ser utilizados por las BL para su crecimiento y desarrollo.

Se debe evitar la presencia de azúcares residuales, lo que implica llevar la sidra a sequedad ( $d < 1.000$  g/L).

Para el caso del filado, si se detectase una alteración incipiente se añadirá metabisulfito potásico (8 g/hL), tanino (5 g/hL) y si fuese necesario, ácido cítrico o tartárico en una proporción que es función de la concentración existente de ácidos fijos en la sidra. Si la alteración fuese de mayor importancia, se procederá a

efectuar un trasiego con aireación e incrementar la dosis de metabisulfito potásico (12 g/hL).

En cualquier caso, antes corchar el tonel se envasarán algunas botellas de sidra y se mantendrán, la mitad, en el lagar. F el resto, a una temperatura próxima a 28 °C; si en 15 días la sidra no fila, puede procederse al envasado de la misma.

Colaboración técnica:

Juan José MANGAS ALONSO

### RECOMENDACIONES PRÁCTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE SIDRA

#### Preparación de los útiles de fabricación

Blanquear las paredes del lagar por medio de una mezcla de cal viva y sulfato de cobre (10:1).

Limpieza exhaustiva de los elementos del molino que entran en contacto con el fruto y el mosto, mediante una solución de sosa al 5% (5 Kg por 100 litros de agua); a continuación, se elimina la sosa por lavado con abundante agua.

Limpieza y mechado de los toneles de fermentación.

#### Materia prima

Recolección del fruto en un estado de maduración tecnológica próximo al óptimo (utilizar el test de Lugol; nivel de almidón-2), evitando un almacenamiento prolongado en sacos, en particular, si las condiciones sanitarias e higiénicas de la materia prima no son las adecuadas y si la temperatura ambiente es alta ( $T > 12^{\circ}\text{C}$ ).

Conservación de las manzanas en el lagar fuera de los sacos hasta alcanzar la madurez tecnológica óptima (nivel de almidón <1).

Mezcla de manzanas pertenecientes a los diferentes bloques tecnológicos (ácido, dulce, amargo, etc.), de tal modo que la composición aproximada del mosto obtenido sea la siguiente:

- Densidad (D; g/L):  $1.050 < D < 1.055$
- Azúcares (g/L): ~114
- Acidez sulfúrica (g/L): 3,5 - 4
- Índice de polifenoles totales (expresados como tánico g/L): ~1,5

#### Procesado del fruto

Lavado del fruto, en especial cuando la manzana es recolectada mecánicamente, evitando la incorporación de agua al molino mediante un correcto escurrido de la manzana por empleo de cintas transportadoras.

La molienda se efectuará a través de molinos troceadores de martillo con rodillos o de cuchillas con rodillos, donde el tamaño de la pulpa de manzana estará determinado por el grado de dureza del fruto, a fin de optimizar la eficiencia de la etapa de prensado. El material que en-

tra en contacto con el fruto y con el mosto, será de acero inoxidable.

La operación de prensado se realizará lentamente a fin de garantizar la calidad del mosto y un rendimiento máximo, por ejemplo durante 4 días, siempre que la temperatura ambiente sea baja  $T < 11^{\circ}\text{C}$ , y las condiciones higiénico-sanitarias de la manzana sean óptimas. Si la temperatura ambiental es alta y las condiciones tecnológicas de la materia prima no son apropiadas, el tiempo de prensado se reducirá a un máximo de 2 días.

En caso de que la turbidez del mosto sea elevada, será necesario realizar una clarificación prefermentativa por defecación enzimática, a fin de eliminar una parte de los microorganismos presentes en el mosto, levaduras, bacterias y mohos, y reducir el contenido de nitrógeno y la velocidad de la fermentación.

#### Fermentación

A lo largo del proceso fermentativo se llevará a cabo un control riguroso de la densidad del mosto. Existe una estrecha relación entre la cantidad de azúcar inicial del mosto y el grado alcohólico potencial de la sidra seca ( $D < 1.000$ ), por ejemplo, para una  $D = 1.050$  g/L, equivalente a 107,5 g/L de azúcar, el grado alcohólico en potencia es de 6,35°.

La temperatura de fermentación y conservación de la sidra se mantendrá entre  $12^{\circ}\text{C}$  y  $14^{\circ}\text{C}$ . Una temperatura excesivamente baja al comienzo de la fermentación no favorece un equilibrio apropiado entre levaduras salvajes y levaduras fermentativas del género *Saccharomyces*, y por el contrario, si la temperatura es elevada los riesgos de alteraciones microbianas se incrementan notablemente.

Durante la fermentación y conservación de la sidra los toneles no deberán tener cámara de aire, para lo cual es preciso realizar sistemáticamente rellenos mediante mosto o sidra de buenas cualidades aromáticas.

En caso de producirse una parada fermentativa (en especial si la temperatura de fermentación no es excesivamente baja, p.e.  $> 8^{\circ}\text{C}$ ), la densidad permanece constante en el tiempo, es necesario proceder a un urgente control microbiológico de la sidra. Si existe un desequilibrio poblacional entre las levaduras

fermentativas y el resto de microorganismos, es imprescindible activar la fermentación mediante la inoculación de levaduras seleccionadas (pie de cuba).

El trasiego tiene como objeto separar las borras de fermentación de la sidra a fin de garantizar una adecuada estabilidad físico-química y microbiológica de la misma. Esta operación es imprescindible llevarla a cabo al abrigo del aire, salvo que la sidra file. El trasiego se realizará preferentemente en días fríos y con altas presiones.

#### Embotellado

Cuando la densidad sea inferior a 1.000, o bien permanezca constante en el tiempo (por ejemplo, a lo largo de ocho días), con una estabilidad microbiológica suficiente, y las cualidades aromático-gustativas y de turbidez del producto así lo aconsejen, se procederá al embotellado de la sidra. Esta operación se realizará en las mismas condiciones descritas para el trasiego. Igualmente, el embotellado debe llevarse a cabo evitando el contacto de la sidra con el aire.

Antes de proceder al embotellado, es necesario comprobar la estabilidad de la sidra a las oxidaciones y a las condiciones de anaerobiosis (baja concentración de oxígeno) que se producen a lo largo de la conservación en botella.

El oscurecimiento que se puede desarrollar cuando la sidra se mantiene en contacto con el aire durante algunos minutos, puede ser corregido por adición de 10 g/hL de ácido ascórbico; en algunos casos, además, puede ser necesaria la adición de ácido cítrico en una proporción de 50 g/hL. Sin embargo, la medida preventiva más interesante a nivel tecnológico es evitar el contacto del mosto y/o la sidra con metales como el hierro y el cobre.

El tapón de corcho es un elemento básico para conservar adecuadamente la sidra en la botella. En consecuencia, se deben utilizar tapones de alta calidad, con la menor porosidad posible y mínima concentración de microorganismos. La cámara de aire existente entre el nivel del líquido y el tapón deberá reducirse al mínimo. El grado de penetración del tapón de corcho determina notablemente las condiciones de conservación de la sidra; el tapón no deberá hundirse en la botella ni sobresalir de la misma.